

© 1058

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Filosofía y Letras

5  
2 ej.

LA NOCIÓN DE EQUILIBRACIÓN EN PIAGET  
Investigación sobre los procesos de transformación del conocimiento

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN FILOSOFÍA

PRESENTA

ABEL RUBÉN HERNÁNDEZ ULLOA

DIRECTOR DE TESIS: DR. ADOLFO GARCÍA DE LA SIENRA

REVISOR: DR. RAYMUNDO MORADO

SINODALES:

DR. RICARDO BLANCO BELEDO

DR. PEDRO STEPANENKO

DRA. ATOCHA ALISEDA

MÉXICO D.F. NOVIEMBRE DE 1998



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

268514



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

**A la memoria de quien me enseñó a amar, gozar y celebrar la vida...  
con intención y con intensidad:**

**Pastor Rolando Gutiérrez-Cortés**

*Por lo certero de su consejo...  
que fue esencial para asumir mi vocación.*

*Por el impulso de su exigencia...  
que aún es motivación constante para hacer mejor cada tarea.*

*Por la trascendencia de su ejemplo...  
que siempre será razón para agradecer a Dios e inspiración para servir.*

## AGRADECIMIENTOS:

En toda labor académica y particularmente en la elaboración de cualquier disertación siempre hay muchos que participan en su producción de modo directo o indirecto. Algunos han facilitado el trabajo y algunos otros han hecho que la tarea para encontrar el tiempo y la concentración requerida para realizarlo se vuelva en sí misma un reto a superar. Debo comenzar agradeciendo a éstos últimos pues han permitido que la realización de este trabajo haya sido toda una aventura y porque, desde la perspectiva contraria, han sido afectados de diversos modos: por el tiempo que he debido robarles, por los descuidos de tareas pendientes o hasta por mis actitudes en tiempos de tensión. Desde luego aquí se encuentran en primer lugar mi querida esposa Margarita y los pequeños Sofía y Daniel. Pero también están mis "jefes" compañeros y amigos de trabajo en el ITESM-CCM (en particular Luis, Enrique, Alberto e Iliana) y desde luego nuestros alumnos.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) la Beca otorgada para realizar tanto los estudios de Maestría en Filosofía como la presente Tesis, pues indudablemente su apoyo ha sido fundamental para que durante un buen período de la realización de todo este trabajo no haya tenido que *distraerme demasiado* a causa de la constatación de la pérdida del poder adquisitivo de nuestra moneda.

Al profesor Walter Beller le debo el haber encontrado hace algunos años la riqueza del pensamiento de Jean Piaget y también tengo mucho que agradecerle por haberme permitido establecer contacto con el Dr. Rolando García. Debo también agradecer al Dr. Rolando García por el tiempo que me permitió compartir en la Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia del CINVESTAV y en especial por sus enseñanzas durante el Seminario interno que enriquecieron enormemente mi visión acerca de la relevancia epistemológica del trabajo de Piaget. También quiero agradecer a su valioso equipo de trabajo con el que pude convivir y aprender mucho, particularmente en aquellas sesiones de Seminario. De entre los compañeros de ese tiempo agradezco en especial a Manuel Gil Antón, a Gerardo Hernández, a Guillermina Waldegg, a Mirela Rigo, a Guy Duval, a Eric Castañares, a Jesús Meraz, a José Antonio Castorina y también a Santiago Ramírez (?).

En cuanto a las personas que me han permitido tener una mejor aproximación a la obra psicogenética de Piaget, debo agradecer de modo muy especial a la Dra. Marta Ezcurra por la oportunidad que me dio para colaborar en el proyecto del SIEA: Sistema Integral de Evaluación Adaptativa, que tiene como base teórica y guía metodológica a la obra de Piaget, y que se realizó junto con del Dr. José Huerta Ibarra para el CISE de la UNAM.

A Esteban Cortés por su ejemplo y constante guía.

Al Dr. Adolfo García de la Sierra le agradezco su dirección para la elaboración de la presente disertación, pues siempre tuvo un consejo oportuno y fue constante su estímulo para que desarrollara críticamente mis propias ideas.

Al Dr. Raymundo Morado le agradezco mucho su atención y guía que fue crucial en diferentes momentos, por su ilimitada disposición para atenderme y por su enorme paciencia, por su ejemplo y exigencia, por su compromiso, por su respeto al conocimiento y por ser siempre mi profesor y mi amigo.

A Ricardo Blanco, a Pedro Stepanenko y a Atocha Aliseda por su buena disposición para revisar el trabajo y por sus valiosos comentarios y correcciones, y por sus consejos que han sido muy importantes para mi formación.

El capítulo quinto fue elaborado en el Seminario del Dr. Raymundo Morado y debo mucho a mis compañeros del mismo, particularmente a David Gajtán, y también a Alicia e Inés Pazos. Muchas gracias por sus críticas y por su amistad.

Por último, junto con todos los anteriores hay muchos más que han sido apoyo e inspiración no sólo para realizar este trabajo sino para esforzarme en la mejora constante de mi vida. Agradezco en especial a mis padres: Rubén y María Esther, y a mis hermanos: Olivia, Marco y Dina. A mis tíos: Sergio y Dorita, Esther, Raúl, Guillermo y Silvia, Manuel y Aurora; y a mis primos: Lic's. Giorgio y Gaby, Peri, Polux, Teo, Manuel, Gabriel, Eduardo... y los más de 40 que faltan. A mis suegros: Ernesto y Margarita. A la comunidad Emaús. También agradezco a mis amigos, en especial a: Guillermo y Ruth, Ricardo y Norma, Sergio y Pat, Alfredo y Griselda, Obed y Kathy, Ramón y Cinthy, Omar y Haydee, los Arango, los Robledo, los Fernández, los Mosqueda, Rogelio, Alejandro, Joe, Aarón, Marco, Raúl, Julio, Adrián, Lorena, Lluvia, Daniel y Paty, Michell y Dina. A mis amigos, compañeros y maestros del Tec: Rosa Elena, Lolais, José Antonio, Galo, Isafas, Manuel, Salvador, Miguel, Jorge, Carlos, Mariuz, Alex, Ernesto, Ma. Mercedes, Pablo, Mónica, Gloria, Luis, Roberto, Marycarmen, Ivonne, Paty(s), Eugenia, Isabel, Blanca... A todos ustedes y aun a aquellos que faltan ¡muchas gracias!

La filosofía se ocupa de las Ideas, y por eso con lo que suele llamarse "meros conceptos"; más bien muestra la unilateralidad y falta de verdad de estos últimos, así como muestra que el concepto es lo que tiene realidad (y no lo que frecuentemente recibe ese nombre, que no es sino una determinación abstracta del entendimiento) porque se la da a sí mismo. Todo lo que no es tal realidad postulada por el concepto mismo, es existencia pasajera, accidentalidad externa, opinión, apariencia inesencial, falsedad, engaño, etcétera. 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

Y por ello, en esta tarea infinita de pensar el origen lo más cerca y lo más lejos de sí, el hombre descubre que no es contemporáneo de aquello que lo hace ser...

M. Foucault

Le possible n'est en effet pas un observable, mais le produit d'une construction du sujet, en interaction certes avec les propriétés de l'objet, mais en les insérant en des interprétations qui sont dues aux activités du sujet, lesquelles engendrent du même coup l'ouverture sur des possibles de plus en plus nombreux dont les interprétations son de plus en plus riches.

J. Piaget

Que la atención del sujeto sea dirigida a ciertos objetos y no a otros; que los objetos, sean situados en ciertos contextos y no en otros; que las acciones sobre los objetos sean dirigidas en cierta forma y no en otras; todo esto está muy fuertemente influido por el medio social y cultural. Pero todas estas condiciones no modifican los *mecanismos* que necesita esa especie biológica tan peculiar que es el ser humano para *adquirir* el conocimiento de dichos objetos, en *dichos* contextos, con todas las significaciones particulares socialmente determinadas que ya le hayan sido asignadas.

Jean Piaget y Rolando García

## **INDICE**

### **INTRODUCCION**

#### **CAPÍTULO I**

#### **LA NOCIÓN DE EQUILIBRACIÓN**

##### **I. LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DEL CONOCIMIENTO**

1. El progreso del conocimiento
2. Estructura y génesis

##### **II. CONTINUIDAD FUNCIONAL Y DISCONTINUIDAD ESTRUCTURAL**

1. Asimilación y acomodación
2. Estadios y niveles

##### **III. LA EQUILIBRACIÓN: ESTRUCTURA FUNCIONAL Y FUNCION ESTRUCTURANTE**

1. La estructura funcional de la equilibración
  - 1.1. El equilibrio en los sistemas cognitivos
  - 1.2. Las formas de la equilibración
  - 1.3. Los desequilibrios
  - 1.4. La equilibración maximizadora
2. La función estructurante de la equilibración
  - 2.1. Los observables y las coordinaciones
  - 2.2. De las interacciones elementales a las interacciones entre objetos
  - 2.3. Etapas de la compensación
  - 2.4. Sujeto-objeto: estructurado y estructurante
  - 2.5. De la función a la estructura y de la estructura a la función

#### **CAPÍTULO II**

#### **LA EQUILIBRACION: PERSPECTIVA FUNCIONAL**

##### **I. LOS ESTUDIOS PSICOGENÉTICOS DE LOS PRIMEROS AÑOS**

1. Relevancia de la perspectiva funcional
2. El principio de una noción explicativa

##### **II. EQUILIBRACIÓN: DE LA ASIMILACIÓN A LA ACOMODACIÓN**

1. El nacimiento de la inteligencia
2. La organización biológica y el desarrollo de la inteligencia
3. La asimilación y la primacía inicial del objeto

##### **III. EQUILIBRACIÓN: DE LA ACOMODACIÓN A LA ASIMILACIÓN**

1. La construcción de lo real
2. La noción de objeto y el campo espacial
3. El desarrollo de la causalidad y el campo temporal

#### **IV. EQUILIBRACIÓN: ACOMODACIÓN Y ASIMILACIÓN**

1. La formación del símbolo
2. De la formación del símbolo a la inteligencia operatoria

#### **V. EQUILIBRACIÓN Y PRIMERA SÍNTESIS EPISTEMOLÓGICA**

1. La Introducción a la Epistemología Genética

### **CAPÍTULO III**

#### **LA EQUILIBRACION: PERSPECTIVA ESTRUCTURAL**

##### **I. LOS ESTUDIOS PSICOGENÉTICOS DE LA INFANCIA A LA ADOLESCENCIA**

1. Desarrollo teórico: Ensayo de lógica operatoria
2. Formación de estructuras lógicas, el cambio de la lógica y la lógica del cambio

##### **II. LA LÓGICA DE LAS OPERACIONES CONCRETAS Y LA EQUILIBRACIÓN**

1. De la génesis a las estructuras de las operaciones concretas
2. La reversibilidad por inversión y la reversibilidad por reciprocidad
3. Los esquemas lógicos
4. La equilibración en las operaciones concretas

##### **III. LA LÓGICA DE LAS OPERACIONES FORMALES Y LA EQUILIBRACIÓN**

1. Génesis y estructura de las operaciones formales
2. Las dos reversibilidades y el pensamiento formal y combinatorio
3. La equilibración y las operaciones formales

#### **IV. SEGUNDA SÍNTESIS EPISTEMOLÓGICA**

### **CAPÍTULO IV**

#### **EQUILIBRACIÓN Y TRASFORMACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO**

##### **I. TEORÍAS SOBRE LA TRANSFORMACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO**

1. Los procesos de consolidación y transformación del conocimiento científico
2. El modelo de Kuhn sobre las revoluciones científicas
3. El análisis de la historia de la ciencia

##### **II. LA EQUILIBRACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO**

1. La construcción de las nociones científicas desde la epistemología genética
2. Los instrumentos, los procesos y los mecanismos de conjunto
3. Un paralelismo significativo: psicogénesis e historia de la ciencia
4. La equilibración como hipótesis explicativa del cambio



### **III. ANÁLISIS DE LAS TEORÍAS EN UN EJEMPLO DE CAMBIO DE “PARADIGMA”**

1. Del modelo de la economía clásica al modelo keinesiano
  - 1.1 La teoría clásica en economía
  - 1.2 La teoría clásica en crisis
  - 1.3 La construcción de una solución al problema
2. La explicación del cambio desde la teoría de Kuhn
3. La explicación del cambio desde la epistemología genética
4. Reflexión comparativa entre el modelo de Kuhn y el de Piaget

### **IV. LA EPISTEMOLOGÍA GENÉTICA COMO FILOSOFÍA DE LA CIENCIA**

#### **CAPÍTULO V**

#### **RAZONAMIENTO FALIBLE : LÓGICA NO-MONOTÓNICA Y EQUILIBRACIÓN**

##### **0. INTRODUCCIÓN**

##### **I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MODELO**

1. Los postulados AGM para la revisión de creencias
2. Modelos lógicos para el razonamiento falible : circunscripción, abducción y default
  - 2.1 Circunscripción
  - 2.2 Abducción
  - 2.3 Teorías *default*

##### **II. FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA ESPITÉMICA**

##### **III. EJEMPLOS DE FORMALIZACIÓN EN TRES ESTADIOS**

1. Estadio preoperatorio
2. Estadio de las operaciones concretas
3. Estadio de las operaciones formales

##### **IV. REVISIÓN CRÍTICA DEL MODELO**

1. Estrategias epistémicas y modelos lógicos
2. Lógicas no-monotónicas y epistemología genética
3. Sobre el modelo presentado

#### **BIBLIOGRAFIA**

## INTRODUCCIÓN

### I. ESTRUCTURA, FUNCIÓN Y CAMBIO DE ESTADOS EPISTÉMICOS

El conocimiento, su validez, su construcción y sus transformaciones siempre han tenido un lugar especial en la reflexión filosófica. La epistemología genética desarrollada por Piaget ha acotado el problema del conocimiento sintetizando los problemas de la validez, de las condiciones de su construcción y de los procesos de sus transformaciones, justamente a partir del análisis de la continuidad funcional y la discontinuidad estructural que se presenta tanto en el sujeto epistémico como en la historia de las ciencias. El problema consiste en cómo se avanza de un nivel de menor conocimiento, por las limitaciones que presenta su validez, a uno de mayor conocimiento, que tiene más validez y estabilidad. Dicho problema implica comprender las estructuras que hacen posible una determinada función; ésta va construyendo conocimiento y muestra sus alcances, pero también manifiesta las limitaciones que se presentan en ella. De esas limitaciones es necesario desentrañar los principios que hacen posible su transformación en una estructura superior que tenga mayores alcances y por consiguiente menos limitaciones. Es precisamente la noción de equilibración la que relaciona la continuidad funcional y la discontinuidad estructural, explicando los cambios más importantes que ocurren en la estructura epistémica del sujeto, como también los cambios que suceden en las "revoluciones científicas", de acuerdo con la epistemología genética.

Por tanto, la noción de equilibración se considera el núcleo teórico de la epistemología genética. Pero no es un núcleo que haya estado perfectamente esclarecido y enunciado desde un principio, sino que la equilibración, como núcleo de una teoría cuya propuesta central es la transformación y avance del conocimiento, ha evolucionado y madurado a lo largo de la obra realizada. Por esto, un primer propósito de esta investigación es presentar la noción de equilibración, pero no como un concepto terminado, sino haciendo una reconstrucción de su evolución que se realiza paralelamente a la maduración teórica de la epistemología genética. El segundo propósito será analizar la importancia de la teoría de la equilibración para explicar el cambio científico y considerar así su relevancia para la filosofía de la ciencia. Finalmente se presentarán algunas ideas para establecer un vínculo entre la propuesta piagetiana y algunas lógicas no clásicas.

Ahora bien, es fundamental distinguir dos cuestiones en el trabajo epistemológico de Piaget, primero, lo concerniente al desarrollo de su epistemología basada sustancialmente en la psicología evolutiva que elaboró para tal efecto y, en segundo lugar, las propias aplicaciones sobre la construcción y las condiciones de los conocimientos científicos. Pero si es prudente esta distinción, lo es todavía más el reconocer la fuerte vinculación entre ambas tareas, ya que detrás de cada investigación particular de carácter psicológico se encuentra la motivación fundamental de encontrar una respuesta contextual y pertinente al problema del conocimiento. Problema que toma un nuevo cariz al cambiar la cuestión de qué es el conocimiento por la cuestión de cómo se avanza de un nivel de conocimiento a otro superior. De aquí mismo se desprende el motivo para realizar un análisis que

reconstruya el avance de la noción de equilibración, considerando los momentos más importantes de la construcción de la teoría.

En cuanto a la parte correspondiente al trabajo basado en las investigaciones psicológicas, se pueden diferenciar por una parte la perspectiva funcional y por otra la perspectiva estructural. La perspectiva funcional caracteriza los primeros estudios psicogenéticos de la obra piagetiana, que se consolidan en sus obras escritas entre 1936 y 1946; la perspectiva estructural, por su parte, va adquiriendo más definición a partir de su *Ensayo de lógica operatoria* y en sus estudios sobre las diferencias entre la lógica del niño y del adolescente, hacia 1950. Sin embargo, debemos apreciar que ambas perspectivas, la funcional y la estructural, son indisociables para comprender a fondo la propuesta de la epistemología genética. La integración de ambos enfoques se realiza al precisar que la asimilación y la acomodación, las cuales constituyen la parte fundamental de la organización y la adaptación, y que son los invariantes funcionales de todo proceso de conocimiento, se comprenden siempre dentro de una estructura cognitiva. Esta estructura cognitiva se puede señalar como una estructura epistémica, para ir más allá del sujeto psicológico. De modo que la función se explica o bien dentro de un estadio epistémico, es decir en términos de los límites que establece la estructura como totalidad a los esquemas de asimilación, o bien como el cambio de un estadio epistémico a otro por medio del rebasamiento progresivo de los límites de la estructura, hasta la composición de una nueva estructura. Desde este enfoque se deben entonces distinguir e integrar las perspectivas funcional y estructural para explicar las características generales del conocimiento.

En cuanto a la construcción del conocimiento científico, la relevancia epistemológica de las investigaciones piagetianas radica en identificar esas características generales del conocimiento -explicadas en sus investigaciones psicológicas- en la construcción de algunas teorías científicas a través de la historia. Por esto cobra fundamental importancia el trabajo realizado a lo largo de muchos años en el Centro Internacional de Epistemología Genética donde, junto con colaboradores expertos en diferentes áreas del saber, Piaget trabajó en problemas epistemológicos claves para distintas ciencias, de aquí sus investigaciones sobre la construcción de nociones como número, tiempo, espacio, causalidad, etc. Particularmente, como fruto de esta colaboración interdisciplinaria, el trabajo realizado con Rolando García en *Psicogénesis e historia de la ciencia*, llevado a cabo al final de su vida, en los últimos años de la década de 1970, se presenta como una síntesis fundamental para comprender todo el desarrollo de la teoría piagetiana y su noción de equilibración como una propuesta que busca dar soluciones fundamentales a muchos problemas planteados o incluso ignorados por la filosofía de la ciencia.

Finalmente, algunos avances significativos en el desarrollo de la lógica permiten reconocer ciertos tipos de racionalidad y de estrategias epistémicas, que pueden ser formalizados y que dan lugar a nuevas líneas de investigación sobre los trabajos desarrollados por Piaget. Así, es posible revisar algunos aspectos generales de los procesos de transformación del conocimiento y, de modo particular, algunos modos sistemáticos de responder en un estadio cognitivo determinado.

## II. DELIMITACIÓN Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El propósito de esta investigación es, por una parte muy amplio y general, y por otra muy concreto y específico. Es amplio porque se desea presentar un panorama completo de la epistemología genética desarrollada por Piaget y por ello es forzosamente general debido a que dicha pretensión obliga a no poder entrar en muchos detalles sino a describir los más importantes. Es concreto debido a que se trabaja de modo prioritario en torno a la noción de equilibración y esto permite hacer un trabajo específico para escudriñar su mismo desarrollo en el proceso de maduración de la epistemología piagetiana. De esta manera, el trabajo se delimita en torno al problema de los procesos de transformación del conocimiento dentro de una teoría que se elabora para explicar cómo se transforma el conocimiento. Se busca así analizar las tesis más importantes de la epistemología piagetiana siguiendo su mismo desarrollo teórico.

El programa que se siguió en la investigación puede ser resumido en forma de esquema, señalando los contenidos generales de cada capítulo.

En el primer capítulo se presenta la noción de equilibración haciendo una exposición general de la teoría piagetiana y reseñando la exposición que el mismo Piaget hace de la noción de equilibración en su obra: *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo.*

En el capítulo segundo se analizan las obras en que Piaget presenta los resultados de sus principales investigaciones psicogenéticas en torno al desarrollo cognoscitivo que va del nacimiento de la inteligencia en los niños a la etapa en que alcanzan a construir formulaciones simbólicas. A lo largo de la exposición se va enfatizando el uso de las nociones que tienen algún vínculo relevante para la formulación de la teoría de la equilibración, o el uso que comienza hacerse de la misma teoría para explicar las transformaciones más significativas del conocimiento en los sujetos de esas etapas. Al final del capítulo se menciona cuál es el impacto que tienen estas investigaciones en la primera síntesis epistemológica que Piaget realiza en su *Introducción a la epistemología genética.*

En el tercer capítulo se hace un análisis de algunas de las investigaciones psicogenéticas que Piaget realiza en niños y adolescentes desde una perspectiva estructural. Desde esta perspectiva se caracterizan los estadios de las operaciones concretas y de las operaciones formales y se analizan las estrategias epistémicas de los sujetos que señalan su madurez cognoscitiva. Estas estrategias son modeladas desde distintas estructuras lógicas que Piaget presenta en su *Ensayo de lógica operatoria*, así el capítulo comienza con una presentación de éstas y después con el análisis de observaciones psicogenéticas. En esta presentación también se busca el énfasis en aquellos conceptos que serán importantes para elaborar la noción de equilibración. El capítulo concluye con un comentario sobre la segunda síntesis epistemológica de Piaget, que realiza junto con W.E. Beth en su obra: *Psicología, Matemática y Epistemología.*

En el capítulo cuarto se discute la relevancia filosófica del trabajo piagetiano realizando el análisis de un caso concreto de cambio científico y estableciendo una reflexión comparativa entre el modelo de Kuhn y el de Piaget para explicarlo. Así, se presenta en primer lugar el modelo de T.S. Kuhn sobre *La estructura de las revoluciones científicas*. Posteriormente se hace una presentación del modelo de Piaget señalando la relevancia de la teoría de la equilibración para explicar las transformaciones del conocimiento. Después se presenta el caso de cambio científico presentando la transición del modelo "clásico" al keynesiano en economía. Finalmente se explica este cambio desde las teorías de Kuhn y Piaget para concluir con una breve reflexión sobre la relevancia filosófica de la obra de Piaget.

Finalmente, en el capítulo quinto se realiza la revisión de algunas de las nociones desarrolladas en los capítulos anteriores, pero desde un análisis lógico que pretende proponer la comprensión de algunas estrategias epistémicas del sujeto desde una perspectiva formal pero que asume la propuesta de diferentes lógicas no clásicas, particularmente de algunas que se han desarrollado para modelar el razonamiento falible. Con esto se busca también comenzar a sentar las bases para construir un modelo formal de la noción de equilibración.

## CAPÍTULO I. LA NOCIÓN DE EQUILIBRACIÓN

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

### I. LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DEL CONOCIMIENTO.

#### 1. El progreso 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. 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. 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; entendiéndose, 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, de esta manera, que la inteligencia es la prolongación de un proceso de adaptación del sujeto a su entorno. 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.

## 2. Estructura y génesis.

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 psicogénéticos se pueden apreciar claramente las diferencias entre los conocimientos a los que se accede con una estructura "simple"<sup>1</sup>, 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:

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. (NEG. Tomo IV. p. 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

---

<sup>1</sup> 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.

diferencias cualitativas y además serán dirigidas de manera distinta según se encuentre el sujeto en un nivel estructural o en otro. Se debe precisar ahora cuáles son las características más importantes de esa continuidad funcional y cómo se presentan las discontinuidades estructurales en los procesos de transformación del conocimiento.

## II. CONTINUIDAD FUNCIONAL Y DISCONTINUIDAD ESTRUCTURAL

### I. Asimilación y acomodación.

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. (NIN. p. 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.

La asimilación y la acomodación constituyen los elementos básicos del funcionamiento intelectual; son como las dos caras de la misma moneda, que sería la adaptación. 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:

...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. (NIN. p. 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. Paulatinamente se irá precisando el funcionamiento fino de los aspectos de la asimilación y la acomodación. Ahora debe aclararse la discontinuidad estructural en el proceso de transformación del conocimiento; la discontinuidad es comprendida mediante las diferenciaciones del desarrollo cognitivo en estadios y niveles.

## 2. Estadios y niveles.

Es posible establecer una discontinuidad estructural en tanto se distinguen diferencias en la coordinación de las acciones y operaciones del sujeto. Así, las operaciones para asimilar la realidad cambian y se subordinan a nuevas relaciones que las coordinan. El pensamiento procede de estados menos equilibrados a estados más equilibrados debido a dos razones principales: la extensión más o menos grande del campo de equilibrio y los instrumentos de coordinación de ese equilibrio (estructuras cognoscitivas). Por ello es importante determinar las estructuras que caracterizan esas coordinaciones.

Como ya se ha mencionado, la construcción de las estructuras cognoscitivas depende de la maduración, la experiencia del medio físico, así como de la acción del medio social, sometidos todos estos elementos a las leyes del equilibrio, que determinan las mejores formas de adaptación dadas las condiciones en juego. Por tanto, equilibrio y estructura son dos aspectos complementarios e indisolubles de la organización del pensamiento. Todo estado de equilibrio puede reconocerse por una cierta forma de reversibilidad; así, la reversibilidad constituye el mecanismo esencial de las estructuras de conjunto que responden a diferentes formas de equilibrio; dicha reversibilidad no es una condición previa al equilibrio sino un resultado del mismo. Desde el punto de vista estructural, la reversibilidad, es decir, la posibilidad de volver al punto de partida, se presenta bajo dos formas distintas y complementarias.

La primera de esas formas de reversibilidad es la **inversión** o negación, cuya característica es que la operación inversa, compuesta con la operación directa correspondiente, lleva a una anulación  $+A-A=0$ .

...La segunda forma de reversibilidad es, por el contrario, la reciprocidad o simetría, cuya característica es que la operación de partida, compuesta con su recíproca, concluye en una equivalencia. Si, p.ej., la operación de partida consiste en introducir una diferencia entre A y B en la forma  $A < B$  y si la operación recíproca consiste en anular esa diferencia o recorrerla en sentido contrario, se llega a la equivalencia  $A=B$  (o si  $A \leq B$  y  $B \geq A$ , entonces  $A=B$ ). (Piaget, 1984, p. 136)

Ambas formas de reversibilidad, la inversión y la reciprocidad, se encuentran bajo distinto aspecto en todos los estadios del desarrollo, puesto que constituyen las condiciones del equilibrio. Piaget ha diferenciado cuatro estadios de desarrollo que se caracterizan estructuralmente por la estabilidad y duración de sus condiciones generales de equilibrio, a partir de la forma en que se coordinan y se desarrollan sus formas de reversibilidad. Ahora vamos a caracterizar brevemente cada uno de estos estadios y en los capítulos subsiguientes los analizaremos con mayor detenimiento.

### Estadio sensoriomotriz

Es preciso señalar que la epistemología genética definió su proyecto cuando Piaget se propuso estudiar el desarrollo del conocimiento remontándose a sus orígenes

psicogenéticos. De esta manera, el estudio del comportamiento de los bebés en sus primeras horas, días y meses, llevó a Piaget a comprender que las actividades cognoscitivas iniciales proporcionan una respuesta diferente de las que dan el empirismo y el innatismo a la pregunta central sobre el origen del conocimiento. Los estudios realizados a partir de observación y experimentación sobre las acciones de los bebés, previas a todo lenguaje o conceptualización, mostraron la progresiva coordinación de las acciones sensoriomotrices y el proceso del nacimiento de la inteligencia.

En este estadio, el sujeto parte de una indiferenciación entre lo subjetivo y lo objetivo; sin embargo, tiene ya desarrollados algunos esquemas de asimilación que funcionan como reacciones instintivas o como acciones espontáneas. Esas acciones, o reacciones, se identifican con los reflejos que le permiten al sujeto responder ante los estímulos exteriores. Las acciones tienen la peculiaridad de presentarse como un todo al sujeto que las realiza, son aisladas de otras acciones y el sujeto pone atención más bien en el objeto que en sus acciones, enfatizando la desvinculación inicial. Pero progresivamente el sujeto va asimilando sus propias acciones y distinguiéndolas de los estímulos externos. Para que madure esta distinción, se requiere que el sujeto realice múltiples asimilaciones recíprocas que consisten, en un primer momento, en asimilar un objeto a partir de varios esquemas. Así, es en el mismo terreno sensoriomotriz que comienza la función integral de la inteligencia por la vinculación de los primitivos esquemas de asimilación. Al respecto Piaget afirma:

...la coordinación de las acciones por asimilación recíproca (...) representa al mismo tiempo una novedad con relación a lo anterior y una extensión del mismo mecanismo. Se puede reconocer en ella dos etapas, de las cuales la primera es sobre todo una extensión y consiste en asimilar un objeto a dos esquemas a la vez, lo que constituye un comienzo de asimilación recíproca (...) en una segunda etapa el niño se propondrá un fin antes de poder alcanzarlo y utilizará diferentes esquemas de asimilación como medios para lograrlo. (EG. p. 48)

Plantearse el alcance de un fin y lograr la manipulación eficiente de un objeto como medio para alcanzarlo implica ya una clara distinción y coordinación entre las acciones del sujeto y de los objetos. Aun cuando se restrinja al plano de lo que tiene presente, este significativo logro de la inteligencia sensoriomotriz será fundamental para el desarrollo ulterior del sujeto. Desde luego, hace falta aun recorrer un largo camino hacia la construcción interior de la realidad por medio de representaciones conceptuales, pero esto corresponde ya al estadio preoperatorio.

### **Estadio preoperatorio**

En el estadio preoperatorio se comienza a consolidar la interiorización de la realidad por medio de conceptos, o más bien preconceptos, que constituyen toda una reconstrucción de lo que se consigue por medio de las acciones. Este proceso no es de ninguna manera súbito, ya que:

...el paso de la acción al pensamiento o del esquema sensoriomotor al concepto no se realiza bajo la forma de una revolución brusca, sino, por el

contrario, mediante una diferenciación lenta y laboriosa que depende de las transformaciones de la asimilación. (EG. p. 55)

Básicamente la transformación más significativa en la asimilación, en la transición del estadio sensoriomotriz al estadio preoperatorio, será dejar a un lado la acción con la que se identifica a un objeto para caracterizar a este último mediante las propiedades que tiene. Es decir, la posibilidad de hacer una representación mental y manipular a un objeto, en el estadio sensoriomotriz, siempre se realizará a partir de la acción del sujeto que es indisoluble a la presencia actual del mismo objeto; en cambio, en el estadio preoperatorio, por medio de la naciente representación, el objeto se disocia de la acción y comienza a tener características que lo hacen asimilable a otros objetos.

El niño comienza construyendo preconceptos que se caracterizan porque son nociones que al ser utilizadas no muestran claridad en su cuantificación, de modo que no hay una comprensión del "todos" y del "algunos". Y también comienzan a formarse prerrelaciones que no alcanzan a relativizarse lo suficiente debido a que no hay una reversibilidad completa. Piaget señala, como ejemplo de los preconceptos:

...se puede presentar a los sujetos algunas fichas rojas y redondas y algunas fichas azules, de las cuales algunas fichas son redondas y otras cuadradas; en este caso el niño responderá fácilmente que todos los redondeles son rojos, pero se negará a admitir que todos los cuadrados son azules "porque hay también azules que son redondos; en forma general identifica fácilmente dos clases de la misma extensión, pero no comprende todavía la relación de subclase con clase, a falta de una regulación del "todos" y del "algunos".

(EG. p. 57)

Las prerrelaciones que alcanzan a formularse en este estadio permiten que el sujeto realice algunas comparaciones, pero presentan la parcialidad de una falta de relativización debido a que no hay reversibilidad, puesto que la atención del sujeto se centra en el resultado positivo de su acción y siempre asumiendo la invarianza inicial de un concepto, por ejemplo: "el sujeto A tiene un hermano B, pero niega que este hermano B tenga un hermano, porque "sólo son dos en la familia" (EG. p. 58).

La reversibilidad que es característica de las operaciones se alcanzará en el siguiente estadio.

### **Estadio de las operaciones concretas**

Las estructuras cognoscitivas de este periodo se originan en el estadio preoperatorio, cuyo funcionamiento se caracteriza por regulaciones perceptivas estáticas o representativas y una reversibilidad incompleta. Al final de este estadio dichas regulaciones tenderán a las correcciones y ajustes que enuncian la operación, entendiendo por operación las transformaciones interiorizadas y reversibles, comenzando así el desprendimiento de la realidad perceptiva externa.

Las operaciones del pensamiento concreto se conforman a las estructuras de conjunto de clases y relaciones. Las estructuras de clases y relaciones son estructuras limitadas, ya que sólo reúnen estas clases o estas relaciones de próximo en próximo, mediante encajes o encadenamientos contiguos.

Las estructuras concretas de las clases consisten en clasificaciones simples (aditivas) o múltiples (cuadros multiplicativos o matrices), de modo que cada clase depende de aquellas de las que forma parte y se opone a su complementaria en relación con la clase superior (A incluida en B; B en C; etc.)(  $A' = B - A$ ;  $B' = C - B$ ; etc.), no tiene una combinatoria que proporcione todos los subconjuntos posibles de clases en un sistema. Estas estructuras se apoyan en la reversibilidad por inversión, se pueden reunir dos clases contiguas en una ( $A + A' = B$  etc.) o sustraer una clase del todo ( $A = B - A'$ , etc.). También se pueden multiplicar dos clases una por otra, pero no cuentan con la forma general de reciprocidad.

Las estructuras concretas de relaciones coordinan entre ellas las equivalencias completas (igualdades), o parciales (alteridades) en el caso de las relaciones simétricas; y las diferencias ordenadas en el caso de las relaciones asimétricas transitivas (seriaciones o encadenamientos) y suponen también sistemas multiplicativos (correspondencias).

La reversibilidad propia de estas estructuras es la reciprocidad.

$A = B$  es idéntica a su recíproca  $B = A$

Si una relación asimétrica  
su recíproca

$A < B$  es verdadera

$B < A$  es falsa

Si ambas son verdaderas  
se reduce a

$A \leq B$  y  $B \leq A$

$A = B$  una equivalencia

Estos sistemas ignoran la reversibilidad por inversión (negación) que se refiere a términos de las relaciones (clases) y no a las relaciones mismas.

Las "agrupaciones elementales" que son las únicas estructuras de conjunto accesibles en el nivel de las operaciones concretas se caracterizan por dos particularidades:

- Constituyen sistemas de encajes o encadenamientos simples o múltiples, pero sin vincular a los diversos elementos, por la falta de combinatoria (conjunto de las partes).

- Presentan una reversibilidad que consiste en inversión (clase) o en una reciprocidad (relaciones), pero no pueden reunir esas dos formas de reversibilidad en un sistema único.

En resumen, las estructuras del pensamiento concreto actúan mediante asociaciones (entre clases) y correspondencias (entre relaciones) logrando aislar un cierto número de factores en cualquier experiencia, pero no conoce un método sistemático que procede variando un sólo factor permaneciendo igual todo lo demás. No podrá establecer las relaciones entre las relaciones. Lo que les falta a las estructuras concretas de las "agrupaciones elementales" es

la estructura de la combinatoria, inherente a la construcción del conjunto de las partes o, lo que es lo mismo, la utilización de operaciones proposicionales.

El campo del equilibrio de las operaciones concretas es relativamente restringido, ya que es estable en su interior pero permanece inestable en sus fronteras, es decir que las formas estables del equilibrio de cada dominio de estructuración concreta se tornan inestables cuando se trata de la coordinación de los dominios. Existe una tendencia a constituir sistemas de conjuntos, ya no hay oposición entre las situaciones estáticas y las transformaciones; las transformaciones se asimilan ya a operaciones. El sistema de transformaciones se encuentra en equilibrio cuando éstas son reversibles y se coordinan mediante leyes fijas de composición.

Hacia el final de este periodo hay una extensión de lo real observable en dirección a lo virtual, es decir lo posible es sólo una prolongación virtual de las acciones u operaciones que el sujeto maneja con las relaciones de su propio sistema. En el pensamiento concreto no se formula, en sentido estricto, hipótesis alguna; el sujeto entra en acción y busca coordinar la lectura en los resultados que obtiene, pero son sólo un esbozo de las acciones posibles y no una concepción de lo que sería lo real si se cumpliera una condición hipotética.

### **Estadio de las operaciones formales**

El pensamiento durante el periodo de las operaciones concretas ha logrado estructurar una cierta cantidad de dominios cualitativamente heterogéneos (tamaños, superficies, pesos, velocidad, etc.) mediante coordinaciones progresivas de esquemas y operaciones, pero sin lograr establecer aún la coordinación de esos dominios. El sujeto, según Piaget, elabora nuevos instrumentos para resolver los problemas que le impone la realidad y que requieren de la mezcla de contenidos o de la coordinación de diversos dominios. Para forjar estos nuevos instrumentos el sujeto emplea distintos métodos según busque coordinar entre sí los resultados de las operaciones concretas (para evitar las contradicciones cuando los contenidos se interfieren) o según busque coordinar directamente entre sí las operaciones mismas.

Ambos métodos conducen al descubrimiento de la lógica formal de las proposiciones. El primero consiste en disociar los contenidos estructurados por las operaciones, para poder coordinar los resultados de estas operaciones en función de las diversas combinaciones posibles; el segundo consiste en coordinar las diversas agrupaciones de clases y relaciones en un único sistema total. En ambos casos el proceso se basa en la combinatoria. Así, la propiedad más general que caracteriza al pensamiento formal es la combinatoria. Las operaciones de combinación son operaciones a la segunda potencia, ya que las combinaciones son multiplicaciones de multiplicaciones y las permutaciones son seriaciones de seriaciones, por ello sólo aparecen en el nivel formal tanto en las operaciones matemáticas como en la resolución de problemas experimentales mediante las operaciones interproposicionales.

La lógica de las proposiciones es una lógica de todas las combinaciones posibles del pensamiento frente a problemas experimentales o a cuestiones puramente verbales, o de diversos dominios del conocimiento. Las operaciones interproposicionales se refieren a enunciados cuyo contenido intraproposicional consiste en operaciones de clases y relaciones. Únicamente la combinatoria proporciona el conjunto de los posibles, y en el terreno experimental la búsqueda de nuevas combinaciones, que es precisamente lo que caracteriza a la hipótesis.

De esta manera, el pensamiento formal es esencialmente hipotético-deductivo; la deducción ya no se refiere a las realidades percibidas sino a enunciados hipotéticos, mediante proposiciones que formulan las hipótesis. El pensamiento formal efectúa, desde el comienzo, la síntesis entre lo posible y lo necesario y deduce con rigor las conclusiones de premisas cuya verdad admite como hipotética.

Otra propiedad importante es su referencia a elementos verbales y ya no directamente a objetos; al sustituirlos con enunciados verbales a la lógica de clases y relaciones se superpone la lógica de las proposiciones, constituyendo así un doble sistema simbólico. Un aspecto fundamental consiste en que las operaciones formales logran reunir las inversiones y las reciprocidades en un sistema único de transformación, el grupo matemático de Klein que se compone por las operaciones de: identidad, negación, recíproca y correlativa. Estas operaciones permiten el acceso a la doble reversibilidad. A continuación se presenta un ejemplo descrito por Piaget :

...se trata de la implicación  $p \supset q$  mediante la cual un adolescente trata de comprender la vinculación entre fenómenos que no conoce pero que analiza a través de las operaciones proposicionales nuevas de que dispone y no por tanteos al azar. Observa un cierto número de movimientos de un cuerpo y de detenciones acompañadas de la iluminación de una lámpara.

La primera hipótesis que formulará es que la luz es causa de las detenciones:  $p \supset q$  (luz implica detención). Para controlar la hipótesis sólo hay un medio: verificar si existen o no iluminaciones sin detención:

$p \cdot \sim q$  (luz no implica detención) que es la operación inversa, es decir negación de  $p \supset q$ . Puede formular otra hipótesis: la iluminación está provocada por la detención :

$q \supset p$  (detención implica luz) que es la recíproca de  $p \supset q$  (no la inversa).

Para controlar  $q \supset p$  (detención implica luz), buscará detenciones sin iluminaciones:

$q \cdot \sim p$  (detención no implica luz) es inversa de  $q \supset p$  y, al mismo tiempo, correlativa de  $p \supset q$ .

Se ve así que, sin conocer ninguna fórmula lógica, ni la fórmula de los "grupos" en el sentido matemático el joven será capaz de manipular transformaciones según las cuatro posibilidades: I. (transformación idéntica)

N.(negación), R. (recíproca), C. (correlativa) o sea en el caso de  $p \supset q$  :

I. =  $p \supset q$ ; N =  $p \cdot \sim q$ ; R =  $q \supset p$ , y C =  $q \cdot \sim p$

(PN. pp. 139-140)

En resumen, podemos decir que en el pensamiento formal se opera una inversión de sentido entre lo real y lo posible, ya que lo posible subordina a lo real. Los hechos se conciben

como las realizaciones efectivas en el universo de las transformaciones posibles, mediante las operaciones interproposicionales. El adolescente busca así las combinaciones verdaderas dentro de las combinaciones posibles, mediante la disociación de los factores; frente a diversos problemas prácticos o experimentales utiliza un método sistemático cuyo procedimiento consiste en hacer variar un sólo factor permaneciendo igual todo lo demás.

### **Los niveles inicial y avanzado**

Desde luego, las investigaciones psicogenéticas de Piaget van más allá de una caracterización tan general del proceso del conocimiento, como son los estadios. Si bien esta caracterización es fundamental, debemos reconocer que, dentro de ella, Piaget ha distinguido diferentes niveles y etapas; no vamos a detenernos a considerar todas ellas pero, como un sencillo ejemplo, vamos a presentar las divisiones más significativas de los estadios de las operaciones concretas y las formales, que son los niveles inicial y avanzado.

Así tenemos que el estadio de pensamiento concreto consta de los niveles concreto inicial y concreto avanzado, a los que se le han asociado las edades de 6 a 8 para el inicial y 9 a 11 para el avanzado. Recordemos que las edades sólo son indicadores de las posibilidades de aparición, no criterios de identificación de cada estadio. El estadio de pensamiento formal consta de los niveles formal inicial y formal avanzado, edades 12-14 y 15 a 17 respectivamente. Cada estadio tiene diferentes características que permiten identificarlo, algunas de ellas son:

**Concreto Inicial:** En ese nivel los esquemas cuantitativos están relativamente aislados. Aunque se percata de que el número es diferente del tamaño, la forma, la apariencia y se ve como una serie, se limita a número que se puede dar una concretización concebible y no relaciona un esquema con otro para el manejo simultáneo de variables.

**Concreto Avanzado:** En el nivel concreto avanzado el niño puede realizar coordinaciones complejas. Los esquemas cuantitativos se ensamblan hasta formar un sistema plenamente coordinado. Una característica del sistema es la reversibilidad. Sin embargo, hay que recordar que este nivel de razonamiento está vinculado con la presencia de objetos o de imágenes de objetos. Esto quiere decir que, ante la ausencia de ellos, el sujeto no podrá resolver los mismos problemas formulados en forma abstracta.

**Formal Inicial:** En el nivel formal inicial existe la generalización concreta. Los esquemas empiezan a formarse y a coordinarse, pero no están consolidados, por lo que tendrá un manejo irregular, asistemático de la combinatoria y de las coordinaciones entre esquemas. Aunque empieza a manifestar interés en sistemas que le faciliten el establecimiento entre variables complejas, el periodo formal se establece con avances graduales que le llevan de la comprensión de las relaciones cualitativas a la identificación de principios que regulan determinado fenómeno y que en algunos casos se puede expresar cuantitativamente.



Formal Avanzado: En el nivel formal avanzado el estudiante puede separar una variable y diseñar experimentos en los que controle las otras que ocurren en un fenómeno, debido a la consolidación de la estructura de la combinatoria. La posibilidad de establecer relaciones entre relaciones le permite concebir conceptos sobre conceptos; se maneja un doble sistema simbólico que le permite hacer simbolizaciones sobre simbolizaciones. Puede adquirir conjuntos de esquemas abstractos coordinados entre sí.

### III. LA EQUILIBRACIÓN: ESTRUCTURA FUNCIONAL Y FUNCIÓN ESTRUCTURANTE<sup>2</sup>

Para sostener la tesis de las transformaciones del conocimiento en un sentido progresivo, de acuerdo con un orden, no basta con señalar la continuidad en el funcionamiento del sujeto epistémico y además la discontinuidad de sus estructuras cognitivas; no es suficiente tampoco la distinción temporal entre estructura y génesis, ni la presentación por una parte del orden biológico y su proceso adaptativo por medio de la asimilación y la acomodación, y por otra parte señalar las diferencias entre estadios y niveles; lo que se requiere entonces es demostrar la vinculación entre estos elementos. Se trata de elucidar, con la mayor claridad posible, cómo, desde cada nivel estructural, se desarrolla la función adaptativa y cómo el funcionamiento dinámico obliga en algunas ocasiones a transformar, paulatina pero radicalmente, la estructura inicial. Es justamente la noción de equilibración la tesis central de la epistemología piagetiana, porque por medio de ella es posible explicar las características más significativas del proceso de transformación del conocimiento al vincular la continuidad funcional del sujeto epistémico y la discontinuidad de sus estructuras cognitivas.

Se debe señalar entonces a esta noción como la columna vertebral de la epistemología genética y se analizarán a continuación sus características fundamentales. En primer lugar cuáles son los rasgos comunes a todo proceso de equilibración y cómo se presenta particularmente en distintos aspectos de la asimilación, en otras palabras, cuál es su estructura; en segundo lugar cuáles son los resultados de su funcionamiento, es decir las consecuencias de su función estructurante.

#### **1. La estructura funcional de la equilibración.**

Al comenzar a analizar la estructura funcional de la equilibración se debe enfatizar que los sucesos que caracterizan los procesos de transformación del conocimiento mantienen un orden determinado, de manera que los cambios de una estructura a otra siempre presentan semejanzas muy significativas, de hecho es posible comprender la similitud de todos los cambios si atendemos las constantes funcionales que actúan en cada ocasión en que se hace necesaria una transformación. Esas constantes funcionales están estructuradas en la

---

<sup>2</sup> Piaget expuso su tesis de la equilibración, y la centralidad que tiene esta noción en su proyecto epistemológico, en su obra: *La equilibración de las estructuras cognitivas: problema central del desarrollo*. Además, en su octogésimo aniversario, Piaget recibió como homenaje un encuentro especial, en el que sus colaboradores hicieron reflexiones y críticas sobre esta obra y el mismo Piaget presentó respuestas a objeciones que se habían presentado. De este último simposio se publicó la obra: *Epistemología genética y equilibración*. El presente apartado se basará principalmente en ambas obras.

equilibración, es decir, la equilibración es el proceso común a toda transformación del conocimiento y es posible reconocerla mediante su estructura funcional.

Son las estructuras cognitivas equilibradas o en equilibrio lo que nos permite tener un referente claro para hablar de la equilibración, por lo que se presentará a continuación una aproximación al equilibrio en los sistemas cognitivos.

### 1.1. El equilibrio en los sistemas cognitivos

Para comenzar, 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. (EEC. p. 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. Estas formas se presentarán a continuación.

## 1.2 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 requiere 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
ENTRE: Asimilación de objetos a esquemas de acción y su acomodación a los objetos.	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'
ENTRE: Subsistemas	Es necesario establecer negaciones parciales para la estabilidad coherente de las coordinaciones entre subsistemas, del siguiente modo: S1 & S2 _ S1 & -S2 S1 & S2 _ 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.

### 1.3 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. (EEC. p. 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 “abarcarse 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.

Ahora bien, 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.

#### **1.4 La equilibración maximizadora**

Este tipo de equilibración se presenta cuando, al resolver la perturbación que causaba un desequilibrio en el sistema cognitivo, se realiza un avance significativo no sólo en el conocimiento sino en los instrumentos mismos que lo hacen posible. De esta manera, si la respuesta a un desequilibrio obliga a que se realice una recomposición del sistema cognitivo, que se caracteriza por las nuevas vinculaciones entre esquemas o una nueva relación jerárquica entre los sistemas y subsistemas, o aun la formación de un nuevo sistema por las relaciones que se establecen entre subsistemas, entonces indiscutiblemente la equilibración es maximizadora.

Para precisar la noción de equilibración maximizadora se debe destacar que el motor fundamental del funcionamiento y de la constitución misma de todo esquema de asimilación, y por ende de la construcción del esquema cognitivo, es la acción. Es mediante la acción del esquema de asimilación que se originan los desequilibrios y es por la misma acción que pueden ser superados. La acción tiene entonces la primacía en la construcción del conocimiento. Esto se comprende especialmente en el proceso de equilibración atendiendo a un tipo particular de acción que se manifiesta como regulación y más precisamente cuando la regulación da lugar a una compensación. En síntesis, una regulación siempre será la respuesta a una asimilación incompleta que se considera perturbación. Las perturbaciones pueden ser obstáculos cuando impiden la asimilación de algún objeto al esquema, o bien pueden ser lagunas cuando el esquema reconoce la carencia de elementos que lo alimenten. Una regulación se puede identificar cuando el resultado de una acción, ante una perturbación, retroalimenta el esquema propiciando que se modifique su repetición. Cuando la modificación consiste en la corrección de la acción en el sentido de una anulación o neutralización de la perturbación, entonces hay compensación.

Las compensaciones, en tanto acciones que superan perturbaciones, ordinariamente llevan a una diferenciación en los subsistemas que conforman al esquema de asimilación y, al mismo tiempo, de manera complementaria permiten su integración de forma enriquecida. Así, la superación de una perturbación puede hacer que se precise la función del esquema de asimilación en cuanto a una mejor coordinación del mismo. Este tipo de cambio es visto por Piaget como una mejora en la comprensión que tiene el esquema de asimilación. Pero otro tipo de compensación ordinaria consiste en que se asimilen los elementos perturbadores, mejorando la aplicación del esquema en su extensión. Se señalan dos tipos principales de equilibraciones maximizadoras; una de ellas se presenta cuando el esquema logra asimilar aquello que es causa de perturbación, y amplía así su extensión, y la otra es cuando el esquema debe modificarse y cambia en su comprensión para realizar eficazmente su asimilación. Cualquiera de estos cambios es un caso particular de acomodación que busca recuperar su equilibrio fundamental con la asimilación. En este sentido, cada esquema de asimilación constituye un tipo de ciclo que limita las posibilidades de su ajuste al medio, es decir de su acomodación. Pero en tanto se amplíen sus regulaciones y aumente su plasticidad, dentro de esos límites, para ajustarse a los requisitos de los elementos que asimile, aumentarán también sus posibilidades de entrar en contacto con otros esquemas de asimilación y vinculándose con ellos podrá superar el límite original de su esquema particular. Esto puede llevar a una recomposición de los esquemas en una estructura superior y constituye un tipo de construcción, y en esta construcción la equilibración será nuevamente el proceso que vincule los elementos que eran ajenos entre sí propiciando un tipo de superación dialéctica.

El proceso puede llegar a un nivel en el que las mejoras ya no se den sólo en el mismo nivel de las regulaciones compensadoras, sino que se desarrollen a partir de sus mismas estructuras. Al extraer de las regulaciones sus características principales se construyen las negaciones necesarias para diferenciarlas e integrarlas, de manera que se va superando la presencia exagerada que tienen en un principio los aspectos positivos. En este sentido se

desarrolla también un proceso de construcción que rebasa la simple compensación en un nivel determinado por las posibilidades de asimilación de un esquema.

Resumiendo, las acciones que se realizan como regulaciones compensadoras a fin de conseguir la acomodación del esquema para superar una perturbación llevan finalmente a una equilibración y se debe destacar que:

La equilibración, tarde o temprano, es necesariamente maximizadora y constituye un proceso de superación tanto como de estabilización, reuniendo en forma indisociable las construcciones y las compensaciones en el seno de los ciclos funcionales. (EEC. p. 46)

Se debe enfatizar finalmente que el progreso que se consigue mediante una equilibración maximizadora permite un mejor equilibrio de todo el sistema cognitivo, ya que aumenta la diferenciación de las acciones o de los esquemas que las coordinan y al mismo tiempo su integración en estructuras más amplias. Es fundamental el papel que juega la abstracción reflexiva en este proceso de avance. Este tipo de abstracción llevará al rebasamiento de los límites del ciclo original en el que se encuentra un esquema de asimilación. La función de la equilibración no será únicamente recuperar un equilibrio original, sino que permitirá la reestructuración de los esquemas de asimilación en niveles superiores. Se favorece así una mejor caracterización de los objetos al establecer con mejores instrumentos de registro sus propiedades. Dichas propiedades serán resultado de la función estructurante de la equilibración.

## **2. La función estructurante de la equilibración.**

Después de revisar la equilibración, en términos generales, caracterizando su estructura desde la perspectiva de sus funciones, es preciso analizar el modo particular en que se inserta en el proceso de construcción del conocimiento. Para esto es conveniente considerar los resultados del funcionamiento de la equilibración, teniendo presentes las condiciones iniciales de las que parte. Así, se tendrán los criterios necesarios para comprender, tanto las transformaciones del sujeto en su estructura cognitiva, como las nuevas coordinaciones que enriquecen el conocimiento del objeto. Los cambios que se dan paralelamente en ambos, manifiestan la función estructurante de la equilibración.

### **2.1 Los observables y las coordinaciones**

El más elemental desarrollo de la equilibración surge de los primeros encuentros entre el sujeto y el objeto. En este sentido es posible distinguir los "observables" que registra el sujeto y las "coordinaciones" de sus acciones con respecto a ellos. Se debe enfatizar que el registro de los observables no es la percepción directa del dato, ya que siempre hay un esquema desde el cual se realiza la percepción y el registro puede modificar los mismos "observables". La modificación puede ser en una precisión o una deformación sobre lo que se registra, y esto depende directamente del desarrollo del esquema de asimilación. Una distinción básica es que hay observables del sujeto, es decir del sujeto en relación con sus



propias acciones y, desde luego, hay observables del objeto. En cuanto a las "coordinaciones", Piaget señala como criterio para identificarlas el uso implícito o explícito de "inferencias", como podemos ver:

...no se trata simplemente de generalizaciones inductivas y, por tanto, del paso extensional de algunas comprobaciones a <todas> en lo que respecta a las relaciones observables, sino más bien de la construcción de relaciones nuevas que sobrepasan la frontera de lo observable... (EEC. p. 51)

Es necesario distinguir una diferencia entre las coordinaciones que el sujeto realiza sobre sus propias acciones y las coordinaciones que atribuirá a las relaciones entre objetos. En sentido estricto éstas últimas corresponderán a la construcción de las explicaciones causales en tanto que las primeras propiciarán el desarrollo de los esquemas lógico-matemáticos del sujeto.

En cuanto a las observaciones, el sujeto puede percibir sus acciones y el resultado que tienen sobre los objetos, por ejemplo cuando un niño pequeño mueve su mano para asir un juguete que tiene colgado frente a él y, sin conseguir tomarlo, provoca su balanceo. El movimiento y su resultado son observados directamente por el sujeto. Ahora bien, debe entenderse que no es unidireccional la observación, ya que en muchas ocasiones no es tan precisa la delimitación de las fronteras entre los observables del sujeto y del objeto, es decir hay acciones que son percibidas en mayor medida por los resultados de su aplicación a un objeto. Por ejemplo, cuando se realiza el alargamiento de una bola de plastilina, la acción de estirar se percibe principalmente por el alargamiento resultante. Piaget señala como en este caso es secundaria la delimitación precisa y que se debe enfatizar la interacción entre el sujeto y el objeto, reconociendo la importancia que tiene el observable del objeto sobre la repetición de la acción del sujeto. Lo importante de los observables será la manera en que su registro por parte del sujeto permite que ejercite sus acciones en un determinado sentido o en otro, lo que le llevará progresivamente a nuevas coordinaciones.

En cuanto a las coordinaciones, se distinguen aquéllas que se encuentran en el sujeto de las que él atribuye a las relaciones de los objetos entre sí, pero hay un tercer tipo de coordinaciones que consisten en las que se efectúan sobre los objetos a partir de acciones del sujeto, entre ellas se encuentran las seriaciones o la puesta en correspondencia término a término entre objetos miembros de dos conjuntos. Esto es muy significativo respecto a la primitiva toma de conciencia de las diferencias entre el sujeto y el objeto, puesto que el sujeto va a distinguir sus acciones de los resultados que producen, así:

...las operaciones en juego son entonces sólo aplicadas y no atribuidas a los objetos, ya que estos no se ponen a sí mismos en correspondencia, etc., sino que sólo sirven de puntos de aplicación a las operaciones del sujeto.

(EEC. p.53)

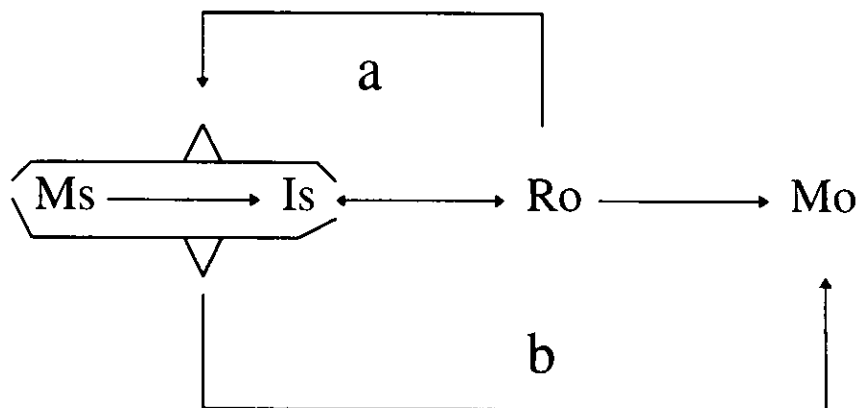
Será a partir de las operaciones elementales del sujeto sobre los objetos que se establece la perspectiva más simple de la interacción entre ambos y desde ella se podrá comenzar a caracterizar con mayor detalle la noción de equilibración. De aquí seguirán progresivas interacciones más complejas, desde la transformación del sujeto al irse estructurando en él más fuertes esquemas de asimilación que le llevarán a las propias coordinaciones inferenciales a través de la abstracción reflexiva. De estas coordinaciones inferenciales necesarias se llegará posteriormente a la comprensión de las coordinaciones entre objetos sobre sí mismos y con este tipo de coordinación se establecerán los principios para las explicaciones causales.

A continuación se desarrollarán los tres tipos principales de interacciones para precisar en ellos el desarrollo de la equilibración, tanto en su estructura funcional como en su función estructurante.

## 2.2 De las interacciones elementales a las interacciones entre objetos

Piaget distingue, en un primer nivel elemental, dos tipos básicos de acciones que ponen en interacción al sujeto con el objeto. En cuanto al primer tipo de acción, el sujeto ejercerá una modificación directa del objeto, por lo que se considera acción causal. En el segundo tipo de acción, el sujeto únicamente aplica formas como orden, reuniones etc., por lo que este tipo será referido por Piaget como acciones que generan formas lógico-matemáticas.

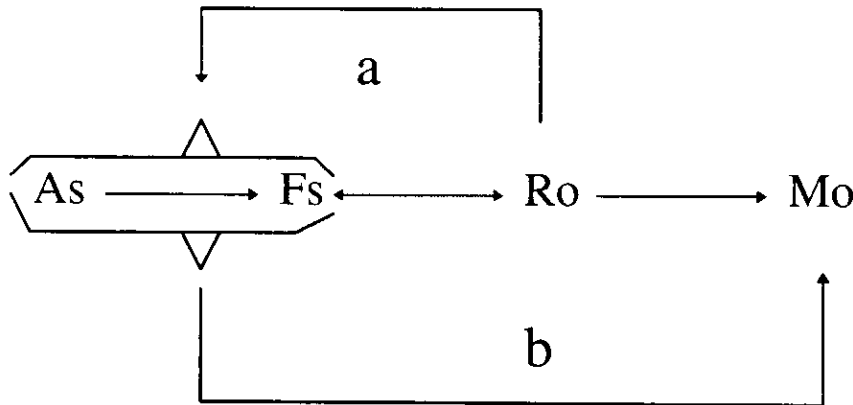
El primer tipo de acción elemental se denominará IA y consistirá, por ejemplo, en el movimiento que ejerce un sujeto con el fin de impulsar algún objeto. Así, el movimiento del sujeto **Ms** tiene como fin ejercer un impulso **Is** que ponga en movimiento al objeto. Pero el éxito del impulso dependerá de la resistencia del objeto **Ro**, que de ser vencida culminará en el movimiento del objeto **Mo**. Piaget presenta el siguiente esquema para explicar esto:



En este esquema, la relación (**Ms** → **Is**), que se refiere a la acción del sujeto, es el centro del equilibrio y del proceso de equilibración. La resistencia del objeto **Ro** a la acción del sujeto

se presenta en la dirección indicada por **a**; si el sujeto responde de manera adecuada consigue el movimiento del objeto mediante su acción, esto lo representa la dirección **b**. Es en la relación de la fuerza del sujeto y de la resistencia del objeto, representada por esos sentidos **a** y **b**, donde se deberá efectuar una acción coordinada para mantener o alcanzar el equilibrio. (Cfr. EEC. p. 55). Se puede apreciar que el equilibrio y el proceso de equilibración implicado en este esquema muestra ya el sentido estructurante del vínculo entre el sujeto y el objeto. Es estructurante del sujeto, ya que en tanto su fuerza se debe regular para responder a la resistencia del objeto, es sólo a partir de esta misma resistencia que el sujeto puede reconocer su fuerza y coordinarla. Del mismo modo, la fuerza de la acción del sujeto va a estructurar -en el plano cognoscitivo- al objeto, y va a superar o a reconocer como insuperable, esa resistencia del objeto.

De manera análoga a este tipo de relación se presenta el esquema correspondiente a la interacción elemental del tipo IB. La diferencia fundamental es que ahora la acción del sujeto no se realiza exclusivamente en el plano del observable empírico inmediato, sino que se trata de realizar una operación o acción **As** que genera una forma **Fs** que se aplica al objeto. La resistencia del objeto **Ro** de ser superada recibiría la modificación **Mo**, que es impuesta por la forma. Así, el énfasis en la relación se expresa en los sentidos **a** y **b** que nuevamente reflejan la centralidad de la acción del sujeto:



Piaget explica de la siguiente manera la diferencia entre los dos tipos de interacción elemental, a partir de este segundo tipo IB:

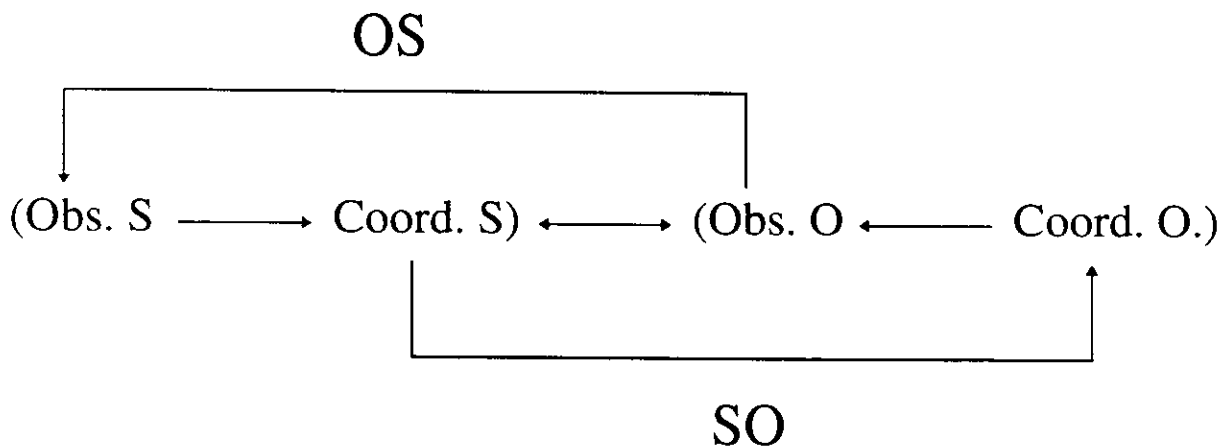
La gran diferencia entre este tipo de interacción y el precedente es que, en el caso IA, los observables **Ms** e **Is** corresponden a gastos para el sujeto (gastos de esfuerzo y, por lo tanto, de movimiento y de impulso) y una ganancia **Mo** de movimiento para el objeto; en el caso IB, por el contrario, la forma **Fs** que el sujeto aplica a los objetos no está perdida para este sujeto y, por lo tanto, no constituye un gasto para él, sino la producción de un morfismo que enriquece su conocimiento. En cuanto al gasto de actividad **As**, no desempeña

ninguna función en *Mo* en la medida en que las formas lógico-matemáticas prescinden de la dinámica y de la cinemática de la acción.

(EEC. p. 57)

Se debe enfatizar que la acción del sujeto en los dos tipos de interacción debe superar la resistencia del objeto para conseguir o bien su movimiento, al vencer la fuerza del objeto en el tipo de interacción IA, o bien la modificación del mismo, por medio de la aceptación de la operación que se dará en la correspondencia entre forma y contenido. En tanto, la acción del sujeto se orienta adecuadamente por la resistencia que le presenta el objeto y consigue el movimiento o la modificación esperada, logrando así un equilibrio en la relación. De no cumplirse las expectativas del sujeto, o incluso cuando la acción provoque efectos no esperados, se ocasionará una perturbación, un desequilibrio que deberá ser superado por la modificación de la acción. Es así que podemos encontrar, en estas interacciones elementales, la forma más simple de la equilibración. Se distingue el esquema de asimilación en **Ms+Is** o en **As+Fs** y su acomodación a los objetos en **Ro+Mo**; la equilibración se simboliza por la doble flecha:  $\longleftrightarrow$

En el siguiente nivel de interacción se integrarán estos tipos de interacción elemental a título de subsistemas. La acción del sujeto, ya sea en la forma **Ms+Is** o **As+Fs**, se presentará como observable del sujeto: **Obs. S**. En tanto que las características del objeto en **Ro+Mo** se considerarán observables del objeto: **Obs O**. La novedad es que se sitúan coordinaciones inferenciales sobre los observables. Se establecen así, por una parte, coordinaciones inferenciales de las acciones del sujeto: **Coord. S.**; y por otra, coordinaciones inferenciales entre objetos: **Coord. O**. Esto propicia que el vínculo entre el sujeto y el objeto refuerce su carácter estructurante en ambos sentidos ya que se construyen nuevas reciprocidades que se caracterizan por el equilibrio dinámico entre dos procesos, el que va del objeto al sujeto: **OS**, y el que va del sujeto al objeto: **SO**. El proceso del objeto al sujeto **OS** se da en el vínculo entre observables, en tanto que el proceso del sujeto al objeto **SO** se establece a partir de la relación entre las coordinaciones. Suponiendo sólo un estado del tipo IIA, Piaget propone el siguiente esquema general:



Para mostrar este nivel de interacción IIA, el mismo Piaget ofrece la siguiente explicación:

Los dos procesos en juego (OS y SO) con sus regulaciones y sus equilibraciones locales, conciernen uno a los observables y otro a las coordinaciones, y, por tanto, no presentan la simetría relativa de las funciones a y b de las interacciones del tipo I. No por ello dejan de traducir la interacción fundamental (en forma de ciclo) del sujeto y de los objetos en el seno de toda progresión cognitiva: por una parte, el sujeto no llega a un conocimiento claro de sus propias acciones más que a través de sus resultados en los objetos; pero, por otra parte, no llega a comprender estos últimos más que por medio de inferencias ligadas a las coordinaciones de estas mismas acciones. (EEC. pp. 60-61)

La interacción que se realiza en el proceso OS entraña las compensaciones locales que se han expuesto en las interacciones del tipo I. Estas interacciones estabilizan la relación al conseguir el equilibrio entre las funciones a y b. Aquí se propicia la toma de conciencia de la acción del sujeto. Los observables del objeto permiten que los observables del sujeto sean comprendidos y controlados. Por ello, analizando el vínculo entre los observables, el sentido dominante va del objeto al sujeto y es estructurante del sujeto ya que gracias a él se pueden conocer las posibilidades de su acción y tomar conciencia de la misma. Así se pueden generar las coordinaciones inferenciales del sujeto **Coord. S**. Estas coordinaciones se constituyen en los mecanismos operatorios del sujeto, desde los cuales se habrán de discernir los alcances de las acciones ejecutadas por él y serán la base para la construcción de las coordinaciones del objeto **Coord. O**. Al analizar las coordinaciones, en el ciclo SO el sentido dominante va del sujeto al objeto y es estructurante del objeto, en el sentido cognoscitivo, al hacer posible que se inserten coherentemente una serie de relaciones a fin de construir las mismas explicaciones causales. Piaget afirma:

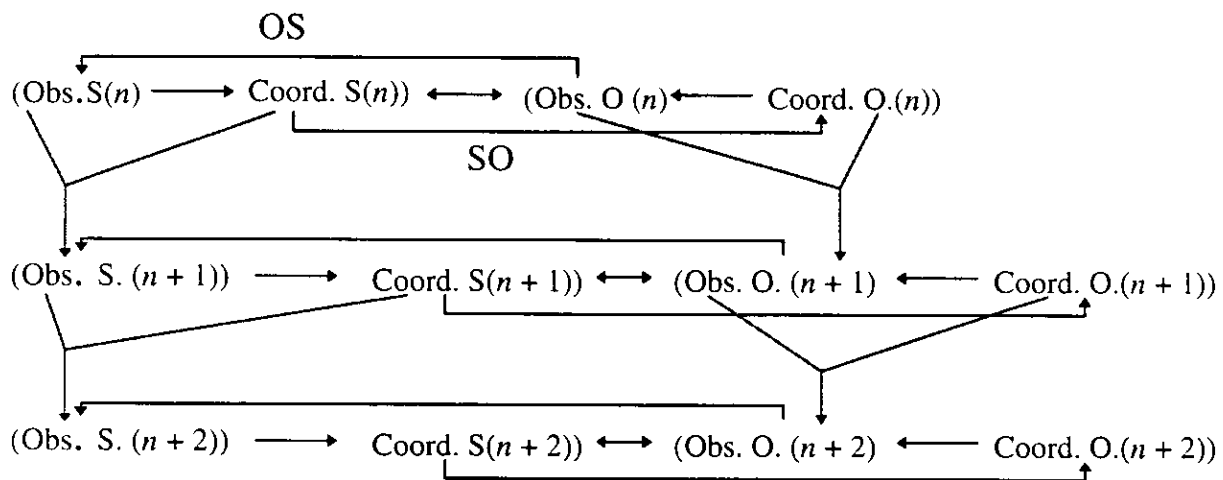
El proceso SO, que conduce de las coordinaciones de la acción *Coord. S* a las del objeto *Coord. O*, expresa, en efecto, el hecho fundamental de que para comprender e incluso para descubrir las relaciones causales entre los objetos, el sujeto se encuentra obligado a pasar por la mediación de sus propias operaciones. (...) dado que las relaciones causales superan las fronteras de lo observable, toda coordinación dinámica entre los objetos supone el empleo de inferencias necesarias (por oposición a las generalizaciones inducibles, o simplemente extensionales, que siguen siendo legales y no son necesarias, al no conocer otro control que una verificación lógicamente insuficiente a partir de los observables). (EEC. pp.61-62)

La interacción entre el sujeto y el objeto está unida por estos dos procesos que, si bien pueden ser analizados de forma independiente, siempre se muestran de manera indisociable. Esto implica que no se puede pensar en la existencia de estructuras *a priori* desde las cuales los objetos puedan ser comprendidos, ya que toda estructura habrá de formarse a partir de esas elementales relaciones con el objeto y que constituyen el tipo de interacción I, que aquí se presenta en el ciclo OS correspondiente a los observables. Por otra parte, tampoco es posible que el conocimiento parta de los datos aportados de forma directa por medio del contacto empírico del sujeto con su entorno, sino que siempre que un dato sea asimilado habrá de someterse a las coordinaciones del sujeto. De esta forma, Piaget da una solución diferente, a las dadas por las tradiciones idealista y empirista, al antiguo problema filosófico

sobre el origen de nuestros conocimientos.<sup>3</sup> Ahora bien, la dinámica relación que se establece entre el sujeto y el objeto no permite que el proceso se cierre en un sólo estado de equilibrio, sino que obliga al avance cognoscitivo del sujeto. Una vez que el equilibrio tiene cierta estabilidad, se unen los observables del sujeto y sus coordinaciones estableciéndose como observables del sujeto en un nuevo nivel. En ese nuevo nivel también se unirán los observables y las coordinaciones del objeto, como observables del objeto. Cada uno de estos observables requerirá de su coordinación correspondiente y a partir de estas relaciones entre observables y coordinaciones se desarrollará la equilibración de ese nuevo nivel, de manera que

...asistiremos a una sucesión de estados que son el testimonio de una equilibración progresiva, sin alcanzar los estados iniciales más que formas inestables de equilibrio, a causa de sus lagunas, de perturbaciones y sobre todo de contradicciones reales o virtuales. (EEC. p. 63)

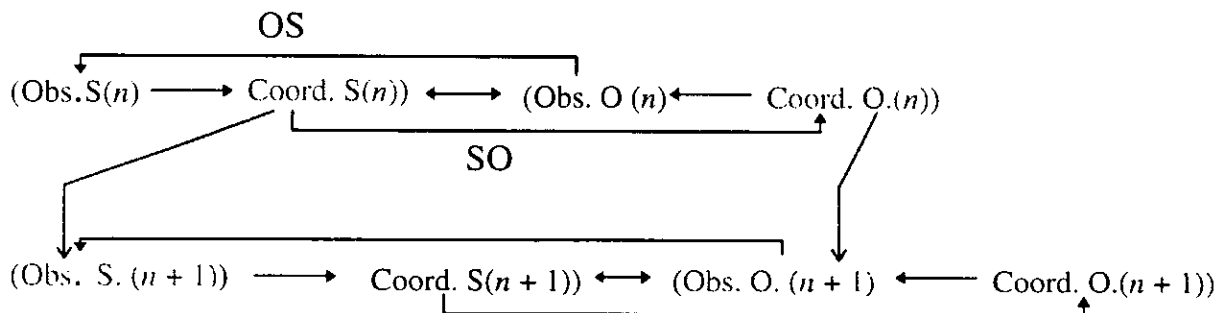
Por esto, Piaget representa el nuevo modelo general de la siguiente manera:



En este esquema se puede apreciar mejor que las observaciones de un nivel (por ejemplo el  $n+1$ ) se determinan a partir de las observaciones y las coordinaciones del nivel precedente, (en nuestro ejemplo, el nivel  $n$ ). Cada nivel se caracteriza por su propia forma de equilibrio, que puede ser estable o inestable, y que a partir de sus mismos procesos de interacción harán posible que, o se establezca la coherencia que dé lugar al equilibrio, o que surjan errores o lagunas que hagan necesaria la búsqueda de un mejor equilibrio. La transición de un nivel al siguiente se explica porque en las relaciones entre las coordinaciones y los observables en un nivel pueden surgir contradicciones que no puedan ser superadas

<sup>3</sup> La discusión y actitud de la epistemología genética, frente a las posturas idealista y empirista, sobre el origen del conocimiento, será revisada en el capítulo cuarto.

mediante ajustes locales; se registrarán entonces nuevos observables o se construirán nuevas conceptualizaciones que requerirán de nuevas coordinaciones, cambiando de un estado  $n$  al siguiente estado  $n+1$ . En este esquema también es posible apreciar la filiación entre la abstracción empírica y la abstracción reflexiva. La abstracción empírica es la que se realiza directamente a partir de los objetos o de los observables, en tanto que la abstracción reflexiva se realiza a partir de las coordinaciones de la acción. En el caso de las interacciones del tipo IIA, siempre existirá alguna relación con los objetos como referentes empíricos, pero también habrá de desarrollarse otro tipo de interacción para este nivel, que será IIB, análogo al IB, en el cual predominarán las abstracciones reflexivas e incluso serán las únicas en algunas ocasiones, como cuando el pensamiento trabaja sobre las matemáticas "puras". Lo que la abstracción reflexiva implica para un tipo de interacción IIB, que permitirá el acceso posterior aun al nivel de las matemáticas puras, es que se produzca un "corte" de los observables del objeto y se incremente la pérdida de su significancia, de un nivel al siguiente; de esta manera, los observables en el nuevo nivel serán únicamente lo que se haya abstraído de las formas o coordinaciones del nivel precedente. Así, el esquema sería:



En este ejemplo los observables del nivel  $n+1$  son exclusivamente formas y de este modo las siguientes avances serán sobre esas formas. Piaget señala:

En estas construcciones de operaciones sobre operaciones, la función de los objetos (Obs. O) se modifica entonces poco a poco y cada vez más profundamente. Dado que pueden no cambiar físicamente, sino simplemente disponerse de formas diferentes, es preciso distinguir, en este caso, las siguientes etapas: en un nivel  $n$  constituyen el contenido de la primera forma que les es aplicada, pero en el nivel posterior  $n+1$  es esta forma la que se convierte en contenido para la forma de tipo superior, mientras que los objetos ya no constituyen más que un contenido de contenido. En la etapa  $n+2$  es la forma  $n+1$  la que se encuentra contenida en la nueva, siendo ya una forma de forma, mientras que los objetos pierden aún más su función significativa, etc. Se advierte entonces por qué, tarde o temprano, se vuelve fácil para el sujeto remplazar el objeto concreto por objetos simbólicos y adentrarse en la vía que finalmente conducirá a las formalizaciones.

(EEC. pp. 68-69)

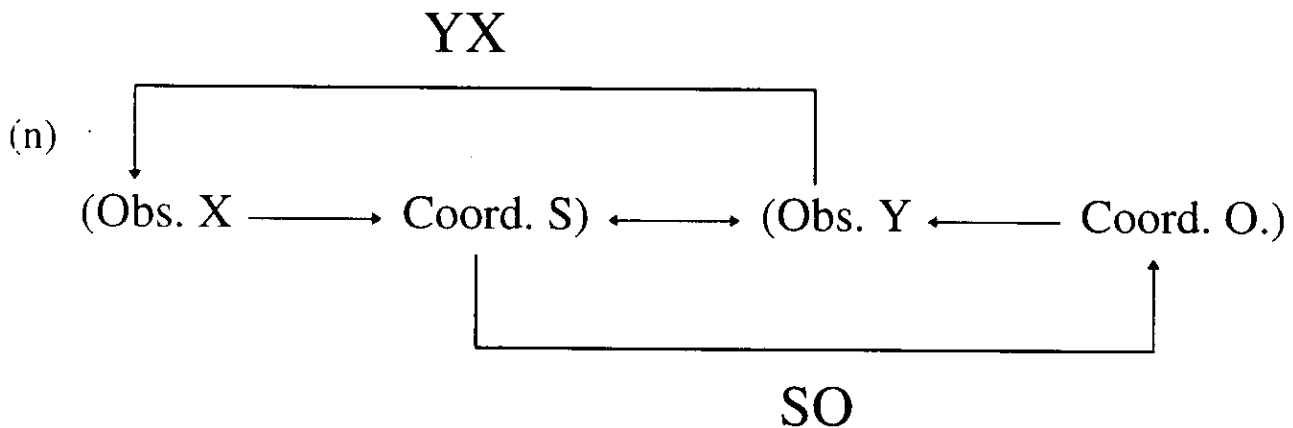
Es por esto que la abstracción reflexiva tiene un papel fundamental en las interacciones del tipo IIB y que la abstracción empírica va perdiendo importancia progresivamente. Un

ejemplo de interacción del tipo IIA, que presenta la filiación entre las dos abstracciones, es cuando se forman clases a partir de alguna cualidad de los objetos. En cambio, en el tipo de interacción IIB se construirán formas que determinen por completo su contenido; Piaget señala que un ejemplo de esto es el caso del número. (Cfr. EEC. p. 70)

Después de revisar las interacciones en las que interviene directamente el sujeto, a veces partiendo de los objetos, e incluso modificándolos causalmente (IA y IIA), o a veces partiendo de construcciones operatorias a partir de la acción (IB y IIB), es necesario considerar las interacciones entre objetos en las que interviene el sujeto únicamente con el objeto de

disociar los factores o hacerlos variar, pero del modo en que lo podría hacer la naturaleza misma sin más manipulaciones por parte del observador que las de los astrónomos con respecto a los movimientos celestes (EEC. p. 70)

Este tipo de interacciones se clasificará como IIC y su esquema general tendrá la siguiente forma:



Se sustituyen aquí los observables, tanto del sujeto como del objeto, por los observables de X y Y respectivamente. Los observables representados por X (Obs. X) serán los factores cuya variación determinará las modificaciones de los observables representados por Y (Obs. Y). Desde luego, esto es considerando una función del tipo  $Y = f(x)$ . Ahora bien, las coordinaciones del sujeto (Coord. S.) se constituirán, por sus operaciones, en un “modelo estructural de naturaleza logicomatemática”, desde el que se comprenderán las relaciones entre los observables, pero además se explican esas relaciones como las coordinaciones del objeto (Coord. O.) en términos de relaciones causales. Al respecto, Piaget señala:

La puesta en relación YX de los resultados observados Obs. Y con las variaciones de factores Obs. X desemboca, pues, en las funciones  $Y = f(X)$ , mientras que la atribución del modelo Coord. S en la coordinación de los objetos Coord. O expresa su causalidad. Si esta explicación está de acuerdo con los observables Y (y X), el sistema está en equilibrio. Si no, las



contradicciones debidas a los hechos o a su conceptualización implican revisiones en el sentido de sistemas mejor equilibrados  $n+1$ ,  $n+2$ , etc., ...  
(EEC. p. 71)

Con este modelo se presenta la importancia de los instrumentos generados operatoriamente por el sujeto, como puede ser un modelo matemático, para la comprensión de relaciones entre objetos; las interacciones entre objetos siempre habrán de conocerse a través de los instrumentos que utiliza el sujeto.

En resumen, desde las interacciones elementales hasta las interacciones entre objetos se realiza todo un desarrollo de los esquemas de asimilación, que son estructurantes del sujeto. La variedad de los tipos de interacción da cuenta de la formación de distintos tipos de conocimiento, desde el conocimiento indisociable de la primitiva interacción entre el sujeto y el objeto, hasta la atribución de las operaciones del sujeto a las "puras" interacciones entre objetos, incluyendo también los conocimientos exclusivamente formales que se desarrollan a partir del abandono del objeto como referente y del avance de las operaciones del sujeto, por el predominio de la abstracción reflexiva. Los modelos de interacción presentados hasta aquí permitirán una nueva consideración a problemas fundamentales de epistemología como son: explicación, predictibilidad, causalidad, etc., que serán abordados en el capítulo cuarto. Pero ahora, después de analizar estos tipos de interacción suponiendo equilibrio en ellos, es preciso considerar en mayor detalle los pasos que se siguen para su reequilibración.

### 2.3 Etapas de la compensación

Una estructura cognitiva se encuentra en equilibrio en tanto hay una relación armónica entre sus esquemas de asimilación y los objetos que son comprendidos por ella. Ya se ha señalado (en III, 1.4) que, cuando aparece un elemento que obstaculiza al esquema de asimilación de manera significativa, nos encontramos ante una perturbación y será necesaria la acción del sujeto para responder a ella mediante una regulación que, de ser exitosa, se considera una compensación. Si tomamos la definición de equilibrio en mecánica como: "la suma algebraica nula de los trabajos virtuales compatibles con las relaciones de un sistema dado o, dicho de otro modo, por la completa compensación de sus cambios posibles" (Cfr. EEC. p. 71), Piaget, señala que es posible definir al equilibrio de los sistemas cognitivos en términos de sus modificaciones virtuales y sus compensaciones. Existen tres posibles relaciones entre las modificaciones y las compensaciones, que serán consideradas por Piaget como conductas  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ . En el desarrollo de estas conductas hay una secuencia evolutiva, de modo que las respuestas al elemento perturbador se irán haciendo más completas, produciendo un mayor equilibrio.

La primera conducta  $\alpha$  tendrá dos tipos de reacción a una perturbación; en el primero, cuando ésta se encuentre en un punto próximo al equilibrio, habrá una sencilla modificación en sentido inverso de la perturbación. La segunda reacción, cuando se considere la perturbación como más fuerte, consistirá en anular la perturbación despreciándola o

eliminándola. En ambos casos, la compensación es mínima y el equilibrio alcanzado por ella es un poco mayor o igual al precedente.

En la siguiente conducta  $\beta$  hay un progreso muy significativo respecto a la conducta anterior, ya que no se anula la perturbación exterior sino que se integrará al esquema de asimilación. Para integrarla se requiere de la modificación del sistema, de manera que:

lo que era perturbador se convierte en variación en el interior de una estructura reorganizada, gracias a nuevas realizaciones que unen el elemento incorporado a los que ya estaban organizados. y esas novedades de la estructura garantizarán la compensación... (EEC. p. 75)

Este tipo de conducta permite que se realice, efectivamente, una modificación virtual que se presenta como compensación y que hace posible que el esquema incorpore la perturbación. La modificación del sistema inicial puede ser relativamente profunda pero seguirá un principio "económico" en el que se buscará optimizar el cambio, de manera que a una mínima modificación del esquema se consiga el máximo beneficio de incorporar la perturbación. Es importante señalar que en este tipo de compensación se lleva a cabo una modificación que ya se encontraba como factible, en tanto que virtual, en el esquema original; y esto es relevante debido a que esta condición de apertura "previa" del esquema para realizar la compensación, será básico en el siguiente tipo de conducta, cuando se habrá incorporado como estrategia epistémica al esquema.

La conducta tipo  $\gamma$  consolida la compensación, anticipando las modificaciones virtuales del esquema para adelantarse a las posibles perturbaciones, por lo que éstas ya no son consideradas como tales, sino como transformaciones virtuales del sistema, en tanto son previsibles o deducibles. De acuerdo con esto, a cada transformación es posible aplicarle alguna operación de reversibilidad, que puede ser anulada por su inversa o bien invertida por su recíproca. Se establece entonces un sistema

cuyas transformaciones son todas solidarias, la operación  $T$  implica la existencia de  $T^{-1}$ , así como la del producto  $T \cdot T^{-1} = 0$ : por lo tanto, el sentido de la compensación es el de una simetría inherente a la organización del sistema, y no ya el de una eliminación de perturbaciones. (...) éste último caso es aquel en que debido a la misma composición de la estructura en juego, hay entonces anticipación de todas sus transformaciones posibles.

(EEC. p. 76)

Para Piaget este sistema, en el que se generan las conductas tipo  $\gamma$ , habrá de ser cerrado, de forma que no habrá posibilidad de que los datos exteriores sean fuentes de contradicciones, debido a que el mismo sistema alcanza internamente su equilibrio. Ésta es una característica de algunos sistemas operatorios de naturaleza lógico-matemática y de algunas explicaciones causales que hayan sido definidas adecuadamente, como para que puedan incorporar las variaciones que eran virtualmente admitidas desde un principio.

Se puede ver un progreso sistemático a lo largo de estas etapas, pero no son tres estadios generales, sino que se encuentran con regularidad en cada uno de los estadios cognitivos, desde el sensoriomotriz hasta las operaciones formales (Cfr. EEC. p. 77). En cualquier nivel

se comienza con un equilibrio muy inestable que paulatinamente se va consolidando en uno superior. En la sucesión de las etapas de la compensación, se identifican las modificaciones más significativas que tiene un sistema para equilibrarse a partir de las relaciones entre negaciones y afirmaciones. Modificaciones que establece dicho sistema en función de las perturbaciones.

En un principio, en las conductas tipo  $\alpha$  no se pueden aceptar las perturbaciones, por lo cual el esquema trata de mantener su estabilidad ignorándolas (negándolas) para conservar su débil equilibrio. Esta conducta refleja la incapacidad del sistema para volver sobre sus acciones y corregirlas a causa de su rigidez, que sigue un principio económico según el cual no tiene mayor gasto aunque tampoco tiene alguna ganancia.

Posteriormente, en las conductas tipo  $\beta$  se afirmará la perturbación, es decir se introducirá en el sistema produciendo una situación de inconsistencia que propiciará la búsqueda de las compensaciones necesarias para alcanzar un nuevo equilibrio. La reacción que se suscita para compensar la perturbación tiene un carácter retroactivo que busca integrar la perturbación como una variación en el sistema; aquí sí hay un gasto, pero que tendrá una clara ganancia al mejorar la extensión del sistema y aun en la modificación de su comprensión al desplazar el equilibrio.

Finalmente, en las conductas tipo  $\gamma$  se parte de un sistema que desde un principio capitaliza los costos de su estructuración, ya que se ha invertido más en su consolidación, y es capaz de actuar con anticipación a las perturbaciones; las relaciones entre afirmaciones y negaciones forman, desde un principio, parte fundamental del sistema que las coordina para mantener su equilibrio.

Las etapas de la compensación se desarrollan en todas las formas de equilibración, por lo cual Piaget afirma que:

Así es como la equilibración llega a sus primeras realizaciones, en forma de compensaciones entre las afirmaciones y las negaciones, tanto en las relaciones entre la diferenciación de las partes y la integración en un todo o en la conexión entre los subsistemas o entre los esquemas como en las relaciones elementales entre el sujeto y los objetos. (EEC. p. 80)

En cada estadio se encontrarán estas regularidades en los procesos de transformación del conocimiento. Las perturbaciones propiciarán la reacción del sistema que responderá con las compensaciones que pueda elaborar, para reorganizarse a través de nuevos vínculos de afirmaciones y negaciones, en cada una de las formas que propician la equilibración. Ya se trate de diferenciar e integrar las partes con el todo o de relaciones entre subsistemas o de los vínculos entre el sujeto y los objetos, siempre se caracterizará la equilibración por la activa relación de intercambio que se desarrollará a partir de las acciones del sujeto. No obstante que los intercambios entre el objeto y el sujeto partan de la acción de este último, será indisoluble en la relación el doble papel de estructurado y de estructurante que se irá intercambiando entre el sujeto y el objeto, en el avance del conocimiento. En efecto, partir

de ese intercambio se motivará la renovación de la estructura a partir de su función y mejoras en la función con la nueva estructura.

#### **2.4 Sujeto y objeto: estructurado y estructurante**

El sujeto siempre se encuentra estructurado en tanto que al relacionarse con el objeto lo hará desde una postura claramente definida por los esquemas de asimilación que lo caracterizan, de acuerdo con su nivel de desarrollo. Esto permite que el sujeto ejecute sus acciones sobre el objeto y le confiera aquellas propiedades que pueden ser construidas por la concordancia de los distintos esquemas de asimilación que se ponen en juego. También se puede considerar que el sujeto es estructurante del objeto, en el sentido cognoscitivo, ya que al conferirle propiedades lo está determinando. Por ejemplo, en los inicios del desarrollo cognitivo, los bebés, usando los esquemas que comienzan a coordinar como la prensión, la vista y el oído, se enfrentan a los objetos y los van conociendo por las propiedades que “tienen”, como el poder ser tomado por la mano o no, sus colores, si produce ruido al sacudirse, etc. Más adelante el sujeto será capaz de establecer relaciones complejas que le permitirán incluso clasificar a los objetos por las propiedades geométricas que puede atribuirles. Lo mismo ocurrirá en el sujeto que realiza un trabajo científico, su labor es estructurante cuando a partir del uso de sus teorías -y de su postura estructurada por ellas- determina las propiedades de sus objetos de estudio.

El objeto habrá de comprenderse como estructurado en tanto posee, de facto, propiedades que lo constituyen como ente real, y desde luego con independencia de la asimilación del sujeto. Su papel estructurante lo cumple al propiciar que se pongan en marcha los esquemas de asimilación del sujeto que habrá de enfrentarlo. Las propiedades de un objeto serán las que provoquen el funcionamiento de los diferentes esquemas del sujeto y su coordinación. Por ejemplo, si hay dos objetos muy similares, sean unos cilindros, pero que difieren en alguna característica como su grosor, y se le presentan a un niño pequeño para que los sujete, el esquema de la prensión habrá de ajustarse de modo diferente a uno y a otro; esa propiedad de cada objeto -su grosor- favorece la diferenciación en la aplicación del esquema que los asimila. También se podría señalar que cuando un sujeto realiza una seriación de objetos por su tamaño, ordenándolos de grande a pequeño, es justamente esta característica propia de cada objeto -su tamaño- lo que permitirá que el sujeto construya esas relaciones adecuadas, y esté, simultáneamente, estructurando su esquema con esa habilidad concreta. El sujeto también recibe de las propiedades del objeto, distintos estímulos que le permiten estructurarse.

Tanto en el sujeto como en el objeto, no es posible hacer una distinción radical entre los aspectos estructurante y estructurado; ambos se pueden distinguir, en uno y en otro, en todo momento. El propósito de hacer una diferencia radica en tener un punto de partida para esclarecer el proceso dinámico que se establece entre ambos y que tiene por resultado la formación de las estructuras cognitivas y en última instancia del conocimiento que se elabora por medio de ellas. Es en el avance de esas estructuras, motivado por el juego de su función constata, el que habrá de ir definiendo con mayor precisión el conocimiento del objeto. El papel de estructurado y de estructurante se precisa al considerar los aspectos de la

continuidad funcional y la discontinuidad estructural. Ese doble papel de estructurado y estructurante se muestra en esa transición de la estructura a la función y de la función a la estructura.

## **2.5 De la función a la estructura y de la estructura a la función**

Es preciso que se enfatice la relación, siempre indisociable, entre la estructura y la función en todo sistema epistémico. Pero es necesario también señalar cómo se distinguen entre sí y la manera en que se determinan mutuamente. Por una parte, es un supuesto básico de todo sistema cognitivo el tener esquemas de asimilación y que éstos necesariamente tienen una estructura. Este supuesto permite a Piaget sentar los dos postulados esenciales para elaborar su teoría de la equilibración: "*Primero: Todo esquema de asimilación tiende a alimentarse...* (y) *Segundo: Todo esquema de asimilación se encuentra obligado a acomodarse a los elementos que asimila...*" (EEC. p. 9). Ambos postulados implican los aspectos funcional y estructural de todo esquema de asimilación y presentan también criterios para distinguirlos.

Por principio se debe considerar que una característica esencial de la función del esquema se manifiesta en la acción de alimentarse. El término "alimentarse" es referido a la actividad de incorporar elementos al esquema, que al encontrarse constantemente en relación con el medio que le rodea se ve obligado a recibirlos a través diversos "estímulos" que serán discernidos y asimilados de acuerdo con la estructura. Es justamente en la composición estructural del esquema donde descansa su versatilidad para acomodarse a los elementos que asimila, de modo que por la flexibilidad de la estructura serán discernidos los "estímulos", para que el sujeto pueda manipularlos o comprenderlos. Debido a la apertura del funcionamiento del esquema, en algún momento serán incorporados los elementos perturbadores que hacen entrar en crisis al sistema al desequilibrar su estructura y que desencadenan el proceso de las compensaciones para buscar la reequilibración. Se puede ver así que el aspecto funcional afecta a la estructura constantemente y en algún momento propicia su reorganización.

Considerando el proceso desde la perspectiva estructural, los mismos supuestos nos permiten entender que toda función de asimilación es orientada directamente por el esquema. Esto implica que sus características estructurales determinan la manera en que la acción se desarrolla funcionalmente a partir de las posibilidades que la misma conformación estructural le da para incorporar los "estímulos" exteriores. La funcionalidad del sistema será de acuerdo con su nivel de estructuración, según tenga mejores relaciones internas, es decir, una estructura más compleja y estable podrá tener una mejor relación con el medio. La estructura afecta de un modo directo el funcionamiento del esquema, por lo que la reorganización estructural se reflejará directamente en dicha función.

La ejecución o desempeño que un sujeto tiene frente a su entorno, refleja cómo operan sus esquemas de asimilación y, por esto, lo primero que podrá ser apreciado, desde la perspectiva de un observador externo, serán los aspectos funcionales de esa interacción. Conforme la ejecución del sujeto se vaya "perfeccionando" y se puedan establecer

diferencias sustanciales a través del tiempo, es decir observando la conducta característica del sujeto en un primer momento  $t_1$  y en algún momento posterior  $t_2$ , será posible describir los aspectos en que la ejecución ha variado y que denotan avances en esa función de asimilación del sujeto.

Ahora bien, para destacar los aspectos estructurales que determinan los aspectos funcionales de la acción del sujeto, es necesario realizar un análisis más detallado de esas observaciones, para esto se requiere de la dirección de una teoría que permita comprender en forma sistemática las diferencias y postular principios que expliquen los cambios. A estas tareas Piaget se dedicó, durante un largo periodo, para construir su teoría epistemológica. Teoría que no se conformó con la instauración de una psicología evolutiva, que se elaboró para comprender desde esa perspectiva el desarrollo cognitivo del sujeto, sino que buscó en la historia de la ciencia, a través de la colaboración interdisciplinaria, los elementos que también marcan los cambios y las pautas funcionales y estructurales de distintas teorías científicas. Sobre esta misma teoría es posible realizar una revisión de sus cambios y de sus aspectos funcionales y estructurales, siguiendo como hilo conductor el desarrollo de la noción fundamental de la equilibración. Éste es el propósito de los siguientes dos capítulos.

## CAPÍTULO II.

# LA EQUILIBRACION: PERSPECTIVA FUNCIONAL

## I. LOS ESTUDIOS PSICOGENÉTICOS DE LOS PRIMEROS AÑOS

### 1. Relevancia de la perspectiva funcional

De los trabajos psicogenéticos que desarrolló Piaget durante sus primeros 20 años de investigación epistemológica, destacan aquellos que se caracterizan por una particular atención sobre los aspectos funcionales del proceso de desarrollo cognitivo del sujeto. Así, del conjunto de las investigaciones de ese periodo, sobresalen particularmente las realizadas sobre sus propios hijos en sus primeros años de vida y que le proporcionaron suficiente material para elaborar las obras: *El nacimiento de la inteligencia en el niño*, *La construcción de lo real en el niño* y *La formación del símbolo en el niño*. Con estas obras Piaget logra probar la fecundidad de su método de investigación y consigue mostrar cómo se construye el pensamiento en los primeros años de la vida; también en ellas es posible encontrar algunos elementos que serán decisivos para construir la noción de equilibración. Básicamente en torno al análisis de estas obras se realiza el desarrollo del presente capítulo.

Se debe acentuar que el énfasis inicial en los aspectos funcionales del desarrollo cognitivo de los sujetos no es algo deliberado, sino el resultado natural, por una parte, de la carga teórica con la que Piaget comienza sus estudios psicogenéticos y, por otra, de las circunstancias que los motivaron. Así en primer lugar, siendo biólogo en su formación, Piaget se familiarizó en el estudio sistemático del análisis de la vida, y mostró su rigor científico desde sus primeros trabajos de investigación. Comenzó realizando estudios sobre moluscos en su pueblo natal. Después, su tesis doctoral fue sobre la distribución y variabilidad de los moluscos del Valais, una región de Suiza. En segundo lugar, cuando trabajaba en la estandarización de unas pruebas de inteligencia para niños parisinos, se interesó en descubrir las razones por las que estos fracasaban de modo sistemático al responder determinadas preguntas. Pronto descubrió, utilizando interrogatorios de tipo clínico para estudiar la cadena de razonamientos seguida por los niños, que la lógica no es algo innato, sino que se va desarrollando poco a poco; y que hay determinados patrones en los que se manifiesta la "lógica" que guía el razonamiento de los niños, al responder ante diferentes problemas. Esa lógica juega un papel que orienta y justifica las respuestas de los niños y hace que para ellos se mantenga una coherencia y efectividad funcional al resolver los problemas que se les presentan.

Así, cuando Piaget se aboca a dilucidar las características propias del nacimiento de la inteligencia, la naturaleza misma de sus observaciones le lleva a realizar una descripción de la conducta de los niños que es explicada en términos de la efectividad funcional que tienen sus esquemas de asimilación; y además a partir de esa misma efectividad es comprendido su avance. La teoría de la evolución del conocimiento adopta muchos términos del desarrollo biológico. Así, se tomarán conceptos como organización y adaptación, y asumiendo esa relación entre la organización de un ser vivo y su adaptación al medio, se desarrollarán las nociones de asimilación y acomodación, que prefiguran ya a la equilibración.

## 2. El principio de una noción explicativa

La noción de equilibración, según el mismo Piaget, quizá fue acuñada hasta 1950 en su obra *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*<sup>1</sup>. Pero es posible identificar sus orígenes al menos desde *El nacimiento de la inteligencia en el niño*, en donde se habrá de presentar la relación entre asimilación y acomodación, como uno de los vínculos fundamentales para comprender el desarrollo de la inteligencia.

En una visión retrospectiva de todo el conjunto de la epistemología genética de Piaget, se reconoce que la noción de equilibración es central, pero las nociones de asimilación y acomodación habrán de jugar un papel primordial para que ésta pueda ser desarrollada. En un principio, debido al impulso de estas nociones, Piaget planteará una solución diferente a las propuestas por distintas escuelas filosóficas para resolver el problema del origen del conocimiento. Esta solución se presentará de manera explícita en una actitud de crítica frontal a tradiciones tanto idealistas como empiristas; confrontando a estas posturas en sus mismos supuestos para resolver la cuestión de ¿en dónde radica la prioridad en la construcción del conocimiento, en el sujeto o en el objeto?, Piaget, asumiendo esta problemática, señala:

...no podemos dejar de preguntarnos si toda información cognoscitiva emana de los objetos y viene desde fuera a informar al sujeto, como suponía el empirismo tradicional, o si, por el contrario, el sujeto está provisto desde el comienzo de estructuras endógenas que impondría a los objetos, según las diversas variedades del apriorismo o del innatismo. Pero, incluso multiplicando los matices de las posiciones extremas (y la historia de las ideas ha mostrado el número de las combinaciones posibles), el postulado común de las epistemologías conocidas es suponer que a todos los niveles existe un sujeto que conoce sus capacidades en grados diversos (...), objetos que existen como tales a los ojos del sujeto (...), y sobre todo instrumentos de intercambio o de conquista (percepciones o conceptos) que determinan el trayecto que conduce del sujeto a los objetos o viceversa. (EG. pp. 41-42)

Las investigaciones de Piaget habrán de mostrar la necesidad de un nuevo planteamiento aún en la misma forma de caracterizar y abordar el problema, ya que no se partirá de un sujeto o de un objeto, ya establecidos, y ni siquiera de los *instrumentos de intercambio*, sino que habrá de reconstruirse genéticamente el proceso de desarrollo de esos mismos instrumentos y de la construcción del sujeto -en el sentido de su consciencia y su conocimiento- y de los objetos -en el sentido de su realidad y características para el sujeto que los conoce-. Así, al concentrarse en la construcción de los instrumentos de intercambio, desde las bases biológicas que asume en la organización del sujeto y su adaptación, serán las funciones continuas de la asimilación y la acomodación, las que habrán de constituirse en la primera hipótesis para explicar la dinámica de la interacción entre el sujeto y el objeto.

La equilibración será, al final de un largo camino, la hipótesis central para dar cuenta de esos principios que sigue la dinámica del proceso interactivo entre el sujeto y el objeto; pero

---

<sup>1</sup> Piaget menciona este dato en una respuesta a Henriques en el homenaje que se le rindió en 1976 por su 80 aniversario. (Cfr. EGE, p. 131)



es desde el planteamiento inicial del nacimiento de la inteligencia, a partir de las invariantes funcionales de la asimilación y la acomodación, que comienzan a darse los pasos para la elaboración de la teoría de la equilibración.

Ahora bien, si el énfasis se pondrá en la relación no será en detrimento de la atención puesta en los extremos, es decir: en el sujeto y en el objeto; sino antes bien el estudio genético permitirá un análisis detenido de la manera en que cada extremo se habrá de insertar en el proceso y cómo habrá de irse constituyendo a lo largo del mismo. Así, atendiendo a la formación de los esquemas de asimilación del sujeto, los primeros estudios en *El nacimiento de la inteligencia en el niño*, habrán de mostrar el sentido que tiene la asimilación en toda la etapa inicial. Por esto se atenderá el sentido que va de la asimilación a la acomodación y que señala cómo la acción del sujeto, enfrentándose constantemente a los objetos, habrá de “someterse” a estos en un principio para la construcción de los esquemas.

Posteriormente, una vez que se comienzan a consolidar los esquemas sensoriomotrices, constituyendo ya a un sujeto que inicia en la toma de consciencia de sí, el proceso habrá de mostrar el sentido que va de la acomodación a la asimilación para que el sujeto “construya” a los objetos reales. Así, en *La construcción de lo real en el niño*, Piaget señalará cómo se coordinan los diferentes esquemas para sentar las nociones básicas de objeto, espacio, tiempo y relación causal. En este análisis se pueden precisar algunos de los matices que se cumplen en el proceso de equilibración cuando el sujeto debe aplicar sus esquemas a los objetos que asimila.

Finalmente se reconoce que las funciones de asimilación y acomodación, invariantes a lo largo del desarrollo cognitivo, se presentan siempre en una estrecha relación que es indivisible y que se va consolidando a lo largo del tiempo. Así, ambas funciones habrán de integrarse y en *La formación del símbolo en el niño*, Piaget muestra cómo su progresiva relación armónica permitirá al sujeto superar el egocentrismo inicial e ir incorporando los datos de su entorno y las exigencias propias del plano social que le permitirán desarrollarse hasta conquistar la actividad propiamente operatoria.

De esta manera hay distintos aspectos de estos estudios que se incorporarán a la teoría de la equilibración. Uno será la forma en que los esquemas del sujeto se relacionan con los objetos para asimilarlos. Otro serán las relaciones entre esquemas y su mutua integración, para constituirse en esquemas más complejos. La dinámica temporal, de los procesos de transformación de los esquemas y de los conocimientos que producen, también habrá de ser un aspecto que se empiece a desarrollar para constituir la teoría de la equilibración. Por todo esto el desarrollo del presente capítulo mostrará el inicio de una noción explicativa de los procesos de transformación del conocimiento: la equilibración.

En principio deberá analizarse la parte de la teoría que muestra el desarrollo de la asimilación y que habrá de propiciar la construcción de las primeras conductas inteligentes.

## II. EQUILIBRACIÓN: DE LA ASIMILACIÓN A LA ACOMODACIÓN

### 1. El nacimiento de la inteligencia

Para Piaget, la inteligencia no nace con el lenguaje sino que tendrá un desarrollo que le antecede y que habrá de sentar bases fundamentales para su formación y su consolidación en el pensamiento. Esto se comprende a partir de la noción de inteligencia que utiliza y a la que asocia leyes funcionales invariantes:

...la inteligencia constituye una actividad organizadora cuyo funcionamiento prolonga el de la organización biológica, al tiempo que lo desborda y supera gracias a la elaboración de nuevas estructuras. (...) aunque las estructuras sucesivas debidas a la actividad intelectual difieren entre sí cualitativamente, obedecen siempre a las mismas leyes funcionales: a este respecto la inteligencia sensoriomotriz puede compararse a la inteligencia reflexiva o racional... (NIN. p. 386)

Piaget enfatiza no sólo que la inteligencia es una actividad, sino que también es el resultado de las actividades del sujeto; y por esto es fundamental comprender las condiciones iniciales que hacen posible su actividad. Esas condiciones serán determinadas por las características del sujeto debidas a su organización biológica. En términos generales se puede precisar que la herencia biológica permite determinadas conductas espontáneas en los niños pequeños a modo de reflejos o acciones circulares, que en principio se manifiestan en un sentido anárquico, mostrando la incoordinación inicial del sujeto. Pero poco a poco se van "regularizando" las conductas ante determinadas interacciones del sujeto con los objetos que constituyen el entorno que le rodea; así se va realizando el proceso histórico en el que se integran y consolidan los esquemas de asimilación sensoriomotrices hasta que son perfectamente coordinados por el sujeto cuando consigue realizar conductas inteligentes, es decir organizadoras.

Ahora bien, la inteligencia, como actividad organizadora, deberá cumplir con algunas características precisas para que Piaget la considere presente en los sujetos. En primer lugar deberá mostrar la presencia de intencionalidad por parte del sujeto. Esto se reconoce por la capacidad de diferenciación entre medios y fines. Un ejemplo al respecto, se presenta cuando los sujetos son capaces de hacer un uso instrumental de un objeto, con el fin de acercarse otro objeto, o bien con el fin de provocar en él alguna reacción. Por otra parte, deberá manifestarse una movilidad para que los esquemas puedan ser aplicados a situaciones nuevas. Esto indicará que de modo efectivo comienza el sujeto a tener un dominio en el control de sus esquemas y que la primacía inicial del objeto va cediendo para dar lugar a una mayor presencia del sujeto en los resultados de la interacción. Así, esto mismo obedece a ciertos condicionamientos evolutivos para el desarrollo del sujeto.

Nuevamente lo evolutivo vuelve a referirse a la influencia de las ideas de organización biológica. Debido entonces a que esta organización tiene una prominente relevancia en las observaciones desarrolladas por Piaget y de ahí se construirá todo un sistema explicativo de la dinámica de la inteligencia, es necesario hacer una revisión más precisa ella.

## 2. La organización biológica y el desarrollo de la inteligencia

La concepción de que la inteligencia está siempre asociada a un proceso constructivo de intercambios con el medio, parte de que en ella se reproducen las funciones biológicas más generales: la organización y la adaptación. Atendiendo a la adaptación como un proceso y no como un estado, Piaget señala que ésta es favorable cuando el ser vivo consigue las variaciones requeridas para tener mejores intercambios con el medio y logra promover así su desarrollo. Las variaciones serán indisolubles a la organización misma con la que el ser vivo inicie esas relaciones con el medio.

Piaget desarrolla un modelo completo para explicar cómo se asocian las funciones biológicas con las intelectuales y cómo se habrán de construir desde éstas las categorías de la razón:

<i>Funciones biológicas</i>	<i>Funciones intelectuales</i>	<i>Categorías</i>
Organización	Función reguladora	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Totalidad X relación (reciprocidad)</li> <li>B. Ideal (objetivo) X valor (medio)</li> </ul>
Adaptación	Asimilación    Función implicativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Cualidad por clase</li> <li>B. Relación cuantitativa por número</li> </ul>
	Acomodación    Función explicativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Objeto X clase</li> <li>B. Causalidad X tiempo</li> </ul>

Es conveniente identificar en este esquema los conceptos que muestran, para sus estudios sobre el nacimiento de la inteligencia, la estructura interpretativa de las observaciones de Piaget y tenerlo presente para reconocer el origen de algunos de ellos en las propias observaciones. Algunos de estos conceptos, serán desde un inicio fundamentales y habrán de reiterarse constantemente a lo largo de sus trabajos epistemológicos. Particularmente se puede encontrar un concepto fundamental -que es quizá una primera alusión a lo que posteriormente se desarrollará como teoría de la equilibración- en la siguiente idea de Piaget:

Las categorías relativas a la función de organización constituyen lo que de acuerdo con Hoeffding podemos denominar las "categorías fundamentales" o reguladoras, es decir que se combinan con todas las restantes y se encuentran en toda operación psíquica. Nos parece que estas categorías pueden ser definidas, desde un punto de vista estático, por las nociones de totalidad y de relación, y, desde un punto de vista dinámico, por las de ideal y valor. (NIN. p. 20)

Así, la organización es la forma en que habrán de disponerse tanto los órganos y la estructura fisiológica de los seres vivos para su vinculación con el medio, como en el caso particular de los seres humanos también habrá de ser el modo específico en que se ordenen sus esquemas para interactuar con los objetos. Por esto la organización siempre estará presente en todo intercambio del ser vivo con el medio que le rodea y constituye el aspecto interno de todo proceso adaptativo. La organización entonces habrá de estar en toda función de asimilación y de acomodación e incluso en las síntesis que se produzcan entre estas. Así, la acción reguladora de la organización es una función que más tarde será comprendida como uno de los aspectos de la equilibración y por ello presente en todo proceso de construcción de conocimiento.

De acuerdo a lo dicho por Piaget, las categorías de “*totalidad y relación*” y las de “*ideal y valor*”, representan, el carácter estable y dinámico, respectivamente, que promueve la regulación en la estructura epistémica de los sujetos. En principio debe reconocerse la correlación entre los conceptos ya que la noción de totalidad implica la noción de relación y ésta implica aquella, así una “...totalidad es un sistema de relaciones, de la misma manera en que una relación es un fragmento de totalidad” (NIN p.20). Lo que da movilidad a esta noción es que no se define cuál es la totalidad, de manera que habrá diferentes totalidades y las nociones de ideal y valor serán útiles para comprender los procesos que van de una totalidad a otra, ya que:

...las relaciones entre ideal y valor son las mismas que las existentes entre totalidad y relación. Ahora bien, los ideales o valores de cualquier orden no son mas que unas totalidades en vías de constituirse, puesto que el valor no es sino la deseabilidad en todos los niveles. La deseabilidad es, en efecto, el indicio de una ruptura de equilibrio o de una totalidad no terminada, y que tiende a este elemento para realizar su equilibrio. (NIN. p. 21)

Piaget señala con esto que el equilibrio de las totalidades tiende a un equilibrio ideal que jamás es alcanzado por la inteligencia, sin embargo la estructura epistémica siempre tenderá a buscar un mejor equilibrio. De aquí es posible que surja el postulado de la necesidad de alimentación de todo esquema de asimilación del sujeto, que es fundamental para la teoría de la equilibración. Esto se repetirá entonces en cada una de las conductas inteligentes del sujeto y así se debe apreciar que estas categorías de la inteligencia, se habrán de encontrar también en las funciones que se derivan de la adaptación.

Ahora bien, a partir de la misma adaptación se desarrollan otras categorías para la inteligencia que juegan un papel muy importante en todos los estadios del desarrollo cognitivo del sujeto. Por principio se asocian a las dos funciones adaptativas básicas, es decir a la asimilación y a la acomodación, las funciones implicativa y explicativa, respectivamente.

A la asimilación, considerada como el primer hecho de la vida psíquica, se le asocia la función implicativa, como función intelectual. Esto conlleva, como categorías de la razón, a la cualidad por clase y a la relación cuantitativa por número. Piaget señala que las clases habrán de ser síntesis de cualidades y que, por otra parte, las relaciones cuantitativas o de

los números también se les unirán para consolidarse como instrumentos elementales para la inteligencia. Estas categorías habrán de formarse a partir de las abstracciones empíricas, que desarrolla el sujeto sobre las impresiones que recibe de la realidad y por las abstracciones reflexivas, generadas a partir de la coordinación de sus propias acciones. Lo relevante de esto es que a la simple actitud receptora de la asimilación se le incorpora una acción constructiva, que constituirá además un fuerte vínculo con la acomodación.

A la acomodación se le vinculará la función explicativa, como función intelectual y se le asociarán, como categorías de la razón, las categorías de espacio por objeto, y causalidad por tiempo. Esto significa que la coordinación de los esquemas propiciará la manipulación de la realidad hasta que el sujeto logre establecer esas categorías básicas para que el pensamiento sea capaz de construir explicaciones.

Ahora bien las relaciones entre organización y adaptación, así como la de asimilación y acomodación son siempre necesarias y determinantes para la construcción del conocimiento científico, ya que en él se hace presente:

...la correlación de las categorías funcionales: ninguna estructura espacio-temporal objetiva y causal es posible, efectivamente, sin una deducción lógica-matemática, constituyéndose de esta manera estas dos realidades en sistemas solidarios de totalidades y relaciones. (NIN. p. 22)

Así, se establece la síntesis de las funciones de organización (totalidades y relaciones) y de adaptación (asimilación y acomodación) para la construcción del conocimiento. En estas ideas Piaget presenta la postura que mantendrá incluso en su misma teoría de la equilibración, acerca del vínculo entre las construcciones formales del sujeto y la construcción de explicaciones causales. Ahora bien, para que se realice esta síntesis nuevamente se presenta la necesidad de la relación con el entorno para explicar el desarrollo de la inteligencia, ya que la posibilidad de estas construcciones estriba en la relación que se establece entre el organismo del sujeto y el medio que le rodea:

Podemos, pues, concebir la actividad intelectual, arrancando de una relación de interdependencia entre el organismo y el medio, o de indiferenciación entre el sujeto y el objeto, progresa simultáneamente en la conquista de las cosas y la reflexión sobre ella misma, siendo correlativos estos dos procesos de direcciones contrarias. (NIN. p. 28)

Para atender ambas direcciones, tanto a la construcción de los mismos esquemas de asimilación que es fundamental para la posterior reflexión del sujeto sobre sí, para dar lugar a su autoconocimiento, como también a la construcción de las "cosas" que le permiten conquistar y dar realidad al mundo; Piaget presenta los resultados de sus observaciones, como ya se mencionó, en dos obras: *El nacimiento de la inteligencia en el niño* y *La construcción de lo real en el niño*. La dirección hacia la construcción interior del sujeto, es lo que a continuación se presentará, a partir de la primera obra, enfatizando la primacía del objeto para la construcción de los esquemas de asimilación del sujeto.

### 3. La asimilación y la primacía inicial del objeto

En los estudios psicogenéticos que se realizan para reproducir el proceso que siguen los sujetos para llegar a sus primeras conductas inteligentes, la observación se profundiza en la constitución de los esquemas de asimilación del sujeto. Este énfasis en el sujeto muestra, sin embargo, la primacía inicial que tienen los objetos para echar a andar esos esquemas de asimilación. De acuerdo con sus observaciones y haciendo una interpretación de las mismas, a partir de su teoría, Piaget afirma tres características de la asimilación:

...la asimilación funcional presenta un aspecto fisiológico y un aspecto psicológico indisolubles: su detalle es fisiológico mientras que la reacción de conjunto puede ser llamada psíquica. (...) la asimilación explica el hecho primitivo generalmente admitido como el más elemental de la vida psíquica: la repetición... La cosa no es inteligible sino a condición de que la conducta repetida presente una significación funcional, es decir, revista un valor para el mismo sujeto. (...) la asimilación engloba... la coordinación entre lo nuevo y lo viejo, que anuncia el proceso del juicio. La asimilación contiene en embrión todos los mecanismos intelectuales y constituye... el hecho realmente primero. (NIN. p. 49)

Las observaciones de Piaget muestran ese origen indisoluble entre el aspecto fisiológico y el psicológico de los esquemas de asimilación. Así, ésta es la base para asegurar que la asimilación es el primer hecho de la vida psíquica, debido a que la receptividad fisiológica, de diferentes partes del organismo, permitirá al sujeto la formación de regularidades en sus conductas, inicialmente incoordinadas. Así por ejemplo, los movimientos de la mano y de los dedos habrán de formar el esquema de prensión del sujeto, que pasando por cinco etapas, distinguidas por Piaget, le llevarán a una coordinación del esquema que le permitirá la manipulación de los objetos. Sobre este mismo esquema se puede apreciar la importancia del objeto pues desde la primera etapa -considerada como del puro reflejo- cuando algún objeto ejerce una presión sobre la palma, el sujeto cerrará la mano. Posteriormente, después de varias etapas, se llegará a un pleno dominio del esquema que se conseguirá en la relación con otros esquemas, como son la visión y la succión; pero para la vinculación entre estos esquemas, vuelve a ser fundamental la presencia del objeto. Por reflejo la boca también succiona y la vista sigue a la luz, pero será a partir de la presencia de los objetos que estos esquemas se estimulen y finalmente logren coordinarse. La siguiente observación ilustra una parte del proceso:

Obs. 79.-Lucienne, a los 0;4 (15), mira un sonajero con una mímica de deseo, pero sin extender la mano. Coloco el sonajero cerca de su mano derecha. En cuanto Lucienne percibe juntos el sonajero y la mano, acerca ésta a aquél y acaba por asirlo. Un momento después, está mirando su mano. Pongo el sonajero a su lado: Lucienne lo mira, después dirige sus ojos hacia su mano, luego nuevamente hacia el sonajero, tras lo cual desplaza lentamente la mano en dirección del sonajero. En cuanto lo toca, hace un esfuerzo para asirlo y lo consigue. (NIN. p. 115)

En esta observación se hace patente la relevancia del objeto -en este caso el sonajero- para que se coordinen los esquemas de la prensión y de la visión. Conforme se van repitiendo las circunstancias los esquemas tienen ocasión de ejercitarse y se da lugar a la repetición, que es la segunda característica fundamental de la asimilación.

La repetición de la conducta permite, paulatinamente, el dominio del esquema pero además confiere una significación concreta a los objetos y aún a los mismos esquemas. Esta significación es posible porque cada esquema habrá de distinguir determinadas cualidades en los objetos. Esas cualidades se encuentran vinculadas estrechamente con las posibilidades que tiene el esquema para actuar sobre los objetos y habrán de sintetizarse en clases. Esto dará inteligibilidad a las cosas del mundo, y permitirá también que los mismos esquemas se asimilen entre sí. Piaget presenta, como resultado de la repetición de experiencias, la posibilidad de la asimilación recíproca entre los esquemas de la prensión y la visión, que implicará los intentos por asir aquello que se observa, así como de llevar al campo visual aquello que puede ser sujetado:

Que la mano intente coger todo aquello que mira el ojo, es natural, ya que las conductas características de la cuarta etapa han enseñado al niño que ello era posible cuando la mano es percibida al mismo tiempo que el objeto: el comportamiento típico de la quinta etapa no es a este respecto sino una generalización de las coordinaciones propias de la cuarta. (NIN. p. 123)

Para que haya sido posible la generalización, las coordinaciones debieron repetirse hasta constituir un significado funcional, es decir, establecer algunas constantes de las posibilidades mismas de la aplicación del esquema. Por ejemplo, los objetos al ser percibidos por el tacto tendrán una característica sensible como su dureza o blandura, su rugosidad, etc.; por otro lado, podrán ser percibidos también por la visión y así tendrán otras características, su brillo o su opacidad; además si pueden ser manipulados y al moverlos producen ruido o no, tendrán un significado más, pero todo esto siempre será de acuerdo a la función del esquema que se ha puesto a trabajar para asimilarlos. Ahora bien, para esto es indiscutible la primacía del objeto a partir del cual se desencadenan los esquemas del sujeto. Los objetos tienen un sentido de estímulo a los esquemas de asimilación, pero poco a poco habrá de reconocerse también la modificación de los esquemas, esto es su acomodación, para que se articulen conforme a las características particulares de los objetos que son asimilados. Así, por ejemplo, la mano habrá de ajustarse al grosor del objeto que busca tomar. Entonces, el sentido del proceso adaptativo, en las primeras etapas, va de la asimilación, que es el primer hecho con el que responde el sujeto a los objetos que le estimulan, a la acomodación que será la regulación de los esquemas del sujeto para lograr adecuarse a las exigencias del objeto.

En este procedimiento de la adaptación, se manifiesta otra característica de la asimilación: la posibilidad de realizar una coordinación entre lo nuevo y lo viejo. Considerando como lo viejo aquellas propiedades funcionales de sus esquemas sensoriomotrices, y más adelante sus sistemas de operaciones, el sujeto incorpora los nuevos objetos a través de la acción de dichos esquemas o sistemas de operaciones. Dado que los objetos, para el conocimiento que construye el sujeto, no tienen en sí mismos cualidades propias, tendrán entonces que

incorporarse a través de aquellas cualidades que pueden ser aportadas por la acción de los esquemas ya existentes. En este sentido la complejidad de los mismos esquemas estará determinada por un proceso constructivo que tiene un desarrollo histórico y que da cuenta de los tipos de asimilación que el sujeto va realizando. En un principio se ejercerá la más simple asimilación funcional, después habrá una asimilación generalizadora, luego una reconocedora y finalmente una asimilación reproductora. Al respecto, refiriéndose a las primeras etapas del desarrollo del sujeto, Piaget afirma:

La asimilación es ante todo puramente funcional, es decir repetición acumulativa y asimilación del objeto a la función: succionar por succionar, mirar por mirar, etc. En cuanto tal asimilación psicológica, prolonga sin más la asimilación funcional orgánica y no requiere una explicación especial. Después en la medida en que la asimilación del objeto a la función se extiende a unos objetos cada vez más diversos, la asimilación se convierte en "generalizadora", es decir se combina con unas acomodaciones múltiples. (...) por el hecho mismo de esta diferenciación, la asimilación llega a ser reconocedora, es decir, percepción de objetos o más precisamente cuadros sensoriales, en función de las actividades múltiples diseñadas por la asimilación generalizadora. (NIN, p. 141)

La coordinación entre lo viejo y lo nuevo permite que se haga más compleja la asimilación y se constituye en una estrategia epistémica funcional. Así, como estrategia parte de una acción consolidada y al reproducirse en nuevos objetos, incorporará sus éxitos o fracasos funcionales de modo que podrá ir primero reconociendo determinados objetos, y posteriormente reproduciendo alguna conducta interesante sobre ellos. La siguiente observación ejemplifica la reproducción de un determinado esquema que se repite con el propósito de volver a provocar un fenómeno interesante:

Laurent se encuentra golpeando un cojín cuando produzco un ruido al golpear mi dedo medio contra la base del pulgar. Entonces Laurent sonríe y comienza a golpear el cojín pero mirando fijamente mi mano: como yo no me muevo ya, él golpea cada vez con más fuerza, con una mímica inequívoca de deseo y espera, y, en el momento en que yo reanudo el ruido con los dedos, se detiene como si ya hubiese conseguido su objetivo. (NIN, p. 195)

En función de la complejidad creciente de los esquemas de asimilación y del ejercicio que tienen para interactuar con los objetos, Piaget clasifica sus observaciones en etapas y estadios (modelo que está presente a lo largo de todos sus trabajos experimentales). Así, se registran los cambios más significativos que tienen los esquemas en su proceso de constitución. La asimilación no es inicialmente un proceso perfectamente estable y que incorpore con todo éxito, en cada situación, los objetos a los que se enfrenta. Por el contrario, debido al imperativo de su funcionalidad, en un principio buscará imponer su forma de manera análoga a situaciones previas, aún cuando en la realidad se esté enfrentando a características peculiares que no se le han presentado, de aquí que la asimilación sea considerada como deformante en algunas ocasiones. Desde luego, la misma funcionalidad de los esquemas iniciales comenzará a vincularlos, ya que en principio son independientes. A partir de estos vínculos se construirán diferencias en las relaciones y se desarrollará una diferenciación también en los objetos asimilados. Para que sea posible esta



construcción de esquemas, son necesarios los cambios en las relaciones de los procesos de asimilación y acomodación; así Piaget distingue los estadios más significativos en relación a los vínculos que se dan entre ellos:

...durante todo el estadio de las puras reacciones primarias, la acomodación permanecía relativamente subordinada a la asimilación: chupar, mirar, asir, consistía sin más en incorporar los objetos percibidos en los esquemas correspondientes de asimilación, sin perjuicio de acomodar estos esquemas a la diversidad de las cosas. (...) En el otro extremo de las conductas sensoriomotrices, es decir, en las reacciones circulares terciarias (...) la acomodación precede, por el contrario, en un cierto sentido a la asimilación: en la presencia de los objetos nuevos, el niño busca intencionalmente en qué son nuevos y experimenta de este modo con ellos antes de asimilarlos a un esquema construido al efecto. La acomodación evoluciona, pues, de la simple diferenciación de los esquemas (...) a la búsqueda de lo nuevo... (NIN. p. 171)

Ahora bien, la misma evolución de la acomodación sintetiza la importancia que tiene para los esquemas de asimilación del sujeto, su constante interacción con los objetos. En ese desarrollo se muestra la primacía de los objetos que promueven la adaptación del sujeto al medio. Las observaciones y la interpretación de las mismas, muestran cómo el sujeto comienza centrado sobre sí mismo y sus esquemas de asimilación, para que su misma organización funcional le lleve gradualmente a ir diferenciando los mismos esquemas, primero en respuesta a los estímulos de los objetos y posteriormente en la búsqueda de provocar reacciones sobre ellos. Esto conlleva el rechazo a pensar que el sujeto simplemente descubre las características de la realidad, o que habrá de inventarlas o poseerlas de manera previa al contacto con ella. Enfatiza en cambio un proceso constructivo en el que es fundamental el encuentro del sujeto con el objeto para que ambos se definan mutuamente y se resuelva la cuestión:

...¿en qué consiste la aportación del sujeto y cómo distinguir la influencia del objeto? Al comienzo la distinción sigue siendo ilusoria: el objeto en cuanto alimento funcional y la propia actividad se confunden radicalmente. En cambio, en la medida en que la acomodación se diferencia de la asimilación, podemos decir que el papel del sujeto se afirma esencialmente en la elaboración de las formas mientras que corresponde a la experiencia proporcionarles un contenido. (...) la forma no podría dissociarse de la materia: las estructuras no están preformadas en el interior del sujeto sino que se construyen en medida en que surgen las necesidades y las situaciones. (...) dependen de la experiencia. (NIN. p. 393)

De este modo la organización partirá del proceso de asimilación y habrá de dar un lugar creciente a la acomodación mediante los más elementales procesos de equilibración que se realizarán justamente entre estas invariantes funcionales del sujeto. Los esquemas irán consolidando esta relación de modo que sea solidaria en su conjunto para el desarrollo del sujeto y de su conocimiento de la realidad. Pero aún deberán sucederse otras etapas para que se consiga que estos invariantes funcionales actúen de un modo perfectamente regulado y propicien una mejor construcción de los esquemas de asimilación. Un análisis de la progresiva coordinación de estos invariantes, pero ahora desde la perspectiva de la acomodación y de la consecuente construcción de lo real, es lo que se verá a continuación.

### III. EQUILIBRACIÓN: DE LA ACOMODACIÓN A LA ASIMILACIÓN

#### 1. La construcción de lo real

En *La construcción de lo real en el niño*, se seguirá un énfasis en sentido contrario al que se presentó en *El nacimiento de la inteligencia en el niño*, es decir en lugar de atender la formación de los esquemas desde su encuentro con los objetos, se atenderá a la construcción de las categorías que dan realidad a esos objetos que son asimilados por el sujeto. En este caso los procesos de acomodación determinarán los avances más significativos en la conquista del sujeto sobre la realidad y deberán estudiarse especialmente, ya que:

...el objeto y la causalidad no son más que la acomodación de lo real al esquematismo de la asimilación. Pero es lícito estudiarlo aparte, ya que la descripción del comportamiento ya no es suficiente para dar cuenta de estos nuevos productos del trabajo intelectual; intentaremos analizar a partir de aquí la representación de las cosas que se hace el sujeto. (CRN. p. 8)

De esta manera, Piaget establece incluso una razón más para hacer un estudio por separado, ya que no es suficiente la descripción de las acciones del sujeto y eso propicia la introducción de una nueva característica en su método de investigación para sus observaciones en este periodo: la interpretación de las acciones del sujeto para explicar las posibles representaciones que éste se formula al interactuar de modo racional con su medio. Para evitar los riesgos de introducir distorsiones al interpretar, Piaget se concentra nuevamente en la observación del comportamiento del sujeto, pero en esta ocasión le “dará vuelta” para reconstruir su punto de vista y establecer sus representaciones. Así, la expresión de la inteligencia funcional del sujeto dejará entrever la representación que se hace de las cosas. Sobre las observaciones de los primeros meses Piaget interpreta lo siguiente:

...se puede afirmar que durante los primeros meses de la existencia, mientras que la asimilación queda centrada en la actividad orgánica del sujeto, el universo no representa ni objetos permanentes, ni espacio objetivo, ni tiempo que enlace los acontecimientos como tales, ni causalidad exterior a las propias acciones. Habría que hablar de solipsismo si el niño se conociera a sí mismo. En todo caso se puede hablar de un egocentrismo radical para designar este fenómeno sin consciencia de sí, pues los cuadros móviles que percibe el sujeto sólo los conoce dentro de los límites de su actividad elemental. (CRN. p. 8)

Además de la descripción de la falta de consciencia del sujeto, se establecen aquí las nociones centrales que el mismo sujeto habrá de construir para poder acceder a un manejo coherente de la realidad y que implica una correlativa representación de la misma, dichas nociones son: objeto, espacio, tiempo y causalidad. Estas nociones revisten en sí mismas una gran importancia epistemológica y es fundamental su reconstrucción en los estudios genéticos que hace Piaget. La elaboración de la permanencia del objeto y del continuo campo espacial son una primera conquista del sujeto a las que habrán de asociarse el tiempo

y la causalidad, en todas ellas la acomodación jugará un papel central y la equilibración se hará presente en su desarrollo.

## 2. La noción de objeto y el campo espacial

La primera noción que habrá de construir el sujeto para que tenga la capacidad de realizar un manejo coherente de su entorno, será propiamente la noción de objeto. Esta noción será también fundamental para que correlativamente se construyan las siguientes nociones básicas:

Un mundo sin objetos no podría representar el carácter de homogeneidad espacial y de coherencia en los desplazamientos que define nuestro universo. Por otro lado, la ausencia de "grupos" en los cambios de posición equivaldría a transformaciones sin retorno, es decir, a continuos cambios de estado, a la ausencia de objetos permanentes. (...) Un mundo compuesto de objetos permanentes constituye no solamente un universo espacial, sino también un mundo dependiente de la causalidad, bajo la forma de relaciones entre las cosas como tales, y ordenado en el tiempo, sin continuas aniquilaciones y resurrecciones. (CRN. p. 11)

Desde luego la primera construcción que realizan los sujetos de estas nociones no tiene un carácter abstracto, sino que serán más bien elaboraciones funcionales, que se realizarán poco a poco a través de distintas etapas. En estas etapas se hace patente cómo es fundamental la acomodación para que se realice de modo exitoso la asimilación del objeto en diversas situaciones. Por ejemplo, para que se conquiste la noción de permanencia del objeto, la acomodación es muy importante para la acción de los diferentes esquemas, y como ejemplo se puede referir particularmente el apoyo que presenta al esquema de la visión. Piaget realiza numerosas observaciones al respecto (Cfr. CRN. Cap. 1.), que se pueden resumir de la siguiente manera. Inicialmente, en las dos primeras etapas distinguidas por Piaget, los sujetos no siguen aquellos objetos que salen de sus esquemas de asimilación, como su campo de visión (o de su esquema de la prensión, etc.), posteriormente habrán de realizar algunas búsquedas en donde comienzan a relacionarse los esquemas, la visión se une al esquema de la prensión y lo que es tocado se lleva al campo visual o se busca alcanzar aquello que es visto. Aquí se hace patente la acomodación de los dos esquemas para que se comience a constituir la permanencia del objeto, de hecho en esta tercera etapa cada esquema deberá de manifestar en sí mismo una acomodación particular al prolongar sus movimientos en la búsqueda de objetos próximos, como cuando la visión busca algún objeto parcialmente visto o cuando la mano se mueve para volver a sujetar algo que ha soltado. En la cuarta fase se manifestará un claro avance cuando el sujeto busque activamente aquellos objetos que han salido por completo de su campo perceptivo. Para estudiar esta etapa Piaget realiza muchas observaciones en las que oculta detrás de "pantallas" diferentes objetos:

Obs. 40.- A los 0;10 (18), Jacqueline está sentada sobre un colchón. Le quito de las manos a su loro y lo oculto dos veces consecutivas bajo el colchón a su lado izquierdo, en el punto A. Las dos veces, Jacqueline busca inmediatamente el objeto y se apodera de él. A continuación lo tomo de sus manos y lo conduzco, muy lentamente y bajo su mirada, al lugar

correspondiente situado a su derecha, bajo el colchón, en el punto B. Jacqueline mira este movimiento con mucha atención, pero en el momento en el que el loro desaparece en B. se da la vuelta hacia la izquierda y lo busca donde estaba antes, en el punto A. (CRN. p. 55)

Posteriormente, en la quinta etapa, el sujeto realiza una acomodación exitosa, es decir consigue modificar su esquema de la visión de acuerdo a la demanda del objeto que se mueve enfrente de él, de esta manera puede seguirlo con la vista, e incluso logra hacer los movimientos de su cabeza y de su cuerpo que le permiten seguir la trayectoria del objeto que se desplaza. Cuando el sujeto logra identificar el desplazamiento del objeto que se oculta y lo busca en el lugar adecuado, de acuerdo al uso coordinado de sus esquemas, muestra entonces que ha realizado ya la construcción del objeto como algo independiente de él. A partir de este momento se desarrollará una mejor apreciación de los objetos, ya que:

...las combinaciones de los esquemas móviles hacen posible una mejor acomodación de la conducta a las particularidades de las cosas: por el hecho de que los esquemas pueden, a partir de ahora, ajustarse los unos a los otros, el niño es impelido a observar el detalle de los objetos sobre los que actúa mucho más que cuando están englobados en actos de conjunto y permanecen indiferenciados. (NIN. p. 92)

Finalmente la coordinación de los esquemas habrá de interiorizarse en la sexta fase y en ella se completará la construcción del objeto al integrarse en él caracteres espaciales como su forma y sus dimensiones.

Dado que para la noción de objeto es fundamental la elaboración del campo espacial, Piaget considera que hay un desarrollo correlativo de ambas nociones. Así, los mismos desplazamientos del objeto y la coordinación que el sujeto tenga de ellos, serán fundamentales para alcanzar esta construcción del campo espacial.

Piaget realiza una revisión de sus observaciones y las interpreta para recrear la perspectiva de la construcción del campo espacial que realiza el sujeto. Asocia a dicha construcción los desplazamientos que siguen los objetos y que habrán de ordenarse en "grupos". Ahora bien, habrá diferentes "grupos" de desplazamiento de acuerdo a la manera en que se supone que son concebidos o percibidos por el sujeto. En primer lugar los "grupos" serán solamente prácticos cuando el sujeto no los atribuye ni siquiera a sus propios movimientos, posteriormente serán "subjetivos" cuando el sujeto los concibe como extensión de sus acciones y finalmente alcanzarán a ser "objetivos", cuando consigan dissociarse de las acciones del sujeto. Las transformaciones de estos grupos también es reconstruida a lo largo de las distintas fases que son explicadas por Piaget en sus observaciones.

En las dos primeras fases se distingue en los sujetos las conductas que tienen frente a espacios heterogéneos. Estos "espacios" están constituidos desde la percepción que el sujeto realiza de acuerdo a distintos esquemas, formando así diversos espacios como el gustativo, el auditivo, el visual, el táctil, etc. Una característica es que en un principio aunque hay ciertas relaciones entre estos espacios no hay aún vínculos precisos por la falta de coordinación en los esquemas, se infiere entonces que no se ha constituido un espacio

único y por ello los espacios son heterogéneos. La respuesta de los sujetos a los estímulos recibidos en estos espacios se considera que constituyen “grupos” prácticos. Esto es así desde la perspectiva del observador ya que aún faltan elementos para que el propio sujeto disocie los cambios de estado en las cosas del mundo de sus propios cambios de posición, y pueda comprender que el espacio está formado por objetos “substanciales y permanentes” y que sus acciones son susceptibles de repetición y por ello capaces de volver a un punto de partida.

En la tercera fase se realiza la transición de los grupos prácticos a los grupos subjetivos, de manera que de la indiferenciación inicial del sujeto, en el que las cosas se manifiestan como generándose y desapareciendo constantemente, se pasará a una primera construcción de la exterioridad de las cosas en el mundo, pero que se relaciona de manera directa con la acción del sujeto. De este modo los desplazamientos de los objetos son relativos a la propia acción del sujeto y no se tienen aún los criterios para diferenciar los desplazamientos propios de los desplazamientos de los objetos exteriores. El sujeto atribuye entonces las transformaciones en el espacio a los desplazamientos propios.

En la cuarta fase se pasará de los grupos subjetivos a los objetivos y el sujeto descubrirá las operaciones reversibles. Aquí se comienza a desarrollar la capacidad del sujeto de reproducir un fenómeno interesante gracias a que los esquemas son coordinados por medio de la asimilación recíproca entre ellos (la prensión y la visión por ejemplo), y esto se promueve porque hay una mayor atención a las particularidades de los objetos debida a la acomodación. Así habrá una mejor distinción entre los cambios de posición del propio sujeto y los cambios de estado. Esto propicia que haya una diferenciación de los planos y se ordenen los objetos en una profundidad de modo que se percibe en la conducta de los sujetos una progresiva construcción de las distancias y un reconocimiento de puntos de referencia. Así, en esta etapa se presentará la búsqueda de los objetos ocultos aún cuando se encuentren a diferentes distancias. Piaget considera que estas adquisiciones se deben en gran medida a la construcción de la reversibilidad de las acciones del sujeto, misma que se ejemplifica cuando es capaz de ocultar y descubrir un objeto detrás de una pantalla. Sin embargo aún el sujeto no puede diferenciar las relaciones de objetos entre sí, por ejemplo:

Obs. 103.- A los 0;7 (29), Laurent trata de coger una caja que coloqué a unos 40 centímetros de él sobre un gran cojín plano y ligero. En un primer momento el niño trata de alcanzarlo directamente, inclinándose hacia adelante, pero se queda a unos 10 centímetros. Se abalanza entonces sobre el cojín por dos razones: primero para mantener el equilibrio y segundo porque, decepcionado al no poder coger la caja, se apodera de otra cosa que está en el mismo sitio (lo que casi constituye la regla en casos similares). No se da cuenta de que, si tira del cojín, desplaza la caja: no comprende la relación y desiste de la búsqueda. (CRN. p. 168)

De este modo en la quinta fase se presenta una conquista muy importante cuando el sujeto consigue diferenciar el desplazamiento de unos objetos en relación con otros, teniendo así como fondo un sólo espacio homogéneo. Piaget señala que entonces se completará la elaboración de los grupos objetivos de desplazamiento y así el sujeto logrará superar el problema descrito en la observación anterior. En esta fase el sujeto comienza a tomar

conciencia de sus propios movimientos una vez que ha conseguido establecer relaciones de posiciones y de desplazamientos entre los objetos. El sujeto buscará activamente dirigir sus propios desplazamientos en dirección de los objetivos que pretende alcanzar.

En la sexta fase el sujeto será capaz de volver a encontrar un objeto escondido después de varios desplazamientos sucesivos. Esto indica que hay ya una representación de los movimientos. Esto le permite al sujeto alcanzar objetivos distantes siguiendo diferentes caminos para salvar los obstáculos que se le presentan. También un hecho significativo de esta fase es que los sujetos muestran claramente su capacidad para orientarse en espacios abiertos. Piaget señala que esto muestra que el sujeto puede relacionar conjuntos espaciales y puede representarse también sus propios desplazamientos.

Finalmente, Piaget considera que el proceso que sigue el sujeto a lo largo de estas etapas, lo lleva a dos conquistas fundamentales para la construcción de su conocimiento del mundo. Por una parte, habrá una estructuración del espacio, de modo que no sólo se consigue manipular los objetos dentro de él, sino que la ejecución coordinada de los propios desplazamientos manifiesta que el propio sujeto se concibe dentro de ese espacio homogéneo. Y por otra parte, se ha desarrollado ya una consolidación de la independencia de los objetos, que Piaget llama *desubjetivación*, ésta se encuentra ligada directamente a la toma de conciencia del sujeto de su propia individualidad. Así, la acomodación coordinada de distintos esquemas para relacionarse con el medio exterior, permite que el sujeto asimile la diferencia entre los cambios de estado de las cosas en el mundo y sus cambios de posición. Esto redundará directamente en la manera del sujeto de percibir el espacio y la realidad, de modo que Piaget afirma:

El espacio es una organización de los movimientos tal que imprime a las percepciones formas cada vez más coherentes. El principio de estas formas deriva de las condiciones de la asimilación, que implican la elaboración de los grupos. Pero el progresivo equilibrio de esta asimilación con la acomodación de los esquemas motores a la diversidad de las cosas da cuenta de la formación de estructuras sucesivas. El espacio es pues el producto de una interacción entre el organismo y el medio, en la que no se podría disociar la organización del universo percibido y la de la propia actividad.

(CRN. p. 202)

Debe entonces enfatizarse que la equilibración es fundamental en este proceso para que la asimilación se transforme. Así, de unas muy primitivas formas dadas a las percepciones, y gracias a la acomodación progresiva de los distintos esquemas, que implican también procesos de equilibración, se llegará a una estructuración de las formas con la que el sujeto puede dar a sus percepciones un orden espacial. La estructuración de ese orden da a los esquemas de asimilación una mayor capacidad de ejecución, en este sentido el progreso es evidente desde la perspectiva funcional a la que se subordinan las construcciones estructurales.

Ahora bien, las siguientes nociones que tienen un desarrollo correlativo a la formación de la construcción del objeto y del campo espacial y que también son reconstruidas de modo particular en las observaciones de Piaget, son las nociones de causalidad y del campo temporal, que se verán a continuación.

### 3. El desarrollo de la causalidad y el campo temporal

Partiendo nuevamente de las observaciones de las dos fases iniciales, Piaget señala que los sujetos habrán de comenzar a construir la noción de causalidad a partir de las primitivas funciones de la asimilación y la acomodación. De esta manera el sujeto comienza centrado nuevamente en los resultados de sus acciones y particularmente en los eventos que consigue producir, en este momento no hay, desde luego, la diferenciación entre el sujeto en sí mismo y el resto del mundo. La percepción de la causalidad que el sujeto tiene será entonces dinámica y fenomenista en tanto el sujeto experimentará un sentimiento de eficacia que sigue a su propia actividad y este sentimiento estará, al mismo tiempo, asociado directamente al dato externo que es percibido. Así, sin que el sujeto sepa exactamente cómo, sus acciones le permiten alcanzar un determinado resultado y esto propicia el más simple de los ejercicios de los mecanismos intelectuales elementales. La progresiva diferenciación entre su acción y el resultado externo, gracias a la equilibración entre la acomodación y la asimilación, le permitirá al sujeto superar la confusión inicial y construir la diferencia entre la causalidad externa o física y la interna o psicológica.

En la tercera fase los logros que se dan en el terreno espacial y en la noción de objeto habrán de propiciar un importante avance para la construcción de la noción de causalidad, Piaget afirma:

Desde el punto de vista del espacio, esta tercera fase es la de la constitución de los grupos subjetivos y la coordinación de los grupos prácticos entre sí. Desde el punto de vista de la noción de objeto, es la de la permanencia elemental otorgada a las cosas en función de la propia acción. Es necesario que esperemos que esta triple adquisición... conduzca a un progreso esencial en lo referente a la causalidad. (CRN. p. 213)

El progreso consistirá en construir una noción de causalidad mágico-fenomenista, que propiciará una mayor coordinación de los propios movimientos y de los vínculos entre los esquemas de asimilación del sujeto. Así, se presentará un interés sistemático en las relaciones causales, que habrán de diferenciarse en las que pertenecen a los movimientos del cuerpo, las provocadas por los movimientos del cuerpo y aquellas que serán totalmente independientes. El sujeto buscará prolongar aquellos fenómenos que sean interesantes, por lo que su atención seguirá centrada en los objetos, de aquí que continúa siendo fenomenista. Pero ahora el sujeto manifiesta un control sobre los propios movimientos y cuando han logrado producir algún fenómeno interesante, se repetirán para tratar de reproducirlo aún sobre objetos que se encuentren fuera de su alcance. Por esto Piaget considera que el sujeto tiene un sentido de que sus esquemas pueden tener una aplicación "mágica", para que aún sin intermediar algún objeto sus movimientos logren afectar a otro. A pesar de los fracasos reiterados del sujeto, éste insistirá durante algún tiempo tratando de provocar efectos "a distancia". Así, a pesar de los avances sobre el control de sus propios movimientos se hace evidente la falta de una conciencia clara de sus límites y de las posibilidades reales que éstos tienen. Por otra parte, la repetición intencional y la búsqueda activa anuncian ya que el sujeto ha dejado la simple reacción espontánea a los estímulos externos, de manera que su búsqueda se irá haciendo cada vez más sistemática.

Durante la cuarta fase el sujeto construirá una noción de la causalidad en la que se mostrará una exteriorización y objetivación elementales. Piaget realiza observaciones en dónde los sujetos reconocen que terceras personas son capaces de provocar cambios en objetos que no les son indiferentes. Así, incluso intervienen tratando de provocar, evitar o modificar la acción que aquellas personas ejercen sobre esos objetos. Así, los cambios exteriores ya no son sólo asimilados a la propia acción, sino que se comprende la participación de un tercero en la modificación del estado de cosas del mundo. Por ejemplo:

Obs. 141.- Hemos descrito (...) las operaciones elementales mediante las que Jacqueline separa los obstáculos. A los 0; 8 (8) empuja mi mano que tomó su pato al mismo tiempo que ella, y a los 0; 8 (17) la empuja cuando le tiendo una medicina desagradable. Presta, pues, a la mano o a la persona de otro una causalidad especializada distinta de la suya propia. (...) la niña atribuye, sin lugar a dudas, una causalidad propia a las manos y a los brazos del otro.

(CRN. pp. 239-240)

En tanto los sujetos atribuyen a un sujeto exterior el poder de realizar transformaciones sobre los objetos que son percibidos, se asume que han dejado de considerar la acción propia como única fuente de causalidad, con esto se presenta un principio de objetivación. La objetivación aquí, radica en reconocer que otro individuo es capaz de realizar de manera autónoma acciones causales. Esto se asocia directamente a la espacialización de la causalidad, en tanto el sujeto comprende que puede dirigir hacia el lugar requerido, la mano del otro sujeto que habrá de producir un fenómeno deseado (por ejemplo para encender un juguete). Una diferencia radical del periodo anterior radica en que el niño ya no busca reproducir por él mismo un fenómeno interesante, sino que utilizará al otro como el intermediario que es capaz de hacerlo. Pero una característica de esta fase es que aún hay una causalidad "intermedia", ya que el sujeto atribuye aún a su propia acción el impulso de la acción del otro sujeto para que se realice el fenómeno deseado, aunque reconozca que en el otro radica la respuesta a su acción.

En la quinta fase el sujeto logrará desarrollar una estructura de la causalidad realmente independiente de sus propias acciones, de este modo se situará fuera del sujeto y será plenamente atribuida a objetos independientes y al desplazamiento de estos en un espacio exterior. Este es un logro correlativo a las conquistas que el sujeto consigue en esta etapa respecto a las nociones de objeto y de espacio. Así, la causalidad va a contribuir en la objetivación y la espacialización del mundo. Según Piaget esto se asocia directamente a las "reacciones circulares terciarias" y al aprendizaje por "experimentación activa".

La experimentación activa permite que el sujeto consiga construir en el campo espacial series causales, estas se asocian directamente a su acción y a la necesidad de establecer contactos directos e indirectos para producir efectos sobre los objetos. En tanto que la reacción circular terciaria hará que el sujeto identifique las relaciones de los objetos entre sí y establezca entonces causas independientes de él. En este caso una conducta que permite identificar este tipo de reacción se presenta cuando el sujeto en lugar de poner la mano de otro individuo sobre un objeto para producir un efecto deseado (como para encender el juguete), pone al mismo objeto en la mano, mostrando que reconoce en ella la autonomía para actuar. Al mismo tiempo se reconoce la independencia y permanencia del objeto. En



esta etapa se busca activamente distinguir las características propias de los objetos y entonces el sujeto habrá de verse obligado a acomodarse a ellas para conseguir una más completa asimilación. Así, se trata de descubrir las peculiaridades de cada objeto y cómo responde a las acciones que el sujeto ejecuta sobre él. Piaget señala:

“...el interés recae sobre los objetos mismos y no sobre el gesto destinado a utilizarlos, y los objetos adquieren, por primera vez, una consistencia propia que obliga al sujeto a acomodarse a ella y que se expresa bajo la forma de la causalidad independiente y exterior al yo.” (CRN. p. 258)

En esta fase entonces el sujeto habrá de concebirse dentro de un espacio exterior a sí mismo en donde se manifiestan los movimientos de los objetos y aún su propio cuerpo está dentro de series de acciones causales. Él mismo es una causa entre otras causas y el concebirse así es un logro en esta etapa, como también lo es la distinción de que es un objeto entre otros.

En la sexta fase habrá de alcanzarse la causalidad representativa, ésta implica superar la referencia inmediata que tiene el niño en la quinta fase, en la que sólo aquello que entra en su campo perceptivo es comprendido en términos causales. Así, junto con la comprensión de los desplazamientos de objetos que no son percibidos directamente, se habrá de construir también la representación causal. Esta representación habrá de perfeccionar a la misma percepción:

“...advirtamos que esta representación de causas y efectos que viene a superponerse a la simple percepción, es necesaria para completar la percepción: el universo no puede ser percibido como un sistema coherente de causas y efectos, que engloba la propia actividad, si no es un universo que dura, en lugar de una sucesión de creaciones y aniquilamientos. Pero esta duración supone una representación y no sólo una percepción de la causalidad (...) la objetivación y la espacialización de la causalidad física ocasionan, antes o después, la representación de secuencias no dadas directamente en el campo sensorial.” (CRN. p.270)

De este modo los sujetos serán capaces de mostrar que comprenden las causas de un efecto observado, aún cuando éstas no se muestren dentro del campo de su percepción. De manera recíproca a este logro, también en esta etapa los sujetos serán capaces de anticipar los efectos a partir de la consideración de las causas. En este sentido Piaget pone un cuidado especial para distinguir cuándo un sujeto muestra una comprensión causal por razones de que hace una previsión a partir de relaciones conocidas y cuándo propiamente realiza una deducción causal. En esto se identifica la superación de la comprensión inmediata de las relaciones de causa a efecto. Con esto también pretende dar una solución distinta a la de Hume respecto a la causalidad, en tanto que la racionalidad del hábito requiere de una construcción que rebasa la simple anticipación por relaciones conocidas y al referente empírico inmediato, ya que los sujetos son capaces también de anticipar resultados únicamente partiendo de la comprensión del establecimiento de determinadas situaciones causales, sin que estas se hayan presentado de modo previo. La causalidad se determinará entonces como una estructura constituida por la organización de relaciones, primero desde las acciones iniciadas por el mismo sistema sensoriomotriz de los sujetos y posteriormente alcanzarán la independencia suficiente para atribuirse de modo separado a los objetos. En la

construcción de esta estructura los procesos de asimilación del sujeto se afinan por la progresiva acomodación de los esquemas a las exigencias del objeto y a la comprensión de sus propiedades (permanencia, independencia, etc.), completadas por la organización de diversas relaciones que son posibles gracias a la representación.

En tanto la causalidad tiene asociada íntimamente la noción de tiempo, Piaget presenta también su construcción como correlativa de las nociones que se han presentado. Asumiendo, desde luego, la dificultad de realizar la representación que se hacen en las primeras fases los niños, se consideran las conductas características de las últimas y de ahí se reinterpretan sus conductas previas. Lo característico de las primeras fases es que los sujetos responden de manera "ordenada" temporalmente ante determinados estímulos, o al ejecutar conductas como el llevar el pulgar a la boca para después chuparlo, sin embargo Piaget considera que se puede interpretar de la misma manera que la coordinación de los grupos prácticos de desplazamiento en el campo espacial; es decir, la ordenación de los actos no implica que haya una percepción o una representación de dicho orden. En las primeras fases no se manifiesta entonces una clara diferenciación en la sucesión de los acontecimientos y, en contraste, Piaget señala un notable progreso en la tercera fase, donde el sujeto muestra por su conducta que reconoce el orden temporal en la sucesión de acontecimientos:

...hemos considerado las conductas de la tercera fase como <<intencionales>> por oposición a las <<reacciones primarias>>: desde el punto de vista del tiempo, esto significa que ambos términos C (condición causal) y R (un espectáculo cualquiera) de la serie  $C \rightarrow R$  están diferenciados, en tanto que en las series prácticas forman aún un bloque indisociado. (CRN. p. 197)

Se explica entonces que "una sucesión de percepciones no entraña necesariamente una percepción de la sucesión" (ibid). Así, el sujeto en las primeras fases puede tener la experiencia de dos percepciones consecutivas y no distinguir la relación de sucesión entre ellas. En la tercera fase, cuando empieza a manipular los objetos de manera coordinada, por la relación entre sus esquemas de prensión y visión, comenzará a mostrar una aplicación del tiempo a la sucesión de fenómenos vinculados directamente a su acción. Se construirán entonces series temporales, que por esta dependencia a la acción del sujeto Piaget les llama "series subjetivas", estableciendo una referencia con los "grupos subjetivos" que se desarrollan en esta fase en relación a la construcción del espacio. La siguiente observación es un ejemplo de esta tercera fase:

Obs. 169.-A los 0; 3 (13) Laurent, ya habituado a sacudir un sonajero colgado tirando de la cadena fijada al mismo, es atraído por el sonido del sonajero (que yo acabo de sacudir) y mira a la vez el sonajero y la cadena pendiente. Entonces, mirando fijamente el sonajero (R) busca con su mano la extremidad de la cadena colgante (C). Tan pronto como está en contacto con la cadena, la toma y la tira, reconstruyendo así la serie  $C \rightarrow R$ .

(CRN. p. 302)

En la cuarta fase el sujeto aplica los esquemas ya adquiridos a situaciones nuevas, comienzan a subordinarse los esquemas unos a otros con el propósito de alcanzar un fin

determinado, de este modo la diferenciación de medios y fines requiere que se ordenen los acontecimientos en el tiempo. Comienza así a objetivarse la noción de tiempo, pero Piaget indica que esta es una fase de transición en tanto el orden aún se realiza con el propósito de conseguir que la acción del sujeto alcance un determinado objetivo, haciendo que aún prevalezca la acción propia del sujeto en la ordenación temporal. Sin embargo, el hecho de aplicar ese orden para producir un efecto en objetos externos al sujeto permite que se comience a dar la objetivación del tiempo.

En la quinta fase se presentará ya la plena objetivación del tiempo, puesto que el sujeto muestra una comprensión, en la cual se ordenan en el tiempo los acontecimientos exteriores a él. Es por esto que se considera que el sujeto elabora series temporales objetivas. Esto era forzoso para poder comprender las relaciones causales ya que se hace indispensable el correcto orden en el tiempo para comprender ese vínculo entre dos acontecimientos. Este progreso es igualmente solidario a la adquisición de la noción de objeto y de los grupos objetivos de desplazamiento en la elaboración del campo espacial que ya se han analizado. Sin embargo éstas todos estos logros se encuentran aún limitados a los sucesos que son directamente percibidos por el sujeto.

En la sexta fase se logra, finalmente, la construcción de la representación del tiempo por parte del sujeto. Más aún que en la elaboración de las nociones anteriores de objeto, espacio y causalidad, la construcción del campo temporal requiere de esa representación del sujeto, ya que le permite dejar su referencia inmediata al tiempo presente, en favor de la construcción de un pasado y un futuro, que habrán de permitirle una mucho mayor coordinación de sus acciones y de su comprensión del mundo. Por ello, esto es un logro fundamental para la construcción racional de la realidad. Piaget señala que estas conquistas del sujeto son contemporáneas a los progresos del lenguaje y a la elaboración de signos para los objetos ausentes, esto permitirá la formación de <<series representativas>> que serán “<<series objetivas>> prolongadas por las operaciones intelectuales propias de la sexta fase.” (CRN. p 316) Piaget señala que esto es una <<asimilación reproductora>> que reconstruye mentalmente el pasado de modo cada vez más extenso, así consideramos la siguiente observación:

Obs. 173 bis.- Al 1; 6 (15) Jaqueline llora llamando a su madre. Yo la imito repitiendo “mamá, mamá” en un tono lastimero y ella ríe. Dos días mas tarde al 1; 6 (17), nos entretenemos reproduciendo gritos de animales y Jaqueline inserta este recuerdo en el conjunto del juego: “¿Cómo hace la cabra?: - Mee. ¿Y la vaca?: -Muu. ¿Y el perro?: -Guau. ¿Y Jaqueline?: -Mamá.” Esta última respuesta es dada imitando exactamente el tono del otro día y sonriendo de manera significativa, lo que muestra que Jaqueline hace alusión a una conducta pasada y no improvisa. (CRN. p. 317)

La elaboración del campo temporal culminará entonces con la representación del mismo una vez que han comenzado a construirse las nociones reflexivas. La objetivación permitirá también que los puntos de referencia temporales se sitúen ahora fuera del sujeto de modo que su propia historia va a asociarse a los acontecimientos externos y a los recuerdos que se ordenarán en la misma. Piaget señala que ni en ese orden, ni en la evaluación de las

duraciones hay exactitud, pero progresivamente se irá conquistando. A manera de síntesis se puede señalar que:

El desarrollo del tiempo, paralelo al del espacio, el objeto y la causalidad, va de un egocentrismo práctico inicial por el que los acontecimientos son ordenados en función de una acción propia, por otra parte inmovilizada en un presente continuo, a una objetivación en la que los acontecimientos se encadenan en un orden que acaba de englobar la duración propia y los recuerdos, en tanto episodios particulares de esta historia verdadera.

(CRN. p. 318)

Así, en la elaboración del campo temporal, la transición del tiempo práctico egocéntrico de las primeras fases hasta las series objetivas de la quinta etapa se encuentra muy ligado a la inteligencia sensoriomotriz y ya en la sexta se hacen presentes avances significativos, gracias a la inteligencia reflexiva y a las primeras construcciones simbólicas. En todos estos avances debe señalarse que las acomodaciones de los esquemas del sujeto a las exigencias de la realidad van transformando su asimilación. Si en un principio la primacía de la asimilación anulaba la acomodación en un afán de ejercitar esquemas incoordinadamente, poco a poco, la consideración de los objetos hará que se distingan esos esquemas, se multipliquen y se integren entre sí para acomodarse a aquellos objetos. Esto es fundamental para la construcción del universo ya que:

...a medida que los esquemas se multiplican y diferencian, gracias a sus asimilaciones recíprocas así como a su acomodación progresiva a las diversidades de lo real, ésta se disocia poco a poco de la asimilación y asegura, simultáneamente, una gradual delimitación del medio exterior y del sujeto. La asimilación deja pues de incorporar simplemente las cosas a la propia actividad para establecer, en virtud de los progresos de esta actividad, una red cada vez más estrecha de coordinaciones entre los esquemas que definen a ésta, y en consecuencia, entre las cosas a los que dichos esquemas se aplican. En términos de inteligencia reflexiva, esto significa que la deducción se organiza y se aplica a una experiencia concebida como exterior.  
(CRN. p.321)

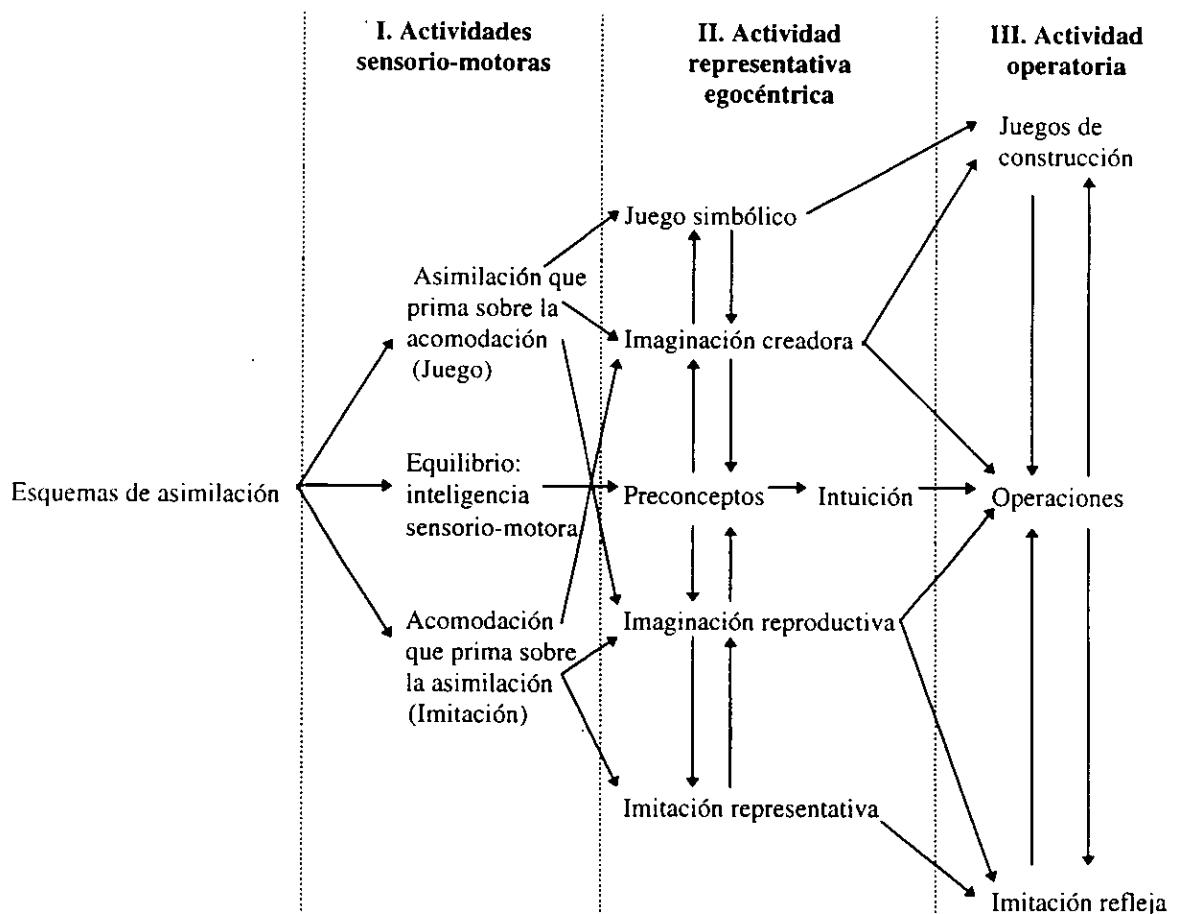
Por lo tanto, cuando el universo adquiere una consistencia propia e independiente de las actividades del sujeto y éste mismo es concebido como un objeto entre otros, se puede afirmar que la asimilación y la acomodación se han consolidado de modo que trabajan correlativamente y se coordinan en la construcción de los objetos, de los propios esquemas que perfeccionan su percepción y de la misma inteligencia. Así, partiendo del original encuentro inmediato se van construyendo los intermediarios que simultáneamente organizan tanto al mundo como al sujeto mismo. De esta elaboración del mundo debida a la inteligencia sensoriomotriz se pasará a la elaboración conceptual del mundo y por ello al terreno del pensamiento. En el siguiente apartado se realizará una síntesis de ese nuevo nivel y de cómo trabajan coordinadamente la asimilación y la acomodación para la construcción de los símbolos y del pensamiento conceptual.

IV. EQUILIBRACIÓN: ASIMILACIÓN-ACOMODACIÓN

1. La formación del símbolo

En la culminación de los estudios psicogenéticos de Piaget desde esta perspectiva predominantemente funcional, se reconstruirán los procesos mediante los cuales los sujetos se formarán representaciones simbólicas y elaborarán sus primeros conceptos socializados de la realidad. En estos procesos también es determinante el progresivo equilibrio que se realiza entre la asimilación y la acomodación. Si bien ya se han presentado las perspectivas que parten de la primacía de una frente a otra (de la asimilación sobre la acomodación y viceversa) y con ellas tanto la construcción de la inteligencia naciente, como de las nociones básicas de realidad que puede elaborar; ahora se presentará una revisión que se aboca a deslindar cuál es su papel para la formación de la inteligencia representativa. Tanto la asimilación como la acomodación nuevamente habrán de prevalecer una sobre la otra y ambas habrán de interactuar en distintos grados para que en los sujetos se de lugar a la construcción de conceptos y al pensamiento reflexivo. En el siguiente esquema Piaget muestra una síntesis de la manera en que ha ordenado este desarrollo de acuerdo a su teoría:

ETAPAS GENERALES DE LA ACTIVIDAD REPRESENTATIVA



En la primera etapa, correspondiente a las actividades sensorio-motoras, Piaget presenta tres posibilidades en el vínculo asimilación-acomodación: o bien se establece un equilibrio o bien alguna deberá dominar sobre la otra. En cada caso las acciones de los sujetos tendrán resultados formativos importantes, aunque en definitiva en el equilibrio se presentará la adaptación inteligente del sujeto. En el nivel sensoriomotriz, partiendo de esquemas de acción ya consolidados, pues son susceptibles de repetición, los sujetos pueden actuar de forma que haya una plena adaptación, esto es cuando hay equilibrio entre la asimilación y la acomodación. La plena adaptación implica que los sujetos pueden modificar a los objetos por sus acciones y recíprocamente modificarán sus acciones para responder a las peculiaridades de los objetos que son manipulados. Esto da lugar, como ya se ha analizado anteriormente, a que haya una mayor distinción en los esquemas de asimilación y pueda descentrarse el sujeto para construir nociones objetiva.

Por otra parte es posible que la asimilación tenga una primacía sobre la acomodación, cuando no hay una suficiente descentración del sujeto para considerar las peculiaridades de los objetos exteriores y da lugar entonces a la simple acción del sujeto con un fin más bien lúdico en el ejercicio del esquema, es por eso que se señala que en el caso extremo esto caracteriza al juego. La acción lúdica se presenta también cuando el sujeto no desea hacer un gran esfuerzo para acomodar sus esquemas a su realidad circundante y Piaget señala que casi todas las conductas estudiadas en sus trabajos previos (NIN. y CRN.) son susceptibles de convertirse en juego cuando se repiten con el simple fin de ejercitar la asimilación. (Cfr. FSN. p. 125).

Cuando, por el contrario, la acomodación predomina sobre la asimilación se da lugar a la imitación, como cuando los niños pequeños repiten acríticamente los sonidos que escuchan o los gestos. El proceso constructivo de las conductas de imitación de los sujetos van desde la ausencia de imitación a la imitación sistemática y esto concuerda con el proceso de evolución de la misma acomodación, que primero se encuentra ausente por completo de los esquemas de acción del sujeto y que paulatinamente debe ir ordenando los esquemas, para poder manipular plenamente los objetos y conseguir la adaptación. La imitación se caracteriza porque el sujeto siempre persigue una acomodación de sus esquemas a un modelo propuesto. Piaget sintetiza, en el siguiente ejemplo, las conductas típicas de estas relaciones entre la asimilación y la acomodación en el período sensoriomotriz:

...para atraer hacia sí mismo un objeto por medio de un bastón, es necesario que el sujeto asimile el bastón y el objetivo al esquema de la prehensión y éste al movimiento, pero también es necesario que acomode estos esquemas, a los objetos, a sus medidas, distancias, etc., (...) la imitación prolonga la acomodación como tal... reproducirá por medio de un gesto el movimiento del bastón que tiende hacia el objetivo, y así el movimiento de la mano estará determinado por el bastón y del objetivo sin que la mano actúe efectivamente sobre ellos (...) (en) la asimilación que prima sobre la acomodación... el bastón no alcanza el objetivo y el sujeto se consuela con golpear otra cosa o a medio camino mueve el bastón por sí mismo... (FSN. p. 119)

En el segundo período correspondiente a la actividad representativa Piaget distingue un primer estadio en el que habrá de desarrollarse el pensamiento preconceptual. Esta

manifestación de la inteligencia se deberá al equilibrio entre la asimilación y la acomodación. En principio la asimilación representativa de este periodo consiste en vincular datos actuales con elementos anteriores y se modifica al objeto en función de la acción y el propio punto de vista del sujeto, entonces:

La representación nace, pues, de la unión de "significantes" que permiten evocar los objetos ausentes por medio de un juego de significaciones que los relaciona con elementos presentes. Esta conexión específica entre "significantes" y "significados" constituye lo característico de una función nueva que sobrepasa a la actividad "sensorio-motora" y que se puede denominar de manera amplia "función simbólica". (FSN. pp. 377-378)

Esta función no sólo constituirá al lenguaje sino que habrá de encontrarse en el juego, la imitación y las representaciones cognoscitivas. En la función simbólica la diferencia entre el significante y el significado se asociará a las diferencias entre la acomodación y a la asimilación respectivamente. Así, los significantes se asocian a "señales" que son tan sólo aspectos de los objetos o de los esquemas de acción asumidos por la acomodación en la imitación y, según Piaget, en cuanto la "imitación se vuelve lo suficientemente ligera y sólida... se hace capaz de evocar modelos ausentes y por consecuencia de dar a la actividad asimiladora "significantes". (FSN. p. 379) Por su parte la asimilación habrá de relacionar esos significantes con los datos presentes. De este modo las funciones de acomodación y asimilación diferenciadas e integradas en los procesos de la actividad representativa darán lugar a la adquisición de las palabras como signos colectivos. Esto tiene lugar cuando el proceso cognoscitivo tiende al equilibrio entre la asimilación y la acomodación y se constituyen así a los preconceptos. La característica de estos es que no tienen aún la generalidad de los conceptos y entonces los sujetos consideran que hay un "tipo" real al que corresponde el "preconcepto" (como la "idea" en Platón), e implica la presencia de un desequilibrio general. Este desequilibrio se debe a que el sujeto se encuentra demasiado centrado en él mismo y no logra adaptarse objetivamente a la realidad que asimila.

La acomodación da lugar a la imitación representativa cuando alcanza a elaborar la imagen, que interioriza y prolonga a la actividad sensoriomotriz e incluso habrá de orientar a la percepción y a la misma motricidad. La imitación representativa va a facilitar la adquisición del lenguaje y a formar así "significantes". Los "significantes" pueden ser asociados de modo arbitrario con los significados que haga prevalecer la asimilación dando lugar así al juego simbólico, por ejemplo: un gato sobre un pared puede ser representado por una cáscara de naranja sobre una caja. Así, en el juego simbólico siempre está presente la imitación y en algunos casos el sujeto mismo se asume como el objeto significativo, por ejemplo: imitando con su cuerpo al gatito del amigo que fue a visitar.

En el segundo estadio de este período, correspondiente al pensamiento intuitivo, hay una mayor descentración del sujeto, y el juego se convierte en una expresión de la realidad y en una más efectiva transformación de la misma, gracias a un vínculo más equilibrado entre la asimilación y la acomodación. En este estadio los sujetos son capaces de construir series de tres a cuatro elementos y aún mas extensas. Los sujetos también podrán establecer una progresión en series totales, por ejemplo al ordenar un juego de cubos de grande a pequeño,

o aún conjuntos más complejos -como poner series en correspondencia-, y muestran así que su asimilación sigue a una figura de conjunto que sirve como imagen directiva para su acción. Pero aún se depende de esta figura y por ello:

La única diferencia entre esta figura intuitiva y la imagen del estadio precedente es la de que constituye una estructura figural completa, es decir, una "configuración" y no una simple imagen individual. Se ve el progreso de esta intuición articulada con relación a la intuición preconceptual, pero se advierte también que aún le falta algo para desembocar en el esquema operatorio: precisamente liberarse de toda imagen y acomodar el pensamiento no solamente a configuraciones estáticas sino a transformaciones posibles como tales. (FSN. p. 391)

Entonces la acomodación imitativa e imaginada de estas fases es fundamental para la representación, y la asimilación será guiada por ella, al principio centrándose excesivamente en el sujeto y después, llenando hacia un equilibrio más estable, se llegará a una más adecuada adaptación del pensamiento hacia los objetos, primero en el plano de las operaciones concretas y después en el de las operaciones formales. Con esto se dará paso a una etapa completamente distinta en la forma de pensar del sujeto y en los procesos de construcción del conocimiento.

## **2. De la formación del símbolo a la inteligencia operatoria**

El tercer período considerado por Piaget corresponde a la actividad representativa de orden operatorio, en éste se extiende el pensamiento adaptado, de modo que las equilibraciones permiten la integración tanto del juego como de la imitación a sus propios fines:

La evolución del pensamiento es un equilibrio progresivo entre la acomodación imitativa y la asimilación y esto a través de estadios sucesivos, a pesar de que el juego y la imitación evolucionan correlativamente en el sentido de su reintegración complementaria. (FSN. p. 396)

Tanto la imitación como los juegos van apoyando al pensamiento en su adaptación a la realidad. En los cambios de los dibujos se aprecia que los niños pequeños "copian" simplemente objetos, en tanto los mayores integran en sistemas, expresando así que la imitación tiene ahora fines intelectuales más amplios. Por su parte, el juego pasa de lo simbólico a lo constructivo y los sujetos buscan también integrar sistemas de modo que los objetos construidos tengan una correspondencia con el objeto representado. Con esto se llegará a un equilibrio estable en las funciones entre la asimilación y acomodación, que abre ya las puertas al pensamiento conceptual de orden operatorio, el cual se revisará en el siguiente capítulo. En este capítulo aún se hará una breve referencia a una primera síntesis epistemológica de Piaget sobre su obra, en la que se asumen algunos resultados de este período de investigaciones y se puede comprender la relevancia epistemológica de estos estudios psicogenéticos.



## V. EQUILIBRACIÓN Y PRIMERA SÍNTESIS EPISTEMOLÓGICA

Bärbel Inhelder, quién fue quizá la principal colaboradora de Piaget, considera que éste tiene en su obra tres grandes momentos de síntesis epistemológica<sup>2</sup>. La primera sería justamente su *Introducción a la Epistemología Genética*, editada en 1950 y que habrá de ser su carta de presentación para solicitar los fondos que le permitirán inaugurar su Centro Internacional de Epistemología Genética. De acuerdo a Inhelder, en esta gran obra se expone el papel fundamental de los estudios psicogenéticos para dilucidar cómo se construyen las categorías fundamentales del pensamiento como número, cantidad física, espacio, tiempo, etc. Estas nociones no pueden ser explicadas cabalmente por posturas empiristas o aprioristas y sólo el estudio íntegro de los procesos de transformación del conocimiento, realizado por la colaboración de un equipo interdisciplinario, podrá establecer las características propias de la interacción entre el sujeto y el objeto que culmina en la formación del conocimiento.

En las obras que se han analizado en el presente capítulo, sobre cómo se desarrollan las estructuras cognoscitivas y a partir de ellas el conocimiento, el énfasis está puesto claramente en el sujeto, con su *Introducción a la epistemología genética* Piaget nos muestra la necesidad de establecer un equilibrio -y complementar el estudio psicogenético con la participación de especialistas- atendiendo a las peculiaridades de los objetos de conocimiento, tal y como éstos se presentan en su “estado del arte” en las ciencias particulares. El éxito de la empresa científica de Piaget estriba entonces en el trabajo de un grupo interdisciplinario, capaz de estudiar de modo integral la construcción del conocimiento. Pero en el momento de hacer esta obra debía probar que realmente esa empresa era viable y que realmente sería provechosa. Para esto se presentaron los vínculos epistemológicos entre diferentes ciencias desde la matemática hasta la sociología y en ellas el papel central del encuentro entre el sujeto y el objeto para la construcción de todo conocimiento; con esto se enfatiza la necesidad de formalizar esas relaciones en el centro internacional de epistemología genética:

...el análisis genético se apoya necesariamente en un sistema de referencia formado por las ciencias tal y como están constituidas en el momento considerado, naturalmente este sistema de referencia es el que ha de ser explicado a su vez para generalizar la explicación genética al conocimiento en su totalidad. (...) Este círculo... sólo constituye un caso particular del círculo del sujeto y del objeto, círculo inevitable no sólo para todo conocimiento sino para toda teoría del conocimiento. (IEG. T. I p. 54)

La redacción de este tratado pone de manifiesto todo el sentido epistemológico que tiene su trabajo propiamente psicogenético y la centralidad del equilibrio que existe entre el sujeto y el objeto para la construcción del conocimiento. El primer volumen trata de la construcción del conocimiento matemático, el segundo sobre la del físico y por último abordará la construcción del pensamiento biológico, psicológico y sociológico. Piaget hace referencia de modo explícito al trabajo de Comte y a su clasificación de las ciencias de acuerdo a su

---

<sup>2</sup> Estas ideas las expone Inhelder en el *Prefacio* que realiza a la obra de Piaget y García: *Psicogénesis e historia de la ciencia*. También estas ideas son referidas por Manuel Gil (Gil197, p. 188)

“orden” de complejidad creciente y generalidad decreciente, y es evidente que lo sigue en la redacción de la obra, pero en contra de la concepción de este orden lineal, plantea su teoría de la relación circular de las ciencias<sup>3</sup>, para lo cual se pregunta ¿en qué se apoya la matemática?... Añadiendo:

...y en el otro extremo de la serie, ¿a qué conducen las investigaciones psicogenéticas? Precisamente a explicarnos cómo se construyen las intuiciones y los conceptos de espacio, número, orden, etc., es decir, las operaciones lógicas y matemáticas. Apenas se abandona el punto de vista normativo o axiomático puro, la serie lineal de los conocimientos se vuelve en realidad circular, porque la línea que sigue y que inicialmente es recta, se cierra sobre sí misma lentamente. (IEG. T. I p. 55)

Los vínculos entre el sujeto y los distintos objetos de conocimiento tienen una importancia que desborda la particularidad de cada ciencia, pues se reconoce que en cada construcción de un conocimiento y en la historia misma de esa construcción, se encuentran elementos generales que pueden ser útiles para elucidar no sólo cómo se ha formado ese conocimiento específico, sino algunas características comunes a la formación de todo conocimiento. Sin embargo, Piaget mismo reconoce y señala que no es posible reducir el conocimiento a un esquema único ya que hay una gran diferencia de una disciplina a otra. La tarea de la epistemología genética será desentrañar lo común a la formación de todo conocimiento y también explicar cómo se hacen posibles las construcciones de determinados conocimientos particulares. Más aún, buscará explicar las razones de las transformaciones científicas más importantes (como en el caso de la historia de la noción de número), y por qué el conocimiento “avanza” de modo regular. En este sentido resulta valiosa la explicación del avance desde esta formulación de la “teoría de la equilibración”:

La ley general del equilibrio, que imprime una dirección a la evolución de las estructuras del conocimiento es más profunda que los principios formales del pensamiento... Esta ley es la misma que rige el desarrollo de la inteligencia en general: se trata del pasaje de la irreversibilidad a la reversibilidad, ya que esta última constituye el criterio de todo equilibrio, al igual que de toda coherencia intelectual o no contradicción (...) el pensamiento científico continúa el desarrollo de la inteligencia...

(IEG. T. III p. 267)

Esta afirmación señala que la “ley del equilibrio” marca las pautas para el desarrollo, posteriormente el énfasis será puesto en el proceso -no en el estado de equilibrio- pero es ya un claro antecedente de la teoría de la equilibración. Así, esta síntesis epistemológica integra muchos de los resultados de las investigaciones psicogenéticas y abre caminos a nuevos trabajos de índole interdisciplinaria. También anuncia el paso del período funcional al estructural, donde la equilibración se presentará asociada a la reversibilidad operatoria. Esto se analizará con más detalle en el siguiente capítulo.

---

<sup>3</sup> Posteriormente en su *Tratado de lógica y conocimiento científico*, habrá de presentar un esquema mucho más complejo señalando niveles y sentidos de relación entre las ciencias. (Cfr. TLCC. T. VII)

### CAPÍTULO III

## LA EQUILIBRACION: PERSPECTIVA ESTRUCTURAL

### I. LOS ESTUDIOS PSICOGENÉTICOS DE LA INFANCIA A LA ADOLESCENCIA

#### 1. Desarrollo teórico: Ensayo de lógica operatoria

La epistemología piagetiana tiene cambios significativos cuando los estudios psicogenéticos se centran en las transformaciones que se producen en el pensamiento entre la infancia y la adolescencia. El método de investigación conserva propiamente la misma estructura. Las observaciones clínicas se reproducen en determinadas situaciones y, como en muchos de los estudios anteriores, continúa presentándose un problema a los sujetos, después se les demanda una explicación a la respuesta que dieron y, cuando hay error, se cuestiona a la misma explicación desde los datos observados o bien desde las inconsistencias de los argumentos presentados. Pero en estos estudios el enfoque teórico que orienta las observaciones cambia de énfasis. La funcionalidad de los esquemas es asumida como algo invariante, la asimilación y la acomodación han llegado a un nivel de equilibrio estable y así lo biológico no es nuevamente enfatizado en este nivel. La forma en que el sujeto habrá de organizar sus acciones -y por ende su pensamiento- continúa en el centro de la preocupación epistemológica, pero ahora la organización no deberá comprenderse desde la funcionalidad de los esquemas sino desde las estructuras lógicas del sujeto. Así, la inteligencia, como actividad organizadora, habrá de entenderse a partir de la manera en que se integra el pensamiento en un todo coordinado y estructurado. Será entonces desde las diferentes estructuras de conjunto (que dan significado a las coordinaciones del sujeto) que se desarrollen las explicaciones de los cambios cualitativos entre un nivel y otro.

Para describir las estructuras de conjunto de los sujetos y el vínculo constructivo que va de éstas a las formas lógicas, Piaget construye su lógica operatoria, la cuál habrá de exponer en su *Ensayo de lógica operatoria*, editado en 1949 y cuyo propósito es:

...mostrar el proceso de construcción de las formas lógicas. (...) comprender cómo se constituyen las estructuras elementales de clases, relaciones, números, proposiciones, etc., formalizadas con absoluta independencia por el lógico, como así también, determinar sus relaciones con las "operaciones" del pensamiento "natural", mucho más pobre y no formalizado. (ELO. p. 14)

Estas afirmaciones de Piaget señalan una dificultad intrínseca a la misma empresa porque se deben evitar las falacias del logicismo y del psicologismo. Ahora bien, la posibilidad de hacer afirmaciones "lógicas" a partir de estudios estrictamente psicológicos (psicologismo) o por el contrario, realizar interpretaciones de carácter "psicológico" desde ciertos postulados lógicos (logicismo) es algo que Piaget evita desde un principio<sup>1</sup>. Desde el momento en que se reconoce la absoluta independencia del lógico para realizar sus formalizaciones y como un particular problema de la psicología, el comprender cómo es el

---

<sup>1</sup> Sin embargo, algunos lógicos no estarán muy convencidos y realizarán fuertes críticas a su obra. Uno de esos lógicos es E. W. Beth, quien después acepta colaborar con Piaget en la obra: *Epistemología, matemática y psicología*, misma que Inhelder considera como la segunda síntesis epistemológica y que se comentará al final del presente capítulo.

pensamiento real de un individuo concreto en un momento determinado, Piaget asume esta independencia de ambas disciplinas, pero señala un punto de encuentro:

...allí donde la lógica ve en las operaciones transformaciones formales cuya validez se basa en los axiomas, la psicología las considera como acciones interiorizadas efectuadas en común o según correspondencias interindividuales susceptibles de una coordinación equilibrada (composición reversible) tanto a nivel del pensamiento individual como en los intercambios entre los individuos. (ELO. p. 33)

Así, las operaciones que realizan los sujetos y que a la lógica importan en un estricto sentido formal, habrán de tener una relevancia crucial para el psicólogo en tanto fenómenos mentales que muestran un punto particular en el desarrollo de la inteligencia. Pero ante esto nuevamente surge la pregunta: ¿Cómo encontrar un vínculo válido entre las dos ciencias, de modo que no haya intromisiones perjudiciales de una sobre la otra?

Piaget mismo enfatiza que esos propósitos concretos de ambas ciencias las guardan de la mala injerencia de una sobre la otra, ya que la lógica busca la validez formal y sus fundamentos en sistemas axiomáticos, en tanto la psicología pretende explicar cómo opera el pensamiento del sujeto en un momento determinado y realiza pruebas empíricas, sin la intención de encontrar fundamentos sino con el único afán de comprender y reconstruir genéticamente sus procesos. Por tanto, en sus propósitos y métodos cada disciplina está claramente diferenciada y delimitada. Pero una vez puesta en su sitio a cada una de estas disciplinas, debe explicarse entonces desde qué perspectiva habrá de escribir Piaget su *Ensayo de lógica operatoria*, si es que con él busca: "mostrar el proceso de construcción de las formas lógicas".

Las investigaciones desarrolladas por Piaget, previas a la redacción de esta obra, le han proporcionado suficiente material para corroborar la importancia de las acciones de los sujetos en la construcción de su estructura cognoscitiva, identificada como estructura de conjunto. Es importante señalar que una estructura de conjunto representa un estado de equilibrio en el que las acciones del sujeto se coordinan a partir de los procesos de asimilación y acomodación para compensar perturbaciones. Cuando, con el propósito de superar perturbaciones, una acción ha llegado a ser susceptible de "compensación" o de "anulación" por otra acción que sea recíproca o inversa a la primera, se ha alcanzado la reversibilidad y llegado al nivel de las operaciones. En otras palabras, las operaciones son acciones reversibles. La reversibilidad implica así una situación de equilibrio y Piaget considera que éstas definen los logros que caracterizarán los períodos en el desarrollo cognoscitivo que ya de la infancia a la adolescencia. En esos distintos períodos en el desarrollo de los sujetos puede corroborarse el cambio que tienen sus acciones y las justificaciones que presenta su conocimiento e identificarse las estructuras que sigue su razonamiento. Es entonces que Piaget advierte que esas estructuras coinciden con determinadas formalizaciones que ya se han realizado en el terreno de la lógica y establece que:

En síntesis una estructura equilibrada es, al mismo tiempo, una estructura lógicamente formalizable: tal es el caso de las clasificaciones, seriaciones y

correspondencias en el terreno concreto, y de los sistemas deductivos en el de las proposiciones. (ELO p. 36)

El efecto del reconocimiento de estas similitudes en el terreno de la lógica es que ésta tiene un proceso de desarrollo en el cuál se van consolidando las operaciones que alcanzarán la autonomía suficiente para poder sustentar en sí mismas su propia validez. Esto tendrá una importancia fundamental para la epistemología genética y por ello Piaget se aboca a desarrollar una “lógica operatoria” que -como se ha indicado- buscará vincular los desarrollos de las operaciones naturales del pensamiento con sus expresiones formales, desde las más elementales hasta las que alcanzan el máximo grado y que se expresan en la formalización del pensamiento hipotético-deductivo. En esto no hay un afán logicista sino que Piaget utilizará las formulaciones de las estructuras lógico-matemáticas como una herramienta para describir con precisión las etapas más significativas en el proceso de construcción de las operaciones del pensamiento real. Los resultados que tendrá su teoría al dar cuenta de los procesos que siguen los sujetos para alcanzar el pensamiento formal tienen claramente una implicación epistemológica y no psicologista. De esta manera, se busca hacer explícitos los criterios para reconocer los cambios de la lógica en los sujetos y se continúan las investigaciones para explicar la lógica del cambio de acuerdo a la teoría de la equilibración.

## **2. Formación de estructuras lógicas, el cambio de lógica y la lógica del cambio**

En su *Ensayo de lógica operatoria*, Piaget realiza pues, una reconstrucción teórica del proceso en el que se desarrollan las nociones elementales de la lógica. Comienza presentando la estructura básica del “agrupamiento” y de los diversos tipos en que ésta se manifestará, es decir, las formas lógicas que habrá de producir. A partir de esta estructura se dará lugar aún a las proposiciones elementales. Esto debido a que, de acuerdo con su perspectiva, no puede comenzarse por proposiciones “aisladas” al estilo de un “atomismo lógico”, y al contrario, resulta fundamental la noción de “totalidad” de una estructura para dar sentido a cualquier elemento. Por lo tanto, la construcción elemental de las proposiciones en su misma configuración interna partirá de las clases y las relaciones que dan lugar a los predicados partiendo de los vínculos que se hacen posibles por la estructura del agrupamiento. Debido a esta configuración interna este nivel de relaciones lógicas será considerado como intraproposicional.

Así, con la estructura del agrupamiento, Piaget reconstruye la formación de distintos tipos de clases, de relaciones y de diferentes tipos de operaciones. La razón de que sea posible explicar varias formas desde una, reside en que el agrupamiento, que es una estructura básica para la lógica operatoria, se encuentra entre la estructura de grupo (estructura algebraica) y la de reticulado (estructura de orden). Por esto, se debe recordar entonces cuáles son las características básicas de estas estructuras y a partir de ellas aclarar las características propias del agrupamiento.

El grupo es quizá la estructura matemática más sencilla. Asumiendo que un grupo es un conjunto no vacío, en cuyos elementos se cumplen estas propiedades:

$$P_1 ((a \circ b) \circ c) = (a \circ (b \circ c))$$

$$P_2 (a \circ u) = a$$

$$P_3 (a \circ a^{-1}) = u$$

donde: "o" se define como una ley de composición u operación binaria y u = elemento neutro.

Así, la asociativa es la primera propiedad. La segunda establece la existencia de un elemento neutro y la tercer propiedad establece la existencia de la operación inversa.

Por su parte el reticulado es una estructura que debe cumplir con las siguientes propiedades comunes a toda estructura de orden:

$$R_1 (a > b) \vee ((a \subset b) \& (b \subset a))$$

$$R_2 (a > b) \& (b > c) \rightarrow a > c$$

Estas propiedades son: no tener simetría ya sea por ser asimétrica o antisimétrica; y la segunda propiedad es la transitividad. Además el reticulado es un conjunto parcialmente ordenado, esto implica también la propiedad reflexiva, y en él se cumple que: para toda tupla de elementos se puede definir el mínimo elemento que envuelve a ambos o *supremum* y al mayor elemento contenido a la vez en ambos o *infimum*.

Para Piaget lo importante es presentar las cualidades de la estructura del agrupamiento y como él mismo señala:

El problema es pues caracterizar una estructura que concilie la reversibilidad propia del grupo con el sistema de encajes limitados, propia del reticulado. Es esta doble exigencia la que satisface la noción de "agrupamiento". Se puede, en efecto, concebir el "agrupamiento" ya sea como un reticulado que se ha vuelto reversible gracias a un juego de dicotomías o complementariedades jerárquicas, ya sea como un grupo cuya movilidad se haya restringida por la intervención de encajes que implican las operaciones idénticas especiales  $A \cup A = A$  y  $A \cup B = B$ , así como por un principio de contigüidad. El agrupamiento es pues una estructura intermediaria entre el grupo y el reticulado y expresa la naturaleza propia de las totalidades lógicas y especialmente el conjunto de operaciones que intervienen en una clasificación. (ELO. pp. 119-120)

Siguiendo la intuición de Piaget, Castorina y Palau han expresado de modo formal las características de un agrupamiento de la siguiente manera (Cfr. C&P. p. 34 ss.):

Un agrupamiento es una estructura  $\langle U, \circ, \text{---}, \leq \rangle$  en la que se definen las siguientes dos relaciones:

$$\text{Def. 1. } X \leq_1 Y =_{\text{df.}} \neg (\exists Z) (X \leq Z \cdot Z \leq Y)$$

$$\text{Def. 2. } X \text{ contig. } Y =_{\text{df.}} (\exists Z) (X \leq Z \cdot Y \leq Z)$$

y en la que se cumplen las siguientes siete propiedades:

$$G_0) (X \text{ contig. } Y) \supset ((X \in U \& Y \in U) \supset (X \circ Y) \in U)$$

$$G_1) (((X \circ Y) \circ Z) = (X \circ (Y \circ Z))) \text{ si } X \neq Y \neq Z$$

$$G_2) (X \circ Y) = (Y \circ X)$$

$$G_3) ((X \circ Y) = Y) \equiv (X \leq Y)$$

$$G_4) (X \circ X) = X$$

$$G_5) (X \text{ contig. } Y) \supset ((X \in U \& Y \in U) \supset (X - Y) \in U)$$

$$G_6) X \circ 0 = X$$

Ahora bien, como nota complementaria de su *Ensayo de lógica operatoria*, Piaget presenta la siguiente formulación para el agrupamiento del lógico H. Wermus (ELO. pp. 10-11).

Parte de un predicado binario:  $x < y$ , que es denominado como "sucesor inmediato". Este se determina por dos axiomas:

$$\text{Ax. 1. Asimetría de } < : \forall x \forall y (x < y \supset \neg (y < x))$$

$$\text{Ax. 2. Unicidad del sucesor: } \forall x \exists y \forall z (x < y \& x < z \supset (y = z))$$

Dada la importancia que tiene la relación de "próximo en próximo" para caracterizar a los agrupamientos se introduce un nuevo símbolo:  $\sphericalangle$  para remplazar a la unión ( $\cup$ ) del reticulado, que señala justamente esta característica de "unión contigua":  $x \sphericalangle y = z$  que "engendra el sucesor inmediato de  $z$  de dos elementos contiguos  $x$  e  $y$ ". De aquí surge el tercer axioma:

$$\text{Ax. 3. } (x \sphericalangle y = z) \Leftrightarrow (x < z) \& (y < z)$$

Falta aún establecer la inversa de esta relación, por ello se introduce el siguiente axioma, en el que se presenta también un nuevo símbolo que representa esta operación inversa:

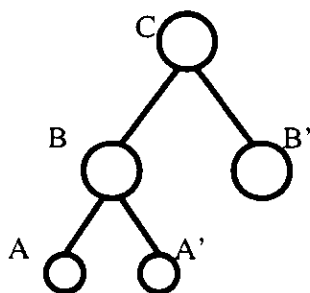
$$\text{Ax. 4. } \forall z \forall y (\exists ! x) ((z \sphericalleftarrow y = x) \Leftrightarrow (x \sphericalangle y = z)) \& \forall u (u < z \& u \neq x \supset u = y)$$

La importancia de estas caracterizaciones no es desde luego formal sino que reviste un interés exclusivo de la lógica operatoria. Particularmente a Piaget le interesa dar cuenta de las posibilidades que los sujetos tienen, en el período de las operaciones concretas, para dar lugar a la formación de las proposiciones como tales y también de la construcción de las más elementales operaciones y conceptos matemáticos, incluyendo la noción misma de número. Para ello se hace fundamental construir diferentes tipos de clases y también determinar conjuntos de relaciones, haciendo uso de agrupamientos de clases y de relaciones respectivamente. Con esto se busca agotar las composiciones que pueden realizarse en el nivel "intraproposicional", desde esta estructura "limitada". Debido a que pueden formarse entonces clases o relaciones y que las operaciones constitutivas de éstas pueden ser tanto aditivas como multiplicativas y como también pueden ser de términos primarios o secundarios (entendidos estos últimos como los complementos de los primarios), entonces Piaget presenta la siguiente clasificación que abarca todas estas combinaciones posibles:

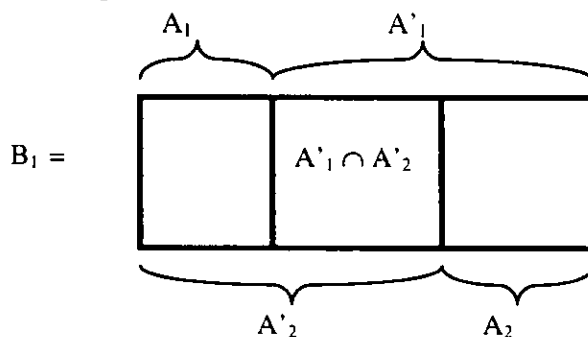
		Agrupamientos de clases:	Agrupamientos de relaciones
Aditivos	Primarios	1. Adición de clases	5. Adición de relaciones asimétricas
	Secundarios	2. Vicariancias	6. Adición de relaciones simétricas
Multiplicativos	Secundarios	3. Multiplicación co-unívoca de clases	7. Multiplicación co-unívoca de relaciones
	Primarios	4. Multiplicación bi-unívoca de clases	8. Multiplicación bi-unívoca de relaciones

(ELO, p. 131)

Una consideración general de estas formas lleva a la comprensión de la complejidad reciente que hay de una forma a otra. Se comienza entonces con el agrupamiento aditivo de clases primarias y esto da lugar a las clasificaciones simples, y que se caracterizan por reconocer inclusiones jerárquicas y relaciones de contiguidad, en el caso de que dos conjuntos pertenezcan a un tercero. Estas pueden mostrarse intuitivamente en el siguiente diagrama:



Después se presenta el agrupamiento aditivo de clases secundarias, que da lugar a las vicarianzas, éstas son construcciones que se realizan por sustitución complementaria, y por ello se requiere considerar al complemento de cada clase. Así por ejemplo la clase  $A_1$  se suma a su complemento  $A'_1$  y se obtiene la clase  $B_1$ . Pero esto puede ser también obtenido mediante la clase  $A_2$  y su complemento  $A'_2$ , en tanto ambas pertenecen a la clase  $B_1$ . Así se establece la siguiente equivalencia:  $A_1 + A'_1 = A_2 + A'_2$ . La siguiente figura expresa esto:





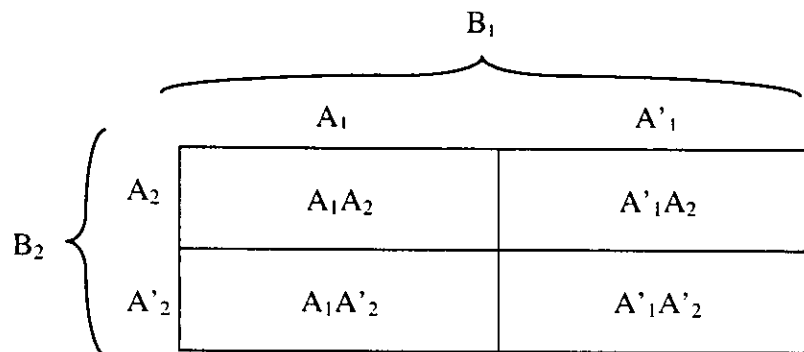
El agrupamiento multiplicativo biunívoco de clases da lugar a una clase producto en la que se encuentran los elementos de la intersección de las clases consideradas. Tenemos por ejemplo:

$$B_1 = A_1 + A'_1$$

$$B_2 = A_2 + A'_2$$

Multiplicando  $B_1$  por  $B_2$  se obtiene:  $A_1A_2 + A'_1A_2 + A_1A'_2 + A'_1A'_2$

De modo gráfico esto se puede representar así:

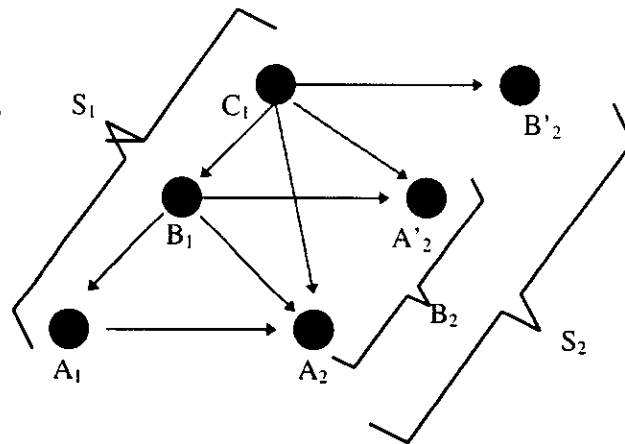


En cuanto al agrupamiento multiplicativo counívoco de clases, en este caso, a diferencia de la multiplicación biunívoca, se establecen relaciones de uno a varios. Podemos considerar por ejemplo dos series de clases y sus vínculos:

Sean las series  $S_1$  y  $S_2$

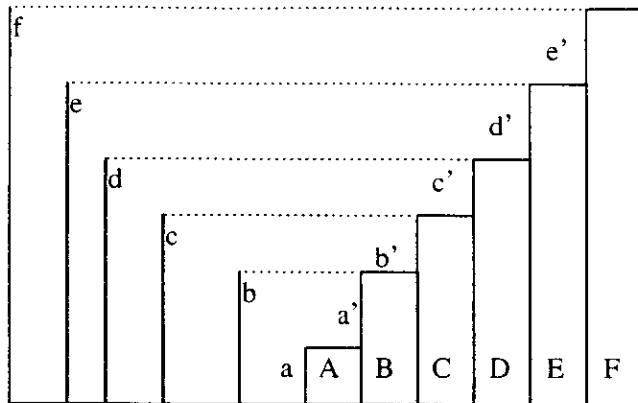
- $S_1$  {  $A_1$  = la clase de los hijos del mismo padre  
 $B_1$  = la clase de los nietos del mismo abuelo  
 $C_1$  = la clase de los bisnietos del mismo bisabuelo

- $S_2$  {  $A_2$  = la clase de los hermanos  
 $A'_2$  = la clase de los primos hermanos  
 $B'_2$  = la clase de los primos segundos

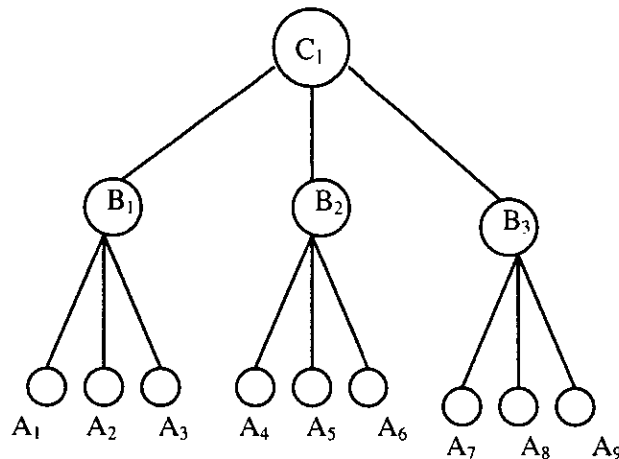


De esta manera se determina la intersección entre cada clase de la serie  $S_1$  y las clases de la serie  $S_2$ . Así se tienen varios vínculos simultáneos, ya que son hermanos y tienen el mismo abuelo y simultáneamente tienen primos hermanos y primos segundos, etc.

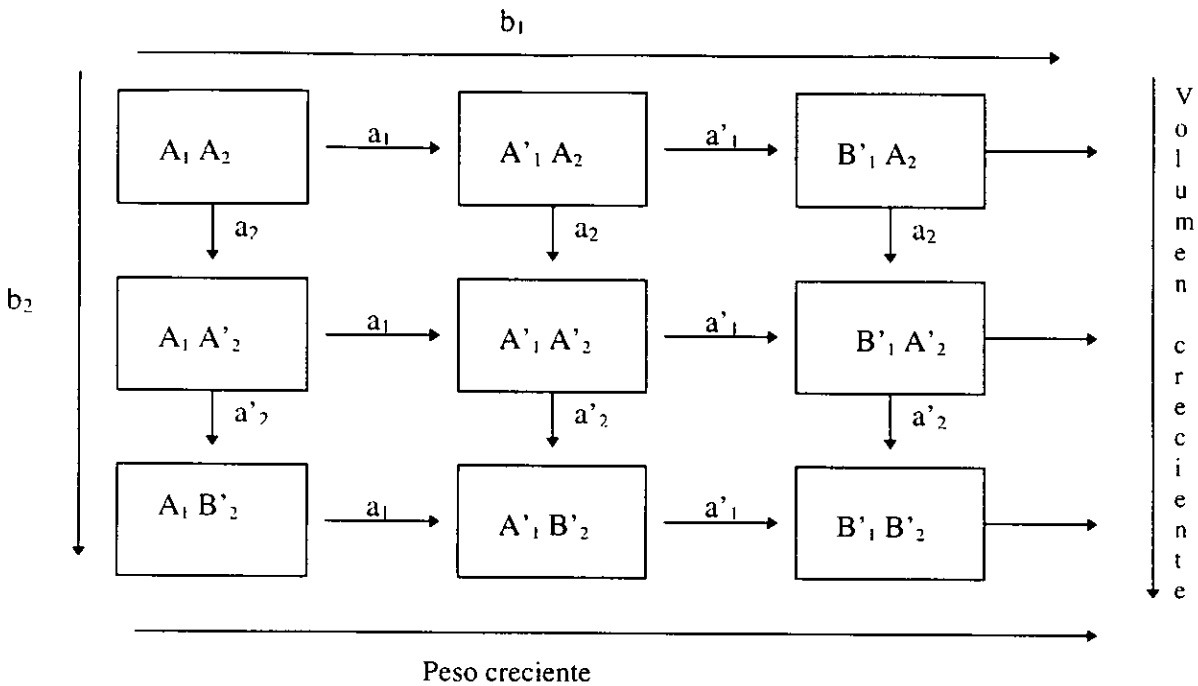
El agrupamiento aditivo de relaciones asimétricas es presentado en un sencillo ejemplo: la seriación -equivalente al de la clasificación simple-. Para esto se consideran las relaciones que se pueden establecer al ordenar de menor a mayor (o de mayor a menor) un conjunto de "regletas". El énfasis no está puesto en los objetos mismos sino en las relaciones que pueden establecerse por medio de las diferencias. Se parte de la diferencia de cada regleta con respecto al punto de referencia y se relaciona por contiguidad; así, a la altura de A -que se representa por  $a$ - se encuentra contenida en la de B. Pero la diferencia de estas alturas que es representada por  $a'$  no se puede comparar con  $b'$  que es la diferencia entre la altura de B y de C. La siguiente figura ilustra el ejemplo:



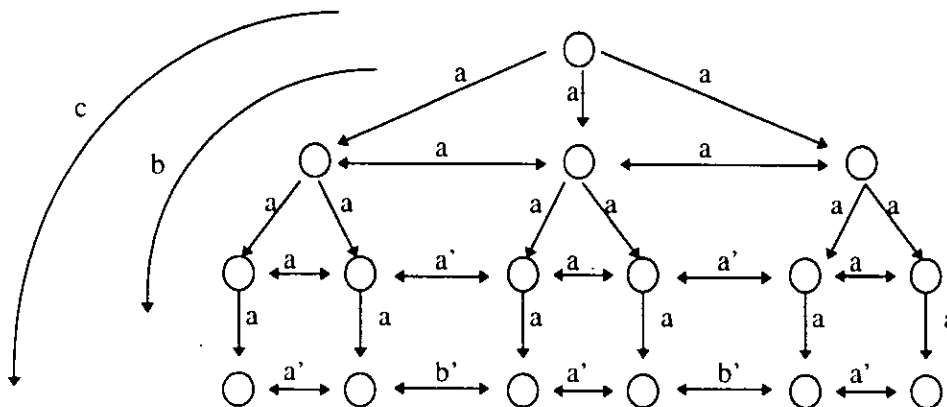
En el agrupamiento aditivo de relaciones simétricas se establece una distinción entre equivalencias positivas y equivalencias negativas. En las equivalencias positivas se cumplen las propiedades de reflexividad, simetría y transitividad; como es el caso de "ser compatriota". En el caso de las negativas se cumple la propiedad de simetría pero no la reflexividad ni la transitividad como es el caso de la relación: "no ser compatriota". Así, se presentan este tipo de relaciones en la construcción, por ejemplo, de un árbol genealógico. En él los primos hermanos son hijos de diferentes padres y son nietos del mismo abuelo. Sea  $A_1, A_2, A_3$ , etc., la clase de los individuos que tienen un mismo padre; así los elementos de cada clase son hermanos entre sí y los de  $A_1$  son primos hermanos con respecto a  $A_2$  y  $A_3$ . Ahora sea que  $B_1, B_2$  y  $B_3$  son los individuos que tienen el mismo abuelo, y  $C_1$  los que tienen el mismo bisabuelo.



El agrupamiento multiplicativo biunívoco de relaciones asimétricas, se obtiene mediante la multiplicación de dos series. Como se obtenía la multiplicación entre clases, así también se obtiene la multiplicación entre diferencias de distinta índole. Por ejemplo, pueden relacionarse dos series de diferencias como las de peso y volumen entre objetos. Sea  $A_1$  la clase de objetos que tienen un determinado peso en común, y sea  $A_2$  la clase de los elementos que tienen un determinado volumen en común. Entonces el subíndice "1" indica el peso, en tanto el subíndice "2" indica el volumen. Los pesos aumentan de  $A_1$  a  $A'_1$  y luego a  $B'_1$ , de este modo se simboliza el aumento en el peso. Las flechas representan las relaciones asimétricas y el sentido creciente del peso y del volumen. Las letras minúsculas muestran las diferencias según el peso (con subíndice "1") y el volumen (con subíndice "2"):



Por último, es necesario revisar el agrupamiento multiplicativo counívoco de relaciones. En este caso, a diferencia del anterior y en similitud a lo que ocurre en el paso de la multiplicación biunívoca a la counívoca de clases, las relaciones pasarán de uno a varios. Es decir, en lugar de relacionarse un término con otro, habrá de relacionarse con varios. Esto puede explicarse a partir del siguiente diagrama:



Este diagrama representa una jerarquía genealógica de modo que :

$x \downarrow^a$  y significa "x es padre de y", su conversa es:  $x \uparrow^a$  y significa "x es hijo de y"  
 $x \downarrow^b$  y significa "x es abuelo de y", su conversa es:  $x \uparrow^b$  y significa "x es nieto de y"  
 $x \downarrow^c$  y significa "x es bisabuelo de y", su conversa es:  $x \uparrow^c$  y significa "x es bisnieto de y"

Por otra parte, también se establecen las siguientes relaciones:

$x \leftrightarrow$  y esto es "x es hermano de y"

$x \overset{a}{\leftrightarrow}$  y esto es "x es primo de y"

$x \overset{b}{\leftrightarrow}$  y esto es "x es primo segundo de y"

Las primeras relaciones, de jerarquía genealógica, son asimétricas en tanto que las segundas, correspondientes al mismo nivel, son simétricas, pero en todos los casos es posible construir relaciones a partir de la multiplicación de dos relaciones, así por ejemplo:  $(x \downarrow^a y) \times (z \uparrow^a y) = x \leftrightarrow^a y$ . De este modo, se hacen notorios los diferentes vínculos que se establecen entre los individuos.

En todos los casos, tanto de clases como de relaciones, es posible verificar que se cumplen las propiedades de los agrupamientos. De estas propiedades, la inversa tiene una gran importancia pues en ella se manifiestan las dos formas de reversibilidad operatoria que son la reciprocidad y la inversión. En los agrupamientos de clases se realizará la reversibilidad por inversión, en tanto en los agrupamientos de relaciones será elaborada la reversibilidad por reciprocidad. Es conveniente recordar cuáles son las características de cada caso.

La reversibilidad por inversión consiste en aplicar una operación que anule a una primera, de modo que se puede ilustrar con el aumento de un elemento a una clase y la sustracción correspondiente, de ese mismo elemento, para que la clase vuelva al estado original. La reversibilidad por reciprocidad consiste en la construcción de la relación conversa de cualquier relación, de modo que cuando se realiza una composición de ambas se llega a una equivalencia, como ejemplo puede considerarse la relación recíproca:  $A > B$  y  $B > A$ , entonces se tiene la equivalencia:  $A = B$ .

Las dos reversibilidades se encuentran diferenciados en cada tipo de agrupamiento, ya sea de clases o de relaciones, y no se vincularán hasta que se constituya el grupo de conjunto INRC, identidad (I), inversión (N), reciprocidad (R) y correlación (C), que reúne en un sólo sistema a las transformaciones de las operaciones y que caracteriza la estructura lógica interproposicional. Esta composición representa una completa reestructuración y un muy importante cambio en la manera en que pueden desarrollarse los esquemas lógicos.

La razón primordial de este cambio es que respecto de la lógica de clases y de relaciones, característica de las construcciones intraproposicionales, la lógica interproposicional

alcanzará un nuevo nivel de formalización sobre aquellas formalizaciones previas y por ello:

El cálculo de proposiciones representa una forma de formas consistente en operaciones a la segunda potencia, es decir operaciones que se ejercen sobre operaciones a la primera potencia. En efecto, toda proposición se reduce, desde el punto de vista intraproposicional, a un enunciado de operaciones de clases o de relaciones (que denominamos aquí operaciones a la primera potencia), cuya verdad o falsedad depende de las reglas de las operaciones mismas: combinar las proposiciones tomadas en bloque equivale pues a operar sobre las operaciones, y por lo tanto, a construir un sistema de operaciones a la segunda potencia. (ELO. p. 248)

Así, en el nivel interproposicional se parte de asumir el valor de verdad de las proposiciones y tomando en cuenta sólo los valores verdadero o falso y haciendo las combinaciones posibles de estos en el vínculo de dos proposiciones, Piaget reconstruye las dieciséis operaciones del cálculo proposicional. Entonces se presentan estas combinaciones posibles en la siguiente tabla de verdad:

(p,q)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
(1,1)	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
(1,0)	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
(0,1)	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
(0,0)	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1

Hay dos maneras de interpretar las relaciones que se establecen en esta tabla, en la primera de ellas Piaget se dedica a reconstruirlas desde la teoría de conjuntos, principalmente con el objeto de mostrar cómo es posible el paso del nivel intraproposicional al interproposicional subrayando ese vínculo entre ambos, y también reconociendo la independencia que se alcanza una vez que se consolida el nivel interproposicional. (Cfr. ELO. p. 256 ss.) Por otra parte, si se analizan las formas normales que están implicadas en estas relaciones, es posible comprender la composición de las dieciséis operaciones del cálculo proposicional e incluso determinar sus transformaciones reversibles. Considerando así en la columna 1 se tiene la afirmación completa, que es una manera de llamar a la tautología (que es representada por  $p \vee \neg p$ ) y cuya forma normal disyuntiva (FND) es:

$$(p \& q) \vee (p \& \neg q) \vee (\neg p \& q) \vee (\neg p \& \neg q)$$

Si se toma la columna 7, se tiene la forma del condicional material:  $p \supset q$ , cuya FND es:

$$(p \& q) \vee (\neg p \& q) \vee (\neg p \& \neg q) \text{ a la que corresponde la FNC: } \neg p \vee q$$

Tomando como referente a la afirmación completa, es decir asumiéndola como el "universo", es posible determinar la inversa de cualquiera de las formas de la tabla, ya que será su complemento con respecto a esa afirmación completa. Así para el condicional material su inversa será el "no condicional" (representado en la columna 8):  $\neg(p \supset q)$  cuya FND es:

$$(p \& \neg q) \text{ y por consiguiente su FNC será: } (\neg p \vee \neg q) \& (p \vee \neg q) \& (p \vee q)$$

Para construir la recíproca de cualquier forma se mantiene la operación pero se efectúa sobre las proposiciones con signos invertidos. Así, el condicional material  $p \supset q$  se transforma en  $\neg p \supset \neg q$ , que equivale a:  $q \supset p$  denominada como "condicional inverso" (representada en la columna 10); cuya forma normal disyuntiva será:

$$(p \& q) \vee (p \& \neg q) \vee (\neg p \& \neg q) \quad \text{correspondiéndole como FNC: } p \vee \neg q$$

Para construir la operación correlativa se cambian, en las formas normales, las conjunciones por las disyunciones y viceversa, pero no se cambian los signos. Para el condicional material se tendrá entonces que transformar:

$$\text{su FND } (p \& q) \vee (\neg p \& q) \vee (\neg p \& \neg q) \quad \text{y su FNC: } \neg p \vee q$$

en la siguientes formas:

$$\text{como FND: } \neg p \& q \quad \text{y como FNC: } (p \vee q) \& (\neg p \vee q) \& (\neg p \vee \neg q)$$

Esta forma corresponde a la columna 9 cuya tabla de verdad es denominada como el "no condicional inverso" y que se expresa como  $\neg (q \supset p)$ .

En tanto el mismo procedimiento es aplicable a todas las formas representadas en las columnas, se pueden establecer también sus respectivas transformaciones, mismas que se resumen en la siguiente tabla:

	Operación directa	Inversa	Recíproca	Correlativa
1) Afirmación completa	$p * q$	0	$p * q$	0
2) Negación completa	0	$p * q$	0	$p * q$
3) Disyunción inclusiva	$p \vee q$	$\neg p \& \neg q$	$p   q$	$p \& q$
4) Negación conjunta	$\neg p \& \neg q$	$p \vee q$	$p \& q$	$p   q$
5) Incompatibilidad	$p   q$	$p \& q$	$p \vee q$	$\neg p \& \neg q$
6) Conjunción	$p \& q$	$p   q$	$\neg p \& \neg q$	$p \vee q$
7) Condicional	$p \supset q$	$p \& \neg q$	$q \supset p$	$\neg p \& q$
8) No-condicional	$\neg (p \supset q)$	$p \supset q$	$\neg (q \supset p)$	$q \supset p$
9) Condicional inverso	$q \supset p$	$\neg p \& q$	$p \supset q$	$p \& \neg q$
10) No cond. Inverso	$\neg (q \supset p)$	$q \supset p$	$\neg (p \supset q)$	$p \supset q$
11) Bicondicional	$p \equiv q$	$p \vee q$	$p \equiv q$	$p \vee q$
12) Disyunción Exclusiva	$p \vee q$	$p \equiv q$	$p \vee q$	$p \equiv q$
13) Afirmación de p	$p [q]$	$\neg p [q]$	$\neg p [q]$	$p [q]$
14) Negación de p	$\neg p [q]$	$p [q]$	$p [q]$	$\neg p [q]$
15) Afirmación de q	$q [p]$	$\neg q [p]$	$\neg q [p]$	$q [p]$
16) Negación de q	$\neg q [p]$	$q [p]$	$q [p]$	$\neg q [p]$

De este modo se enfatiza que las transformaciones reversibles consolidan y dan coherencia a las formas interproposicionales. Cada forma proposicional puede transformarse en su inversa, su recíproca o su correlativa, gracias a la reversibilidad, que para Piaget es un principio lógico que tiene primacía aún sobre la misma identidad:

...la reversibilidad es, en efecto, el criterio más profundo y más general de la racionalidad, por oposición a la identidad de la lógica clásica ya que lo idéntico no es sino el producto de las operaciones directas e inversas.

(ELO. p. 295)

Así, la misma tautología es considerada desde la concepción operatoria como la materia formal sobre la que se realizan las operaciones móviles y reversibles, y no ya como la "verdad total" estática, sino que ella misma resulta ser una operación entre las otras.

Ahora bien, al hacer un estudio de las operaciones por sus transformaciones, se hace patente que todas tienen una inversa diferente pero sólo algunas tendrán diferentes también sus transformaciones recíproca y correlativa, ya que hay casos en los que las recíprocas o las correlativas son iguales a la identidad. Así, se pueden clasificar en cuaternas (grupos de cuatro operaciones), de acuerdo a los tipos de operación que se obtienen por sus transformaciones. En primer lugar hay dos cuaternas que tienen siempre operaciones diferentes en cada transformación: son las cuaternas A y B. Por otra parte se tendrá la cuaterna C cuya recíproca será igual a la identidad y cuya correlativa será igual a su inversa. Por último en la cuaterna D la identidad será igual a su correlativa y su inversa igual a su recíproca. Esto puede verse en el cuadro siguiente (Cfr. ELO. p. 299):

	Operación directa	Inversa	Recíproca	Correlativa
<b>Cuaterna A</b>	$p \vee q$	$\neg p \ \& \ \neg q$	$p \mid q$	$p \ \& \ q$
<b>Cuaterna B</b>	$p \supset q$	$p \ \& \ \neg q$	$q \supset p$	$\neg p \ \& \ q$
<b>Cuaterna C</b>	$p \equiv q$	$p \ \vee \ q$	$p \equiv q$	$p \ \vee \ q$
	$p * q$	0	$p * q$	0
<b>Cuaterna D</b>	$p [q]$	$\neg p [q]$	$\neg p [q]$	$p [q]$
	$q [p]$	$\neg q [p]$	$\neg q [p]$	$q [p]$

Realizando un análisis sobre estos resultados se puede formular la "ley de la doble reversibilidad", a la cual se considera como una primera ley general de la lógica interproposicional. La importancia de esta ley es que a partir de ella se podrá construir un conjunto de equivalencias entre las transformaciones de las operaciones, que tendrá la peculiaridad de poder formularse como una estructura que Piaget demuestra es una estructura de grupo. Este será entonces conocido como el grupo INRC. Las equivalencias entre las transformaciones son, por ejemplo, que la correlativa de una operación será igual a la inversa de su recíproca o a la recíproca de su inversa; su inversa será igual a la recíproca de su correlativa o a la correlativa de su recíproca; etc. En el siguiente cuadro se pueden apreciar estas equivalencias:

LA NOCIÓN DE EQUILIBRACIÓN EN PIAGET  
Investigación sobre los procesos de transformación del conocimiento

$$\begin{aligned} NR &= RN = C \\ RN &= CR = N \\ NC &= CN = R \\ NRC &= RCN = CNR = I \end{aligned}$$

Esto da lugar a la siguiente tabla, que sintetiza estas transformaciones:

	I	N	R	C
I	I	N	R	C
N	N	I	C	R
R	R	C	I	N
C	C	R	N	I

Esta tabla permite asegurar que:

- 1) La composición de dos elementos del conjunto es siempre un elemento del conjunto.
- 2) La composición es asociativa.
- 3) Cada elemento tiene un inverso
- 4) Existe un elemento neutro (que es I)
- 5) La composición es conmutativa

(ELO. p. 317)

Esta tabla corresponde a un grupo de Klein cuya formación, desde una perspectiva formal, puede realizarse de la siguiente manera:

Considerando el grupo  $C_2$ , grupo de orden 2 generado por  $g$ :

•	1	g	
1	1	g	$gg = 1$
g	g	1	

El grupo de cuatro elementos de Klein,  $K_4$  es el producto extensivo directo  $C_2 \times C_2$ :

•	(1, 1)	(1, g)	(g, 1)	(g, g)
(1, 1)	(1, 1)	(1, g)	(g, 1)	(g, g)
(1, g)	(1, g)	(1, 1)	(g, g)	(g, 1)
(g, 1)	(g, 1)	(g, g)	(1, 1)	(1, g)
(g, g)	(g, g)	(g, 1)	(1, g)	(1, 1)



Este grupo tiene las mismas propiedades que ha señalado Piaget acerca del grupo INRC.

Para Piaget el grupo INRC sintetiza lo esencial de las transformaciones reversibles que pueden ser aplicadas a las dieciséis operaciones y fundamenta la racionalidad del sistema. La característica del mismo es que se encuentra en un nivel superior en tanto constituye una forma sobre las formas del sistema de las dieciséis operaciones binarias. No da cuenta de la formación misma del sistema pues sólo se limita a explicar algunas de las transformaciones posibles, pues es evidente que al aplicarlo no se puede pasar de una cuaterna a otra, ni se explica la formación de todo el conjunto. Sin embargo le da coherencia a cada una de las operaciones en relación a aquéllas otras que se engendran mediante sus transformaciones reversibles. Lo más importante del grupo de transformaciones es que integra la reversibilidad por inversión y la reversibilidad por reciprocidad, dando lugar así a ese conjunto de operaciones conectadas que "agotan" las opciones del sistema, es decir cierran el sistema por la combinatoria. Esta combinatoria será la característica de los sistemas hipotético-deductivos.

De acuerdo a sus investigaciones, Piaget afirma que el comportamiento cognoscitivo de un sujeto alcanzará su máximo nivel de desarrollo cuando la combinatoria, y por ende el grupo INRC se encuentren de modo sistemático como una estrategia epistémica en su pensamiento.

Es conveniente analizar ahora cómo se utiliza este desarrollo teórico en las investigaciones psicogenéticas para dar cuenta de los estadios de las operaciones concretas y de las operaciones formales. Esto es desarrollado en numerosos trabajos de la escuela epistemológica de Ginebra pero es posible encontrar una obra particular en la que se realiza un tratado cabal. Esta obra la realiza Piaget poco tiempo después de haber concluido la redacción de su *Ensayo*, cuando junto con Inhelder escribe su trabajo titulado: *De la Lógica del niño a la lógica del adolescente. Ensayo sobre la construcción de las estructuras operatorias formales*.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## II. LA LÓGICA DE LAS OPERACIONES CONCRETAS Y LA EQUILIBRACIÓN

### 1. De la génesis a las estructuras de las operaciones concretas

Una vez que se ha alcanzado el equilibrio entre los procesos de asimilación y acomodación en el terreno sensoriomotriz, y las representaciones del sujeto han dado lugar a los conceptos, el comportamiento cognoscitivo se transforma. La característica fundamental de esta transformación consiste en que, con los conceptos, los sujetos han construido en el plano cognoscitivo a los objetos de su entorno, y el pensamiento se va a centrar en los objetos mismos y en las clases y relaciones que los organizan. Así, comenzarán a consolidarse las formas lógicas que serán el producto de las acciones estructuradas del sujeto. En este nivel las formas se encontrarán de manera indiferenciada de los contenidos estructurados. Esto implica una dependencia del sujeto a los datos observables sobre los que habrá de poner en marcha su pensamiento, dando por resultado que todo juicio se subordine a la información que esta presente en la realidad percibida.

Piaget busca identificar cómo son los procesos que siguen los sujetos para resolver diferentes problemas y formula su explicación desde las nociones sobre el agrupamiento que se han presentado previamente. De esta manera es posible identificar los resultados particulares que logran los sujetos de acuerdo al grado de complejidad que alcanzan las estructuras usadas por ellos.

Las observaciones clínicas realizadas en los sujetos de este estadio, le permiten a Piaget identificar en ellos diferentes niveles de ejecución en la solución de los problemas que les son planteados. Esta distinción señala determinadas “rupturas” estructurales que ponen de manifiesto las características particulares de las diferentes conductas cognitivas. Al considerar las respuestas de los sujetos en el nivel I –correspondiente aún al estadio preoperatorio– en relación a las dadas en el siguiente nivel IIA –concreto inicial–, se hacen evidentes las diferencias estructurales y es factible sugerir algunas razones que desencadenan la transición entre una y otra, es decir se pueden suponer aspectos de la génesis de las mismas estructuras.

En el siguiente ejemplo es posible apreciar algunas de estas diferencias. Además estas conductas pueden ser modeladas desde las construcciones formales hechas por Piaget y presentadas en la sección anterior. Debe señalarse que los números romanos se utilizan como notación para distinguir entre un estadio y otro. En tanto para la distinción entre niveles del mismo estadio se utilizan las letras A y B, correspondiendo la A al nivel inicial y B al nivel avanzado.

En el ejemplo que se presenta a continuación los sujetos deben explicar las relaciones entre los ángulos de incidencia y de reflexión que describen las bolas que son impulsadas en una especie de mesa de billar. Se les indica que deben hacer que el rebote de la bola acierte en un muñequito o un blanco. Los sujetos hacen diferentes manipulaciones y deben dar cuenta de las relaciones que guardan las trayectorias seguidas por las bolas.

Las respuestas de los sujetos en el estadio preoperatorio son similares a la siguiente:

Dan (5; 2) al comienzo acierta: "Creo que funciona porque va en el mismo sentido." El mismo ajusta el tubo que sirve para impulsar la bola pero opera mediante tanteos empíricos. Luego pregunta espontáneamente: "¿Por qué a veces hay que hacer girar el tubo?... No allí hay que colocarlo ( no acierta). Si se pudiera colocar un poco más lejos..." (lo hace y acierta). Sin embargo, aunque Dan consigue así dirigir la dirección de sus rebotes, no tiene consciencia alguna de que éstos forman ángulos: describe con el dedo la trayectoria como si fuera de una curva no tangente a la pared de rebote, considerando el punto de llegada y de partida pero sin ocuparse de los puntos de rebote. (LNLA, p. 16)

A partir de un conjunto de observaciones similares a la anterior y aún de muchas otras realizadas sobre problemas diferentes; Piaget concluye que, a pesar del éxito ocasional de los sujetos para lograr que su ejecución redunde en un resultado perseguido, una característica de este estadio cognoscitivo es la falta de comprensión clara de los sucesos que son observados o aún provocados por el mismo sujeto. Así, es posible aún distorsionar las mismas observaciones (como al describir trayectorias curvas) debido a que no hay conciencia de las coordinaciones que se encuentran detrás de los sucesos y esto porque el sujeto:

... aún no logra interiorizar sus acciones en operaciones, ni siquiera concretas. En efecto, una operación concreta no sólo es una acción interiorizada que se combina con otras en sistemas de conjunto reversibles: también es, y por ello mismo, una acción acompañada de una toma de conciencia de su propio mecanismo y de sus coordinaciones. (Ibid)

En el siguiente nivel IIA el sujeto comienza a alcanzar esta conciencia del mecanismo y de sus coordinaciones. El siguiente ejemplo resume las conductas observadas:

Bend (8;0) "Es la esquina (el ángulo descrito por el rebote) lo que hace girar: se cambia el contorno (la magnitud del ángulo) cuando se cambia el tubo (=la inclinación del tubo)." Indica un ángulo muy agudo cuando el tubo está poco inclinado y un ángulo muy obtuso cuando tiene una fuerte inclinación. Se le pregunta a qué llama contorno y nos señala la apertura del ángulo, con un gesto que indica que piensa en la generación del ángulo por la rotación progresiva del tubo y por la amplitud creciente del rebote así producido. (LNLA, p.17)

Al examinar la comprensión que presentan los sujetos de este nivel se hace patente el progreso con respecto a los sujetos del estadio precedente. Estos sujetos no solamente consiguen acertar en repetidas ocasiones sino que además pueden indicar cómo es que han logrado hacerlo. Si bien sus descripciones aún son precarias tienen la peculiaridad de conseguir que en su "conceptualización" se refleje la comprensión de las relaciones implicadas en sus observaciones. Puede trazarse el origen de este progreso en las repetidas acciones que los sujetos desarrollan en el estadio anterior con el propósito de alcanzar determinados objetivos. Conforme se van reproduciendo las acciones exitosas y evitando aquellas que llevan al fracaso se va estableciendo la interiorización de esas acciones de manera coordinada y se propicia la construcción de las nociones básicas de relación y de

clases que le permiten al sujeto comprender el resultado de sus acciones. En la siguiente observación, correspondiente al nivel IIB, se puede distinguir cómo el sujeto es capaz de manifestar su comprensión del fenómeno que produce, a partir del uso de términos que hacen una clara referencia al uso de nociones de orden y de relaciones.

Ulm (9:8) "*Cuanto más se empuja el tubo hacia arriba, la bola va cada vez más así (ángulo pequeño) y cuanto más se lo empuja hacia abajo, va siempre más así (ángulo grande).*" Explicame mejor lo que ves. "*Veo además esto (el objetivo) y nada más, porque gira junto con el tubo (=porque la dirección del trayecto comprendido entre el punto de rebote y el objetivo se desplaza con la del tubo).*" (LNLA, p. 18)

Piaget precisa que en las explicaciones de los sujetos en este estadio no sólo hay referencias al orden y a las relaciones, sino que se utilizan las seriaciones y las correspondencias que manifiestan las estructuras lógicas que utiliza el sujeto para dar inteligibilidad a sus observaciones y a las acciones que realiza. Este es un enorme progreso pues ahora no sólo se comprende la raíz de los cambios sino que, desde una estructura formal, se hacen inteligibles las diferencias que son percibidas en el experimento:

Si simbolizamos las inclinaciones crecientes del tubo (y del primer segmento de trayectoria de la bola que sale del tubo) mediante las letras  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , etcétera, y las inclinaciones del segundo segmento de trayectoria (entre el punto de rebote y el objetivo) mediante los signos  $\alpha'$ ,  $\beta'$ ,  $\gamma'$ , etcétera, las operaciones de seriación y correspondencia que los sujetos de este estadio II pueden establecer son las siguientes:

$$1) \alpha < \beta < \gamma \dots \text{ o } \alpha' < \beta' < \gamma' \dots$$

y

$$2) \alpha \leftrightarrow \alpha'; \beta \leftrightarrow \beta'; \gamma \leftrightarrow \gamma'; \text{ etcétera (donde el signo } \leftrightarrow \text{ significa la correspondencia).}$$

(LNLA, p. 19)

Así, esta caracterización hace una alusión a la estructura del agrupamiento aditivo de relaciones asimétricas. En otras observaciones se habrán de mostrar los otros tipos de agrupamiento tanto aditivos como multiplicativos. Lo relevante de esta observación es que permite modelar las conductas de los sujetos y de un modo que hace plausible la comprensión de las estrategias epistémicas que pueden estar orientando a esas mismas conductas. En otras palabras, el comportamiento cognoscitivo de los sujetos puede ser explicado desde el desarrollo teórico que Piaget ha presentado en su ensayo de lógica operatoria.

Ahora bien, una vez considerados los logros de este estadio, Piaget se cuestiona sobre la incapacidad que manifiestan estos sujetos para poder llegar a la formulación de una "ley general" que explique la relación precisa entre los ángulos de incidencia y de reflexión. La posibilidad de llegar a una ley así, como se verá más adelante, se reserva para los sujetos hasta que acceden al tercer estadio correspondiente a las operaciones formales. Para ello será necesario superar la desunión entre los dos tipos de reversibilidad: la inversión y la reciprocidad, estas operaciones se construyen de modo independiente y permanecen desvinculadas en este estadio. Por su importancia capital es preciso revisarlas.

## 2. La reversibilidad por inversión y la reversibilidad por reciprocidad

En este estadio de las operaciones concretas los mecanismos de conjunto que hay detrás de ellas se mantienen a partir de las funciones reversibles que son la inversión y la reciprocidad. Estas permanecen como funciones independientes, y aisladas una de la otra y son fundamentales para que sean posibles aún las más elementales operaciones, ya que por definición las operaciones son reversibles. Así, en este estadio ambas operaciones habrán de consolidarse pero siempre de manera aislada.

Un resultado esencial de la reversibilidad es la construcción de la identidad, misma que en el terreno del conocimiento físico puede ser tan compleja como en la adquisición de las nociones de conservación. Por ejemplo en la conservación del volumen los sujetos se enfrentan a pruebas como la de los niveles de agua. En ésta los sujetos observan cómo se vierte de un recipiente alto y delgado a uno pequeño y grueso una cierta cantidad de agua. Debido a las características de los recipientes los sujetos en el estadio preoperatorio consideran que se ha modificado la cantidad del líquido. Así por ejemplo, algunos dicen que "es menos porque no llega tan alto". En cambio los sujetos del estadio de las operaciones concretas serán capaces de comprender que no hay modificación alguna en la cantidad del líquido. Así señalarán, por ejemplo: "no hay más o menos sólo ha cambiado de recipiente". Esto implica una comprensión de que las variaciones son compensadas y por ello los estados se subordinan a las transformaciones. Como sustento de esta comprensión se encuentra la elaboración de los invariantes que se asocia a la presencia de la reversibilidad como características de una transformación operatoria:

Las operaciones consisten, pues, en transformaciones reversibles, y esa reversibilidad puede consistir en inversiones ( $A \rightarrow A = 0$ ) o en reciprocidad ( $A$  corresponde a  $B$  y recíprocamente). Pero una transformación reversible no lo modifica todo a la vez, pues de otro modo no admitiría retorno. Una transformación operatoria es siempre, pues, relativa a una invariante; y ese invariante de un sistema de transformaciones constituye lo que hemos llamado hasta aquí una noción o un esquema de conservación. (PN. p. 100)

En tanto este tipo de transformaciones operatorias es aplicado de modo directo a los objetos con los que el sujeto acciona, por ello son consideradas concretas. Así, cada tipo de reversibilidad será aplicada a conductas cognitivas concretas, pues el pensamiento del sujeto requiere entonces del apoyo de los objetos presentes para poder ejercitarse en la coordinación de sus operaciones reversibles. Por ejemplo, la reversibilidad por inversión será aplicada principalmente cuando se trate de crear colecciones o clases; mientras que la reversibilidad por reciprocidad será aplicada cuando el sujeto se enfrente a problemas de seriación o de identificación de relaciones que impliquen diferencias.

Para Piaget esto explica por qué los sujetos en este estadio logran resolver diversos problemas que se les presentan a través del uso de esas operaciones reversibles, sin embargo sus posibilidades están reducidas pues al quedar separadas también se convierten en un obstáculo epistémico. Lo más notorio de estos fracasos radica en que los sujetos no podrán formular leyes generales ni lograrán realizar pensamientos deductivos totalmente coordinados por una combinatoria, se limitan así a las posibilidades de sus esquemas.

### 3. Los esquemas lógicos

Es posible entonces explicar las conductas cognoscitivas de los sujetos a partir del uso de los esquemas lógicos que utilizan como estrategias de construcción de conocimiento, es decir como estrategias epistémicas. En la primera parte de este capítulo ya se han presentado las estructuras de agrupamiento que los sujetos utilizan en el estadio de las operaciones concretas. Deben enfatizarse entonces los dos tipos de agrupamiento fundamentales que son el de clases y el de relaciones, que además coinciden con los dos tipos de reversibilidad: por inversión y por reciprocidad.

En cuanto a las clases Piaget identifica un camino progresivo de tres etapas. Primero los sujetos buscan "juntar" las colecciones creando figuras. De este modo se hace también una representación espacial de la extensión. Posteriormente realizarán las colecciones sin necesidad de crear otra figura pero manifestarán un clásico problema de falta de reversibilidad en la etapa preoperatoria, que consisten en la imposibilidad de distinguir subconjuntos. Esto por ejemplo se hace patente cuando a un sujeto, que ha logrado juntar todas las estampas de diferentes flores para formar un conjunto, se le pregunta si hay más rosas que flores, responde que hay más rosas (porque el número de rosas es mayor que el de otras flores). Se muestra así que aún falta la capacidad de un manejo adecuado de las relaciones. La acción coherente se alcanza en una tercera etapa que se caracteriza por el uso ya de operaciones para formar las clases, esto es lo característico del estadio de las operaciones concretas y Piaget le llama clasificación operatoria.

En cuanto a los esquemas de agrupamiento por relaciones, la seriación es el mejor de los ejemplos. También Piaget distingue que hay todo un proceso formativo puesto que ya los niños de dos a tres años son capaces de realizar "escaleras" con cubos de madera, cuando las diferencias son claramente perceptibles. Después, al poner a los sujetos ante diferencias que no son inmediatamente perceptibles -como reglas que tienen una mínima diferencia-, se hace notorio que los sujetos van uniendo de dos en dos o por tanteos empíricos para poder ordenar correctamente. Pero finalmente la seriación se hace operatoria cuando los sujetos ya no necesitan ir comparando de uno en uno, sino que son capaces de entender la transitividad:

En este caso, el método es operatorio, ya que un elemento cualquiera E está comprendido de antemano como simultáneamente mayor que los precedentes ( $E > D, C, B, A$ ) y menor que los siguientes ( $E < F, G, \text{etc.}$ ), lo que es una forma de reversibilidad por reciprocidad. (PN, p. 104)

Así, estos esquemas lógicos serán utilizados como estrategias epistémicas concretas, que funcionan a partir de la manipulación directa de los objetos y que permiten al sujeto resolver los problemas que se le presentan. En trabajos posteriores Piaget identifica que algunas formas lógicas propias del cálculo proposicional pueden ser encontradas también en sujetos de este estadio, pero aún no se coordinan en un sólo sistema de conjunto. Sin embargo, también tendrán mayor capacidad para corregir sus errores, por los vínculos entre la asimilación y la acomodación que se muestran en los procesos de equilibración.

#### 4. La equilibración en las operaciones concretas

En este estadio de las operaciones concretas el mecanismo de la equilibración opera desde la coordinación de los invariantes funcionales de la asimilación y la acomodación. A diferencia de las relaciones asimétricas que guardaban entre sí estos invariantes en la etapa sensoriomotriz, ahora hay una adecuada coordinación que facilita los procesos de equilibración. De este modo los sujetos pueden asimilar con mayor rapidez si hay alguna "contradicción" cuando están utilizando sus esquemas para manipular los objetos con el fin de apropiarse de sus categorías. Desde luego también la acomodación participa activamente y de modo constructivo puesto que la misma diferenciación de los esquemas, obligada por los objetos para que puedan ser apropiados desde aquellos, es fuente de construcción de nuevas categorías y corroboración de acciones que son exitosas para apropiarse de la realidad. Piaget señala cómo el paso de la consideración de los objetos como estáticos a su coordinación como objetos que pueden transformarse y que mantienen a pesar de ello su conservación, entraña una serie de regulaciones. En esas regulaciones también se hacen presentes las perturbaciones que habrán de desequilibrar el sistema epistémico del sujeto y que serán seguidas por los procesos de equilibración y que vinculan relaciones entre observables y coordinaciones:

Las regulaciones afectan sólo a la lectura de los observables y a las coordinaciones inferenciales, siendo las únicas perturbaciones en juego el resultado de las contradicciones o desequilibrios entre los observables, o de los desmentidos impuestos por los hechos a las coordinaciones nacientes.

(EEC, p. 127)

En el estadio de las operaciones concretas se presentarán particularmente las perturbaciones que los hechos impongan a las coordinaciones nacientes. Es decir, debido a que los sujetos cuentan ya con esquemas que tienen un carácter formal y desde ellos manipulan los objetos y asimilan sus contenidos, las coordinaciones de esos esquemas deberán adecuar entre sí las formas con los contenidos. Por esto las principales razones de inestabilidad serán dos, primero una debida a que los esquemas no encajen en el objeto, y la otra a que los esquemas se modifiquen por nuevas relaciones o coordinaciones. Las modificaciones que realiza el esquema para eliminar la perturbación, y que son propias del proceso de equilibración, serán las compensaciones, y en este nivel tendrán un sentido conceptual y constructivo, ya que:

...la perturbación estará constituida por el poder naciente de estos elementos que tienden a penetrar en el campo de los observables reconocidos, y la compensación consistirá entonces en modificar estos últimos hasta la posible aceptación. Ahora bien, como esta modificación consiste en una construcción que, por modesta que sea, equivale a reorganizar un poco la conceptualización, tenemos entonces un ejemplo más de construcción que surge de una compensación. (EEC, p. 150)

De este modo la equilibración en este estadio se asociará a construcciones de índole conceptual que estarán consolidando las posibilidades para que los sujetos lleguen a la construcción de las estructuras formales y accedan así al siguiente estadio.

### III. LA LÓGICA DE LAS OPERACIONES FORMALES Y LA EQUILIBRACIÓN

#### I. Génesis y estructura de las operaciones formales

Una vez que los sujetos coordinan sus esquemas con el propósito de manipular los objetos pero ya no sólo en el sentido del éxito de sus acciones sino ahora en un sentido conceptual, van estableciendo nuevos vínculos en ese mismo terreno conceptual que permitirán la construcciones de carácter estrictamente formal. Es decir, los sujetos lograrán razonar ahora con independencia de los objetos concretos. Para esto es fundamental que se estructure la coordinación de las dos reversibilidades en el grupo INRC y se alcance el cálculo de proposiciones que, como se vio en la primera sección de este capítulo, consiste en una "forma de formas" y permite a los sujetos inferir deductivamente a partir de hipótesis.

Una vez que los sujetos coordinan sus esquemas con el propósito de manipular los objetos pero ya no sólo en el sentido del éxito de sus acciones sino ahora en un sentido conceptual, van estableciendo nuevos vínculos en ese mismo terreno conceptual que permitirán la construcciones de carácter estrictamente formal. Es decir, los sujetos lograrán razonar ahora con independencia de los objetos concretos. Para esto es fundamental que se estructure la coordinación de las dos reversibilidades en el grupo INRC y se alcance el cálculo de proposiciones que, como se vio en la primera sección de este capítulo, consiste en una "forma de formas" y permite a los sujetos inferir deductivamente a partir de hipótesis.

La clara diferencia debida al cambio estructural, en relación con el estadio precedente, es que ahora hay una metodología ordenada que sigue el sujeto y que se caracteriza por la queda sistemática para coordinar los resultados de sus operaciones, o bien para coordinar las operaciones mismas. Sobre esto Piaget señala:

Estos dos métodos que conducen ambos al descubrimiento de la lógica formal de las proposiciones, consisten pues en lo siguiente: I) Disociar la realidad bruta, por lo tanto, los contenidos estructurados por las solas operaciones concretas, de manera de poder combinar los resultados de estas operaciones en función de las diversas combinaciones posibles, y II) coordinar las agrupaciones de clases y relaciones en un único sistema total.

(LNLA, p. 239)

La génesis de las operaciones formales reside directamente en las conquistas solidas de las operaciones concretas, pero en el nuevo nivel se rebasarán las limitaciones de éstas. Se alcanza entonces el rigor de hacer pruebas sistemáticas que permiten ver, en problemas que involucran diversos factores, cómo se conduce cada factor también se pone en evidencia la efectividad del resto de los factores; es decir se realizarán pruebas del comportamiento de cada factor, permaneciendo igual todo lo demás. De este modo los sujetos analizados en diversas situaciones, logran conductas efectivas para solver los problemas que se les presentan, pero actúan ya no sólo por tanteo de ensayo y error sino que ahora sus acciones son guiadas desde las inferencias logradas en el terreno proposicional y aun de modo previo a la constatación empírica. Por ejemplo, la siguiente relación muestra las reacciones de sujetos en los estadios previos y finalmente en el nivel de las operaciones formales. Se trata de comprender las relaciones que guardan entre sí la



## 2. Las dos reversibilidades y el pensamiento formal y combinatorio

En el ejemplo de la prensa hidráulica Piaget logra representar con claridad lo que se entiende por el uso coordinado de las dos reversibilidades para explicar cómo guía su pensamiento un sujeto que se encuentra en el estadio de las operaciones concretas. En el ejemplo es posible identificar cómo las fuerzas que están en juego pueden ser comprendidas desde la estructura INRC. Se considera primero que la operación **I** la identidad, es la fuerza que se imprime al pistón para empujar el líquido, la negación de esa misma operación o sea **N** será la supresión de la fuerza que impulse al pistón. La operación recíproca a la fuerza del pistón, es decir **R** está representada por la fuerza del líquido que se le opone (considerando aquí su densidad), y la correlativa **C** será la disminución de esa fuerza del líquido que podría ser causada por la disminución de la cantidad o por cambio en su densidad. Cada una de estas será entonces una transformación distinta y de aquí Piaget explica lo siguiente:

- I. La primera operación consistirá en enunciar la intervención de una presión en el tubo A bajo la influencia de un peso u otro : o sea  $(p \vee q)$ ;
  - II. La operación inversa consistirá en enunciar la supresión de esta acción: o sea  $(\neg p \ \& \ \neg q)$ ;
  - III. Según los sujetos del estadio III, a cada presión p o q corresponde una resistencia cuyo enunciado designaremos con p' o q', o sea  $(p' \vee q')$  y que se traduce, en la columna del líquido B, por el peso de las partes que superan el nivel del líquido en A;
  - IV. La inversa de III consistirá en enunciar la supresión de  $p' \vee q'$ , o sea  $(\neg p' \ \& \ \neg q')$
- ...lo que caracteriza al estadio III es el descubrimiento de que las transformaciones (I) y (III) son recíprocas, vale decir, que entre ellas hay compensación. (LNLA, p. 140)

Lo que sigue entonces es identificar que los sujetos son capaces de comprender los vínculos que hay entre (II) y (IV) que también son transformaciones recíprocas y que por ello guardan una relación análoga. Los sujetos son capaces entonces de realizar todas las combinaciones posibles de las relaciones que se dan entre esas fuerzas infiriéndolas proposicionalmente. Así, el vínculo entre las dos reversibilidades posibilita a los sujetos agotar todas las opciones por la combinatoria.

La estructura del pensamiento de los sujetos en el estadio de las operaciones formales puede ser comprendida entonces desde los esquemas que se presentaron en la primera sección del presente capítulo. Así, todas las formulaciones proposicionales pueden ser completadas por las transformaciones que se realizan desde el grupo INRC. Piaget comprende entonces que las estrategias epistémicas de los sujetos en el estadio de las operaciones formales permiten que resuelvan los diferentes problemas y que construyan sus conocimientos desde la estructura de las relaciones del cálculo proposicional que son coordinadas desde el vínculo de las dos reversibilidades por el grupo INRC. Los procesos de equilibración tendrán entonces características particulares en este estadio.

### 3. La equilibración en las operaciones formales

Debido a la capacidad del sujeto que se encuentra en las operaciones formales para prever de antemano posibles contradicciones en los problemas que se le plantean, uno de los tipos de equilibración característicos de este estadio será de acuerdo a las conductas tipo  $\gamma$ , que se presentaron en el primer capítulo. En este tipo de conductas el sujeto puede anticiparse a los posibles problemas y "resolverlos" de antemano. Es así que el dominio de las estructuras formales da al sujeto la capacidad de comprender desde una perspectiva hipotética diferentes cursos de acción posibles e identificar aquellos que puedan ser incongruentes y también los que resulten necesarios.

Es justamente en el nivel de las operaciones concretas que se hace más notoria la importancia de la estructura del sistema epistémico del sujeto para los procesos de equilibración. En tanto ahora las funciones de asimilación y acomodación deberán sujetarse totalmente a las estructuras que posea el sujeto particularmente cuando se resuelvan problemas de carácter estrictamente formal. En estos casos la asimilación y la acomodación trabajan no ya con objetos físicos sino con objetos formales por lo que sólo desde las estructuras con las que cuenta el sujeto se podrán resolver problemas de esa índole.

De este modo las estrategias epistémicas que sigue el sujeto tanto para incrementar su conocimiento en sentido discursivo, es decir sin que haya profundos cambios estructurales o bien cuando se precisen cambios radicales, siempre estarán precedidas, desde este nivel de desarrollo y en adelante, por las estructuras características del cálculo proposicional. Piaget presenta asimismo diversas situaciones en donde se corrobora su teoría sobre la guía que el sujeto tiene desde estas estructuras para explicar y comprender fenómenos de distinta índole.

Ahora bien, desde esta perspectiva la lógica que caracteriza al cálculo proposicional parecería que tiene un lugar completamente privilegiado en los procesos racionales de todos los sujetos pensantes y que es la máxima meta a la que debe arribar todo sujeto. Así las construcciones científicas también deberán ser guiadas de modo heurístico por ese tipo de racionalidad. Sin embargo, en los últimos años se han desarrollado lógicas que muestran que hay racionalidad en la manera en que la mayoría de los sujetos elaboran sus juicios en base a su conocimiento de sentido común. Por ello ahora no todos los procesos racionales pueden ser explicados desde la lógica clásica. En el último capítulo de la presente disertación se realizará una nueva consideración de estas tesis de Piaget sobre la primacía de la lógica clásica y se revisará la posibilidad de que los sujetos utilicen estrategias epistémicas que puedan ser modeladas y presentadas como racionales desde otras lógicas.

#### IV. SEGUNDA SÍNTESIS EPISTEMOLÓGICA

Piaget siempre señaló en sus trabajos una clara delimitación entre el aspecto psicológico y el aspecto lógico de su labor, para evitar caer en posiciones logicistas o psicologistas. Sin embargo, algunos lógicos no estarán muy convencidos y realizarán fuertes críticas a su obra. Uno de esos lógicos es E. W. Beth, quien después acepta colaborar con Piaget en la obra: *Epistemología, matemática y psicología*, misma que Inhelder considera como la segunda síntesis epistemológica y que merece un breve comentario para finalizar el presente capítulo.

Lo más relevante es que en dicho trabajo se hace patente la necesidad de que se vinculen lógicos y psicólogos con el fin de realizar una labor estrictamente epistemológica. Así en las conclusiones al trabajo Piaget y Beth afirman:

Una epistemología que quiera ser científica, es decir, comunicable independientemente de las tradiciones de las diversas escuelas, no puede ser otra cosa que fruto de una colaboración interdisciplinar; pues ni los lógicos ni los psicólogos disponen por sí solos, de los instrumentos suficientes para desenmarañar las enredadas relaciones que existen entre el sujeto y el objeto de conocimiento, y no se habrán de adelantar las soluciones por yuxtaposición de puntos de vista incoordinables; por el contrario, si en una serie de cuestiones especiales y bien delimitadas se consiguen conciliar las exigencias del análisis genético con las de la formalización, las líneas generales de los problemas habrán de mostrársenos con mayor claridad.

(EMP, p. 333)

De esta manera se presenta nuevamente el carácter epistemológico de la labor piagetiana. Además ahora se vincula al mismo la necesidad de realizar un trabajo interdisciplinario y que permita verdaderamente encontrar aquellas constantes que guían la construcción de todo conocimiento y que por ende caracterizan también a todo proceso de transformación del conocimiento. Una importante conclusión del trabajo conjunto de Piaget y Beth, es la comprensión de que las estructuras cognitivas se derivan de mecanismos más generales de la coordinación de las acciones. (Cfr, Gil, p. 189)

La construcción del conocimiento tiene entonces determinadas constantes que es posible identificar en la formación de toda disciplina y además los mecanismos generales pueden ser encontrados aun en la historia de las construcciones de las nociones científicas más importantes. Por esto una vez que se ha presentado la teoría de la equilibración y la manera en que Piaget la desarrolla en las distintas etapas de su teoría, es necesario considerar si esta misma teoría puede tener alguna relevancia en el terreno de la filosofía de la ciencia para comprender alguna transición relevante en la historia de alguna ciencia. Esto es lo que se realizará en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO IV

# EQUILIBRACIÓN Y TRASFORMACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

### 0. INTRODUCCIÓN

Después de revisar las aportaciones más significativas del trabajo piagetiano a la psicología genética y de precisar las motivaciones epistemológicas que guiaron esas investigaciones, es necesario revisar la relevancia que tiene la noción de equilibración en el terreno filosófico. Particularmente en el fértil campo de las investigaciones en filosofía de la ciencia, mismas que han alcanzado un lugar preponderante en el presente siglo. Por esto, el propósito del presente capítulo es dilucidar qué aportación puede hacer la noción de equilibración de Piaget para explicar la construcción y el cambio en el conocimiento científico. Para realizar una ponderación adecuada se realizará un análisis paralelo con la teoría de otro autor cuya propuesta epistemológica también hace énfasis en las transformaciones del conocimiento y quien además es muy reconocido en el medio filosófico: T.S. Kuhn.

En el primer apartado se presenta la visión que desarrolló T.S. Kuhn para explicar el avance de la ciencia en el “periodo normal” y también en los momentos de revolución científica cuando se realizan los cambios de “paradigma”. Esta reflexión se basará principalmente en la obra sobre la estructura de las revoluciones científicas, considerando principalmente la edición de 1969, en donde se incluye su posdata.

En el segundo apartado se presenta la visión que Piaget desarrolla para explicar las transformaciones del conocimiento. Aquí se explicará el papel central que tiene la teoría de la equilibración y la investigación interdisciplinaria en la historia de la ciencia para comprender los aspectos más relevantes en los grandes cambios históricos que se presentan en el conocimiento científico.

En el tercer apartado se presenta un caso concreto de “avance” en el conocimiento científico que será explicado desde las teorías presentadas en los primeros dos apartados. Esto es asumiendo que la perspectiva del análisis histórico se vuelve crucial tanto en el trabajo de Piaget como en el de Kuhn para desarrollar sus teorías. De modo que a partir de este ejemplo es posible analizar el poder explicativo de ambas teorías (la de Kuhn y la de Piaget). El caso que servirá de eje es el cambio que se produce en las investigaciones económicas al pasar del modelo “clásico” al keynesiano.

Por último, debido a que el trabajo de Piaget no es muy difundido dentro de los espacios dedicados estrictamente al quehacer filosófico en el cuarto apartado se concluye discutiendo a partir de los resultados del análisis comparativo desarrollado en este capítulo, la posibilidad de que la epistemología genética sea considerada como una auténtica filosofía de la ciencia.

## I. TEORÍAS SOBRE LA TRANSFORMACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

### 1. Los procesos de consolidación y transformación del conocimiento científico

En el presente siglo, de manera casi contemporánea a las investigaciones de Piaget, se ha fortalecido una rama particular de la filosofía: la filosofía de la ciencia, dedicada a estudiar ese amplio conjunto de conocimientos que denominamos científicos. El principio del auge de esta disciplina filosófica debe ubicarse en los trabajos realizados por el círculo de Viena. En esos trabajos predominó un énfasis en la posibilidad de desentrañar las características específicas de todo conocimiento científico y establecer con ellas los criterios para identificar claramente toda producción que cumpliera con dichas características. En un principio, considerando que los conocimientos científicos poseen la peculiaridad de poder ser contrastados empíricamente o bien de ser demostrados formalmente, se persiguieron las bases para probar los vínculos entre las teorías y los hechos, atendiendo a las proposiciones que tienen contenidos empíricos y a los procesos lógicos seguidos para construir el resto del conocimiento. El propósito era encontrar la clave para la unificación de los conocimientos científicos y establecer así una metodología para la epistemología que previniera a todo investigador de las intromisiones de pseudoproblemas y pseudoconocimientos. Se propuso entonces buscar la contrastación empírica de los enunciados base y que el lenguaje de las ciencias estuviera "purificado" dentro de los criterios de la lógica moderna. Esta lógica se encontraba en el nivel de desarrollo alcanzado por la consolidación del cálculo proposicional y dentro de la fama de los trabajos de Russell y Whithead para fundamentar las matemáticas en la lógica. Estos énfasis dieron a esa escuela el calificativo de positivismo lógico, conocido también como neo-positivismo.

Inicialmente la noción de avance científico sustentado por la escuela neopositivista tenía un sentido lineal, así el conocimiento científico era el resultado de la acumulación progresiva del trabajo de distintas generaciones de investigadores. Muy pronto surgieron críticas a esta concepción del avance científico aún dentro de los mismos filósofos de esa escuela.

Posteriormente surgieron distintas teorías que criticaron las ideas del positivismo lógico y dentro de éstas se destacó el trabajo de T.S. Kuhn, físico que busca en la historia de la ciencia, por una parte discernir las características de los períodos normales de trabajo, donde todos los investigadores son guiados bajo los supuestos de un determinado paradigma y, por otra parte, reconocer los momentos de crisis que producen las transformaciones más significativas del conocimiento científico, sus revoluciones, que conducen a los cambios de paradigma. Dadas las similitudes que se presentan entre los trabajos de Kuhn y de Piaget, es conveniente realizar una revisión de ambas teorías, con el propósito de presentar las aportaciones epistemológicas de la teoría de la equilibración de Piaget que pueden ser relevantes para la filosofía de la ciencia. A continuación se presentará el modelo de Kuhn para explicar las revoluciones científicas y posteriormente se analizará la propuesta de Piaget sobre el avance del conocimiento científico, para después contrastar ambas teorías a partir del estudio y análisis de un caso concreto de "cambio de paradigma".

## 2. El modelo de Kuhn sobre las revoluciones científicas

El trabajo científico, según Kuhn, presenta períodos normales de producción que se caracterizan por encontrarse guiados por un paradigma determinado. Aunque existen muchas discusiones sobre la ambigüedad del término, puede presentarse una definición de paradigma como un conjunto de conocimientos consolidados, que se instituyen como marco referencial y base metodológica para toda investigación en un área de conocimiento. Esta doble función se desprende de lo que el mismo Kuhn clarifica sobre el concepto:

...me he valido del término "paradigma" en dos sentidos distintos. Por una parte, significa toda la constelación de creencias, valores, técnicas, etc., que comparten los miembros de una comunidad dada. Por otra parte, denota una especie de elemento de tal constelación, las concretas soluciones de problemas que, empleadas como modelos o ejemplos, pueden remplazar reglas explícitas como base de la solución de los restantes problemas de la ciencia normal. (Kuhn86, p. 269)

Así, durante un período de ciencia normal se avanza en la solución de "enigmas", que se presentan como problemas cuya superación es posible dentro del marco epistémico establecido por el paradigma. Durante este tiempo se emplean reglas que se desprenden del paradigma aceptado e incluso pueden ser construidas nuevas reglas para la solución de enigmas. Tanto las reglas usadas como las que se generan mantienen los compromisos de la comunidad científica con el paradigma, de este modo el conocimiento que se construye siempre amplía su espectro y afirma su vigencia.

Durante la vigencia de un paradigma principalmente se resuelven tres tipos de problemas: uno de ellos es la identificación de los hechos relevantes o significativos, otro es el acoplamiento de los hechos a la teoría y, en tercer lugar, también se deben resolver los problemas de articulación de la misma teoría. Los científicos, durante un período de ciencia normal, trabajarán en torno de cualquiera de estos problemas y al resolverlos contribuyen al aumento del conocimiento y al perfeccionamiento del paradigma dominante. Por esto, la característica del avance es la acumulación, es decir siempre serán compatibles los nuevos conocimientos con los precedentes y por ello sólo se habrán de agregar al cúmulo de los ya alcanzados.

Cuando se presenta algún hecho que no puede ser plenamente explicado por los conocimientos del paradigma dominante y se convierte en un caso anormal, en una "anomalía", entonces deberá ajustarse el paradigma para que ese suceso pueda ser asimilado. Para Kuhn tiene un peso decisivo la posibilidad de percibir una anomalía ya que en muchos casos implica que se han elaborado nuevas categorías teóricas que lo hacen posible. Por ello se podría afirmar que no hay una clara delimitación entre categorías como "hecho" y "teoría" o "descubrimiento" e "invento". Esto tiene una gran importancia epistemológica puesto que implica que la observación no es jamás neutral ni directa e inmediata. Solamente a través de las teorías será posible "percibir" si hay algún fenómeno que se salga de lo esperado. Además, esto hace que el descubrimiento no sea inmediato pues sólo cuando se hayan elaborado las categorías adecuadas será posible nombrarlo y explicarlo plenamente:

...si tanto la observación y la conceptualización, como el hecho y la asimilación a la teoría, están enlazadas inseparablemente en un descubrimiento, éste, entonces, es un proceso y debe tomar tiempo. Sólo cuando todas las categorías conceptuales pertinentes están preparadas de antemano, en cuyo caso el fenómeno no será de un tipo nuevo, podrá descubrirse qué existe y qué es, al mismo tiempo y en un instante.

(Kuhn86, p. 97)

Un hecho central en el reconocimiento de una anomalía será la formulación de nuevas categorías para explicar los fenómenos. Esto es el resultado de que la percepción de la anomalía ha extendido las observaciones de los científicos en el terreno empírico y también ha obligado un avance en el marco conceptual. Cuando, o bien no son posibles las modificaciones en el paradigma para hacer frente a la anomalía, pues se rompería con principios que le son básicos, o bien no se encuentra ninguna solución a la anomalía en ese paradigma dominante; entonces la ciencia normal entra en un período de crisis.

Aunque los problemas que se resuelven durante un período de ciencia normal pueden ser vistos como ejemplos en contra del paradigma dominante, y por ello no hay una clara diferencia de estos con respecto de una anomalía, en un período de crisis las anomalías debilitarán las reglas utilizadas usualmente para solucionar enigmas. Esto es porque la anomalía será vista como algo más que un simple enigma por un conjunto significativo de especialistas en la ciencia. Solucionar dicha anomalía será una labor fundamental para ellos y si los métodos comunes no funcionan entonces se ocasionará un debilitamiento en el paradigma dominante con la posibilidad de que emerjan teorías alternativas para tratar de construir una explicación a la anomalía. Para Kuhn este será un período de ciencia extraordinaria. Durante un periodo de ciencia extraordinaria en lugar del conocimiento acumulativo se propiciará una transformación radical en la actividad científica pues se suspenderán muchos de los compromisos del paradigma dominante, y esto permite que se establezcan las condiciones para que surjan nuevas teorías.

Una crisis en la ciencia eventualmente puede terminar en una revolución científica. Esto ocurre cuando entre algunos científicos se comparte el malestar de que el paradigma dominante tiene una fuerte falla de fondo y por ello hay diversos problemas no solucionados. Con esta actitud se dan las condiciones para que alguna teoría emergente logre instituirse como un nuevo paradigma y entonces se presente en franca competencia con el paradigma anterior. Los científicos convencidos por el nuevo paradigma buscarán activamente lograr su aceptación por el resto de los miembros de la comunidad científica, pero es probable que los investigadores más comprometidos con el paradigma anterior no estén dispuestos a abandonarlo fácilmente.

Entre los miembros de la comunidad científica la transición de una teoría a otra no es mediante un sencillo proceso de elección inmediata sino que se deberá realizar una cuidadosa ponderación entre las teorías. En este respecto Kuhn señala:

...el acto de juicio que conduce a los científicos a rechazar una teoría aceptada previamente, se basa siempre en más de una comparación de dicha

teoría con el mundo. La decisión de rechazar un paradigma es siempre simultáneamente, la decisión de aceptar otro, y el juicio que conduce a esa decisión involucra la comparación de ambos paradigmas con la naturaleza y la comparación entre ellos. (Kuhn86, p. 129)

La elección entre un paradigma y otro conlleva la revisión crítica de ambos. En algunas ocasiones esta comparación y lucha entre paradigmas rivales será muy difícil pues los cambios entre uno y otro pueden hacer que los “problemas” para uno no lo sean para otro. Así, Kuhn considera que las diferencias entre paradigmas sucesivos pueden ser desde cambios mínimos en las teorías hasta transformaciones radicales que impacten aún la manera de concebir al mundo. De aquí que el momento de decidir entre paradigmas rivales, más allá de los compromisos previos, se considera qué alternativa brinda mayores posibilidades para el futuro. Por esto se recurrirá en ocasiones a criterios externos para asumir una decisión entre paradigmas.

Es preciso enfatizar la tesis de que un cambio de paradigma puede traer como consecuencia una nueva manera de concebir al mundo. Kuhn afirma: “después de una revolución, los científicos trabajan en un mundo diferente” (Kuhn86, p. 211). Esto es muy relevante puesto que destaca el lugar que tiene la teoría para determinar los aspectos constitutivos de la realidad del mundo. Kuhn no está pensando en que la realidad es diferente simplemente porque la teoría cambia, sino que las percepciones de la realidad, en el terreno científico, dependen directamente de los compromisos epistémicos e instrumentos vigentes desde los que los observadores elaboran su trabajo. Así que:

Sea lo que fuere lo que el científico puede ver después de una revolución, está mirando aún al mismo mundo. Además, aunque haya podido emplearlos antes de manera diferente, gran parte de su vocabulario y de sus instrumentos de laboratorio serán todavía los mismos de antes. (Kuhn86, p. 203)

De este modo lo que se debe asumir es que los científicos que se encuentran en un nuevo paradigma perciben el mundo de manera diferente, pues las transformaciones conceptuales y metodológicas que hayan introducido, aún cuando no sean aparentemente muy disímiles a las anteriores, les obligarán a ver al mundo desde nuevas categorías y nuevas relaciones entre ellas.

Debido a esa percepción de mundos diferentes, la ruptura con el paradigma anterior y con aquellos que continúen defendiéndolo será en términos de una transformación conceptual que conllevará a una incompreensión entre ambos grupos. De esto se desprende el problema de la inconmensurabilidad entre paradigmas; es decir, que no puede haber criterios comunes que permitan realizar una evaluación rigurosa entre los paradigmas y así la oposición al nuevo paradigma termina con la muerte de aquellos científicos que, fieles al paradigma anterior, jamás aceptan el nuevo.

El hecho de que sean los investigadores los que sostienen un paradigma determinado y que la articulación de sus conceptos básicos genere una semántica particular, que les impide aún la comprensión de un paradigma alternativo, justifica la siguiente precisión de Kuhn:



...un paradigma no gobierna un tema de estudio, sino antes bien un grupo de practicantes. Todo estudio de una investigación dirigida a los paradigmas o a destruir paradigmas debe comenzar por localizar al grupo o a los grupos responsables. (Kuhn86, p.276)

De este modo una revolución se llevará a cabo, en primer lugar, en el interior de un grupo determinado de científicos y sus principales consecuencias serán las transformaciones conceptuales que reconstruyan sus compromisos con un nuevo paradigma. El progreso no acumulativo en el terreno científico se caracteriza por esas transformaciones radicales que en ocasiones conllevan una manera totalmente nueva de ver al mundo y por ello se presentan transformaciones totales en la práctica científica y en los conocimientos que se construyen en ella. Esto es una diferencia crucial de cuando hay avances en el periodo de ciencia normal ya que:

La práctica de la ciencia normal depende de la capacidad, adquirida a partir de ejemplares, de agrupar objetos y situaciones en conjuntos similares que son primitivos en el sentido en que el agrupamiento se hace sin contestar a la pregunta: "¿Similar con respecto a qué? Un aspecto central de toda evolución es, entonces, que cambien algunas de las relaciones de similitud. Objetos que fueron agrupados en el mismo conjunto con anterioridad se agrupan de diferentes maneras. (Kuhn86, p. 307)

Así, Kuhn concibe que no hay nada absolutamente firme y perdurable de modo constante en la empresa científica. El cambio de paradigma conlleva un tipo de relativismo en tanto no hay una última instancia de apelación que sea capaz de mostrar cuáles son las razones para determinar al mejor de los paradigmas en disputa. Las diferencias entre ellos los pueden ser aún incomparables por las razones ya aludidas de la inconmensurabilidad. En relación con esto, Pérez Ransanz afirma que:

A raíz del trabajo de Kuhn se pone de relieve que ningún componente de la empresa científica es inmutable o absoluto, se trate de criterios de evaluación, creencias sustantivas acerca del mundo, procedimientos experimentales, herramientas formales, percepciones, datos, intereses, etc. Todo en la ciencia está sujeto a alteración. (Per93, p. 188)

El campo de estudio desde el cual Kuhn construye su propuesta de las revoluciones científicas, es la historia de la ciencia. Así, del análisis de los cambios históricos en distintas ramas del conocimiento científico, Kuhn desarrolla su teoría de las revoluciones científicas, por esto se debe considerar de manera particular su visión acerca de la historia de la ciencia.

### **3. El análisis de la historia de la ciencia**

Las revoluciones científicas parecen ser invisibles, pues los textos en los que son entrenados los profesionales de una disciplina, muestran la vigencia de los conceptos rectores de la misma de modo "completo y acabado". Es decir, no se presentan las vicisitudes que el grueso del corpus teórico ha debido pasar para llegar a sus condiciones actuales. Kuhn mismo señala:

...los libros de texto son vehículos pedagógicos para la perpetuación de la ciencia normal, siempre que cambien el lenguaje, la estructura de problemas o las normas de la ciencia normal, tienen que volver a escribirse inmediatamente después de cada revolución científica y, una vez escritos de nuevo, inevitablemente disimulan no sólo el papel desempeñado sino también la existencia misma de las revoluciones que los produjeron. (Kuhn86, p.214)

De aquí que las pocas referencias en muchos textos a los logros del pasado únicamente hagan que se perciba una larga tradición de la disciplina, misma que de modo efectivo no ha existido. Por ello para Kuhn se hace indispensable la revisión de la historia de la ciencia para poder encontrar esos momentos particulares de las revoluciones científicas y, a partir de un análisis de los mismos, desentrañar sus elementos para poder caracterizarlas.

Kuhn asigna así un nuevo papel para la historia que se torna crucial desde esta perspectiva de una nueva labor epistemológica. En esta labor se desmitifica a la ciencia perfecta, lineal y sin tropiezos. Con el auxilio del trabajo historiográfico se hace justicia a los logros científicos del pasado y es posible comprender la coherencia interna de posturas que ahora son anticuadas. Con esa renovada visión histórica también se hace patente que la acumulación no es la constante en el avance del conocimiento científico:

...algunos historiadores de la ciencias han comenzado a plantear nuevos tipos de preguntas y a trazar líneas diferentes de desarrollo para las ciencias que, frecuentemente, nada tienen de acumulativas. En lugar de buscar las contribuciones permanentes de una ciencia más antigua a nuestro caudal de conocimientos, tratan de poner de manifiesto la integridad histórica de esa ciencia con su propia época. (Kuhn86, p. 23)

Desde esta óptica, la historia de la ciencia se vuelve entonces el terreno propicio para desentrañar las constantes de la labor científica a partir de los compromisos básicos que le guían en sus diferentes períodos. Así se analizan las épocas estables en donde el conocimiento avanza bajo el cobijo de un paradigma universalmente aceptado, como también los momentos de crisis que provocan las revoluciones científicas.

En síntesis, la historia tiene un papel protagónico para la labor epistemológica de Kuhn al igual que lo tiene para Piaget. Por esto, en la tercera sección serán confrontadas sus tesis centrales analizando un hecho histórico que marca un cambio de paradigma. Para poder realizar esta confrontación, ahora es necesario analizar la propuesta piagetiana del avance en el conocimiento científico.

## II. LA EQUILIBRACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO

### 1. La construcción de las nociones científicas desde la epistemología genética

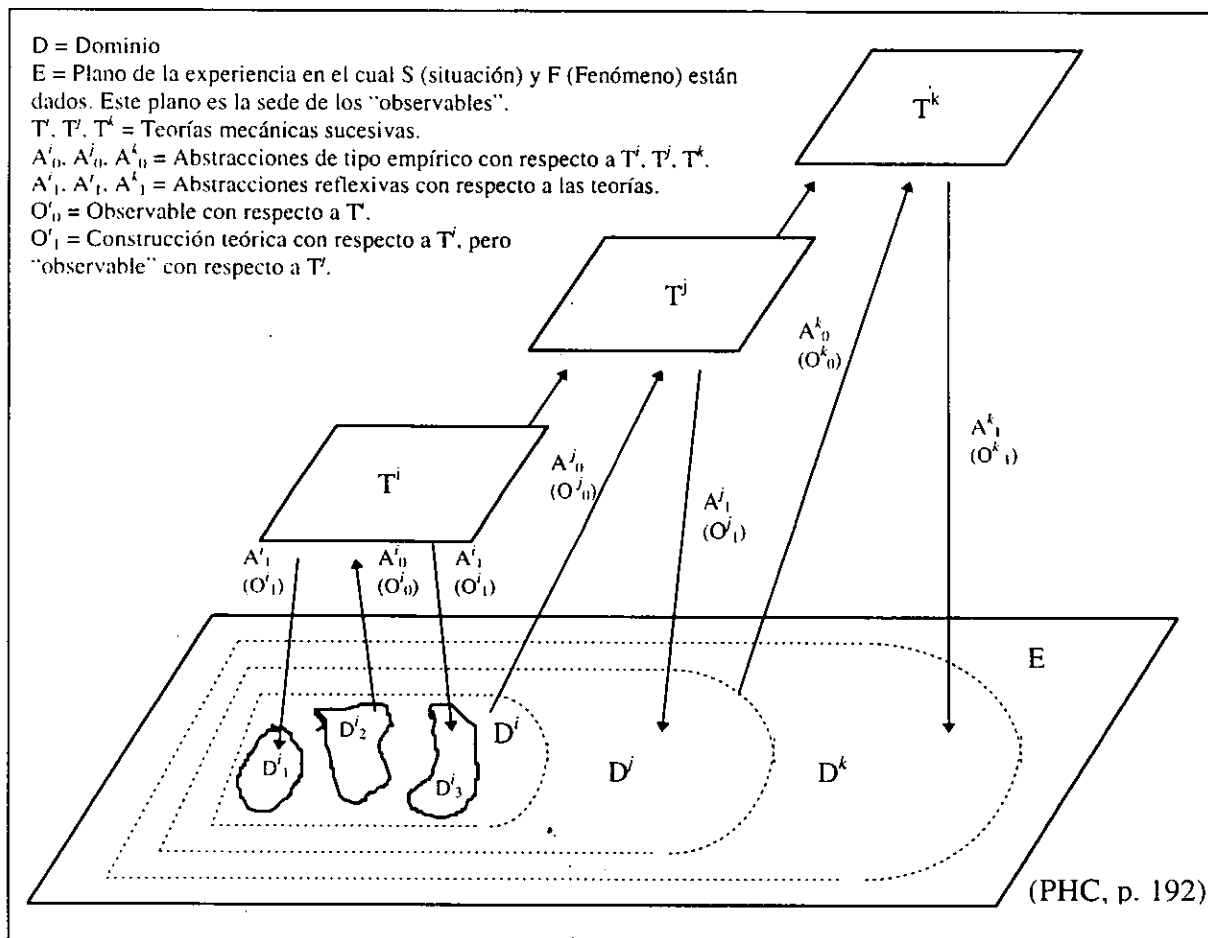
En tanto las construcciones científicas siempre son realizadas por un sujeto concreto, Piaget se interesa en precisar cuáles son las constantes en el proceso que vincula a éste con los objetos, para toda elaboración de conocimiento. Pero Piaget no se circunscribe a los estudios psicogenéticos sino que también se interesa en los procesos históricos que siguen las construcciones de las teorías científicas y esto con el propósito de identificar las constantes que también se presentan en ellas. Al indagar sobre esas constantes, a partir de sus investigaciones, se establece un vínculo entre los estadios más elementales de la evolución del conocimiento hasta los niveles superiores. Dicho vínculo, entre los diferentes niveles, pone en relevancia epistemológica los procesos constitutivos de todo conocimiento. De esta manera el conocimiento no es concebido como "lineal" en el sentido de que un conocimiento nuevo reemplace a los anteriores, o si acaso sólo tenga algún vínculo con el precedente, sino que:

...no sólo los estadios sucesivos de la construcción de las diferentes formas del saber son secuenciales -es decir, que cada uno es a la vez resultado de las posibilidades abiertas por el precedente y condición necesaria de la formación del siguiente-, sino además, cada nuevo estadio comienza por la reorganización, a otro nivel, de las principales adquisiciones logradas en los precedentes. De aquí resulta una integración, hasta los estadios superiores, de ciertos vínculos cuya naturaleza no se explica sino a través de un análisis de los estadios elementales. (PHC, p. 9)

De modo particular, a lo largo de las sucesivas etapas en el desarrollo del conocimiento se presentarán los invariantes funcionales y, de modo fundamental, la equilibración por medio de la asimilación y la acomodación habrá de regular la interacción entre las estructuras y los objetos para que se lleve a cabo su elaboración recíproca. Piaget señala también que la "abstracción reflexiva" es siempre una constante cuando un nivel se reorganiza en el siguiente nivel. Se debe recordar que este tipo de abstracción, a diferencia de la empírica que extrae su información de los objetos mismos, habrá de partir de las acciones y operaciones del sujeto. Esta abstracción habrá de constituirse en un mecanismo fundamental para el avance del conocimiento y por ello son muy importantes los dos procesos que se conjuntan para llevarla a cabo:

1] un reflejamiento sobre un nivel superior (por ejemplo, de representación) de lo que se ha extraído de un nivel inferior (por ejemplo, de acción) ; y 2] una "reflexión" que reconstruye y reorganiza, ampliándolo, lo que fue transferido por reflejamiento. (...) El desarrollo cognoscitivo resulta así de la iteración de un mismo mecanismo, constantemente renovado y ampliado por la alternancia de nuevos contenidos y de elaboraciones de nuevas formas o estructuras. Esto explica por qué las construcciones más elevadas permanecen solidarias de las más primitivas, en razón de este doble hecho: integraciones sucesivas e identidad funcional de un mecanismo, susceptible de repeticiones, pero que se renueva sin cesar en virtud de su repetición misma en niveles diferentes. (PHC, p. 10)

Una consecuencia muy significativa que se desprende de la abstracción reflexiva como proceso de construcción de los conocimientos, aún de los más elementales, es el de la sucesión de teorías en diferentes disciplinas científicas. En tanto toda teoría será referida a un conjunto de "observables", sobre los cuáles se construirán los conceptos que permitan su manipulación, una vez que estos mismos conceptos se han consolidado en un sistema, es posible que se desarrolle un nuevo nivel conceptual sobre éstos. Así, lo que es un concepto en un nivel teórico ( $T^i$ ) puede convertirse en observable en un nivel teórico superior ( $T^j$ ) y el avance en los niveles teóricos permitirá un avance en la estructuración en el plano de la realidad, pues también se ampliará cada vez más la comprensión de los fenómenos en el campo de los "hechos". De este modo hay un progreso en el que los niveles anteriores no son simplemente superados sino que habrán de incorporarse a los nuevos. Así, por ejemplo, en el terreno matemático, Piaget identifica que en su desarrollo histórico se habrán de construir las teorías geométricas y las algebraicas, en los niveles *intra*, *inter* y *trans*. Correspondiendo en la geometría a las formaciones intrafigurales, interfigurales y transfigurales, y a las estructuras algebraicas las intraoperatorias, las interoperatorias y las transoperatorias (PHC, Cap. IV y V). En el plano de la física Piaget presenta el siguiente modelo para explicar las transiciones en el avance de la evolución de la mecánica, que es un buen ejemplo para ver cómo se construyen la mayoría de los conocimientos en este terreno:



Sin embargo que el proceso de integración de un nivel en el siguiente sea una constante no implica que todo cuanto había en un nivel pase exactamente de la misma manera a ese nivel siguiente. En tanto se trata de reelaboraciones es muy probable que determinadas conquistas permanezcan, en tanto otras deban ser rechazadas desde este nuevo nivel. Lo que se defiende, junto con la conservación de las conquistas más importantes de cada nivel, es que las características de los procesos son similares desde un inicio hasta el final, de este modo:

En cada nivel, ciertas construcciones anteriores quedan como ya aceptadas, al mismo tiempo que tiene lugar la elaboración de nuevas construcciones. Esto es cierto tanto para el niño como para el físico cuántico. Pero lo más característico de este proceso es que se retorna al "plano de la experiencia" con nuevos esquemas interpretativos que enriquecen las ideas iniciales con las que se construyó dicho nivel. Este enriquecimiento no consiste solamente en el descubrimiento de nuevas propiedades o relaciones de los objetos. Muy a menudo el objeto mismo es modificado, y esta modificación tiene un sentido muy preciso: se trata de nuevas propiedades o relaciones que adquiere el objeto, tanto como el hecho (...) de que ciertas propiedades atribuidas al objeto en un comienzo no pueden ya ser aceptadas sin llegar a contradicciones dentro del esquema interpretativo. (PHC, p. 191)

De esta manera se hace necesario dejar a un lado ciertas propiedades que antes eran aceptadas para que el sistema guarde coherencia y pueda seguir funcionando para dar inteligibilidad al plano de la experiencia.

Pero una vez que se han establecido que existen estos vínculos entre las etapas iniciales y las finales en la adquisición de los conocimientos, se hace necesario desentrañar con mayor precisión las particularidades de la abstracción y la generalización como instrumentos básicos para la formación del conocimiento, y su conexión con los procesos y los mecanismos de conjunto que también habrán de estar presentes de modo constitutivo en la construcción del conocimiento. Una vez que esto se haya precisado se podrá comprender mejor el papel central de la equilibración y se podrán explicar las características de los momentos de estructuración de un nivel teórico y los elementos que provocan sus transformaciones para acceder así a un nuevo nivel.

## **2. Los instrumentos, los procesos y los mecanismos de conjunto**

Los instrumentos comunes para la adquisición de los conocimientos serán las abstracciones y las generalizaciones. Estos, como ya se ha señalado, proceden de una fuente general: las constantes funcionales que son la asimilación y la acomodación. Desde esta perspectiva se enfatiza el vínculo indisoluble entre el sujeto y el objeto para que sea posible el desarrollo de cualquiera de estos instrumentos. Así, por una parte la abstracción empírica habrá de desarrollarse mediante la elaboración conceptual de las propiedades que habrán de definir las "características" de los objetos. Por otra parte, es a partir de la coordinación de las

acciones y de las operaciones en donde reside el impulso para que se realice la abstracción reflexiva.

En cuanto a la generalización, Piaget la encuentra asociada a las abstracciones. Así corresponderá a la abstracción empírica una generalización extensional que irá del "algunos" al "todos". Así, este tipo de generalización permite que el conocimiento simplemente se amplíe al replicar las propiedades sobre todos los miembros del conjunto al que se pueda aplicar. Pero a la abstracción reflexiva corresponderá un tipo de generalización que tiene un papel más importante en la elaboración del conocimiento pues será completiva y aún constructiva. En este tipo de generalizaciones completivas se habrán de construir nuevas síntesis en las que se asignan nuevas significaciones a los elementos o a las leyes particulares. Así no sólo se extenderá la aplicación de una propiedad sino que será una fuente para precisar propiedades. De este modo:

las generalizaciones completivas consisten, desde el momento de la adjunción de un conocimiento nuevo a los anteriores, en retomar las partes a partir del todo, enriqueciéndolas en este proceso. (...) Es así por ejemplo que gracias a la teoría electrónica de la valencia, la tabla de Mendeleev, concebida al principio como simple resultante de múltiples mediciones, se tornó un instrumento de nuevos descubrimientos. (PHC. pp. 248-249)

Ahora bien, estos instrumentos habrán de echar a andar diversos procesos y, de acuerdo con Piaget, el más importante será la "búsqueda de razones" desde las cuáles se deberán justificar las abstracciones y las generalizaciones. Esto motiva a los científicos en diversos campos del saber a la búsqueda activa del análisis de causas. Estas búsquedas se vinculan con otro proceso que es la determinación de todo evento real entre un conjunto de posibles y también en precisar a lo necesario como el "único posible actualizado". Con esto se enfatiza que tanto lo posible como lo necesario no son observables, sino construcciones que se habrán de producir a partir de las actividades inferenciales del sujeto. La adquisición de estas categorías nuevamente pone en el centro a la interacción entre el sujeto y el objeto, pues se tienen por una parte las formas debidas a la asimilación del sujeto y los contenidos que proceden de la experiencia (Cfr. PHC, p. 250).

Es también desde esta dualidad sujeto-objeto que se realiza el proceso de integración y diferenciación que es regulado mediante un equilibrio dinámico. Es en este proceso donde más claramente se puede precisar la acción coordinada de la asimilación y la acomodación, pues desde ellas los esquemas habrán de irse aproximando más al objeto y al mismo tiempo este objeto retrocederá ante dichos esquemas, pero siempre habrá una nueva aproximación.

Finalmente se desarrollan dos procesos más, muy vinculados: las tematizaciones y el prolongamiento de las abstracciones reflexivas. En primer lugar se presenta una tematización cuando del paso de una fase a otra, determinadas operaciones que tenían un mínimo papel instrumental alcanzan ahora una nueva significación que da lugar a nuevas teorías. Por otra parte la abstracción reflexiva se prolonga a partir de estas tematizaciones.

En cuanto a los mecanismos de conjunto, Piaget identifica en ellos a los grandes guadores de todo el proceso de construcción del conocimiento. Además, por sus características tienen una misma significación general, es decir son solidarios y hacen posible el avance en un sentido progresivo. Estos mecanismos son: 1) el pasaje que va del nivel *intra-* al *inter-* y finalmente al *trans-*, y 2) el mecanismo general de la equilibración. Respecto al primero Piaget señala lo siguiente:

...ha resultado ser el más general de los aspectos comunes a la psicogénesis y a la historia de la ciencias. La razón es simple: el *intra* conduce al descubrimiento de un conjunto de propiedades en los objetos o en los eventos pero sin que haya otras explicaciones que no sean locales y particulares. Las "razones" que se pueden establecer no pueden entonces encontrarse sino en las relaciones interobjetales, lo que equivale a decir que se encuentran en las transformaciones que son, por su naturaleza características del segundo nivel: *inter-*. Estas transformaciones, una vez descubiertas demandan el establecimiento de vínculos entre ellas. Lo que nos lleva a la construcción de las estructuras características del *trans-*. (PHC, p. 251)

La triada del *intra*, el *inter* y el *trans*, es simbolizada como *Ta*, *Tr*, y *T* respectivamente. Para Piaget en cada nivel se implica una construcción de operaciones sobre operaciones, de modo que en ellas se sigue un orden necesario que va de *Ta* a *T*. La transición de un nivel a otro se realiza mediante un rebasamiento o superación de tipo dialéctico. En la primera superación al pasar de *Ta* a *Tr*, será dialéctico en el sentido de que a las propiedades que se analizan en el nivel *Ta* se le añadirán las transformaciones que se elaboran en *Tr*. En la segunda superación al pasar de *Tr* a *T* se habrán de sintetizar las transformaciones de modo que se producen totalidades que tienen nuevos caracteres de conjunto. Estas fases así como sus mecanismos de avance son funcionales por lo que habrán de estar presentes en todo proceso de construcción de conocimiento. Es decir, podrán encontrarse aún dentro de los avances del conocimiento en un sólo estadio o en el terreno de la historia de la ciencia —usando un término de Kuhn— dentro de los principios de un "paradigma" vigente. En otras palabras, estas fases se habrán de encontrar aún cuando el avance del conocimiento sea en un simple sentido acumulativo. Para justificar este sentido funcional puede señalarse la siguiente descripción de cada fase que realiza Piaget:

En primer lugar, una fase previa y necesaria es aquella del análisis de casos particulares que no están vinculados entre sí, o lo están pero insuficientemente (fase *Ta*). En segundo lugar, la comparación de casos particulares analizados conduce a la construcción de transformaciones al poner en evidencia tanto las diferencias como las correspondencias (*Tr*). Estas últimas, una vez dominadas y generalizadas permiten nuevas síntesis *T*, o sea totalidades hasta entonces inaccesibles, con sus nuevas propiedades de conjunto. (PHC, p. 171)

Piaget señala que estas fases aún pueden ser referidas al interior de sí mismas, dependiendo de la escala del análisis realizado. Pero otra característica central es que estas fases podrán tener un sentido proactivo cuando se amplía el dominio de construcción de los conocimientos, y también podrán desarrollar un sentido retroactivo pues lo que se alcance en un nivel puede enriquecer lo que se haya alcanzado en un nivel previo.

Si bien esta triada *TaTrT*, puede ser reconocida en todo proceso constructivo, es necesario ahora analizar el otro gran mecanismo de conjunto que explica aún las transiciones estructurales de un nivel a otro y que es justamente el mecanismo de la equilibración.

### 3. La equilibración<sup>1</sup> como hipótesis explicativa del cambio

La equilibración es el mecanismo de conjunto central que habrá de dar sentido a las generalizaciones y abstracciones como instrumentos de construcción del conocimiento, y asimismo dará coherencia a todos los procesos. También consolidará los logros de los niveles *TaTrT*, y propiciará que se solucionen los conflictos que se generen en los mismos, promoviendo el avance continuo entre un nivel y el siguiente.

La equilibración tiene este sentido central cuando se asume que todo sistema epistémico no se encuentra herméticamente cerrado en sí mismo sino que posee un carácter abierto. Así, el sentido abierto que guarda, sea que se trate de un sujeto particular o de una determinada comunidad científica que sostiene alguna teoría, permite que por medio de la interacción se estructure tanto a sí mismo como a los objetos con los que se relaciona.

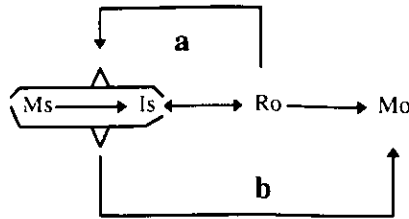
En cuanto un sistema epistémico logra una cierta eficacia en la coordinación de esquemas para la asimilación de algún objeto, es posible identificar en él una estructura. Esta estructura habrá de permitirle determinados logros en sus intercambios con el exterior, pero es de esperarse que surjan problemas en ella. Así, por ejemplo, cuando las coordinaciones elementales de un sistema sobre un objeto, supóngase un nivel *intra-*, sean insuficientes, entonces la estructura deberá modificarse para recuperar su eficacia, y en el caso de un nivel *intra-* se promoverá el avance al siguiente nivel: *inter-*. En todo sistema epistémico con una estructura que le permite funcionar eficazmente, aún en el nivel más elemental, habrá un sentido práctico de eficiencia, que determinará un mínimo de exigencia óptima en las ejecuciones del sistema. Mientras se cumpla esa exigencia puede considerarse que los intercambios del sistema con el medio son exitosos y entonces está en equilibrio, al menos desde sus propios parámetros. En términos de Kuhn podría decirse que hay un paradigma que orienta las producciones en este nivel. Pero en cuanto no se cumpla este mínimo y se reconozca una perturbación (anomalía en términos de Kuhn) entonces se tendrá un desequilibrio y será necesario superarlo. La equilibración es la manera constructiva en que responde un esquema ante un desequilibrio.

La equilibración explica el progreso de la construcción del conocimiento desde las más elementales interacciones entre el sujeto y los objetos, hasta llegar a complejas teorías científicas que pueden formular explicaciones causales expresándose en términos de funciones, y que muestran así las interacciones entre objetos, con independencia de la intervención de algún sujeto. En el nivel más elemental Piaget representa las coordinaciones de los intercambios entre el sujeto y el objeto con el siguiente esquema (EEC, p. 55):

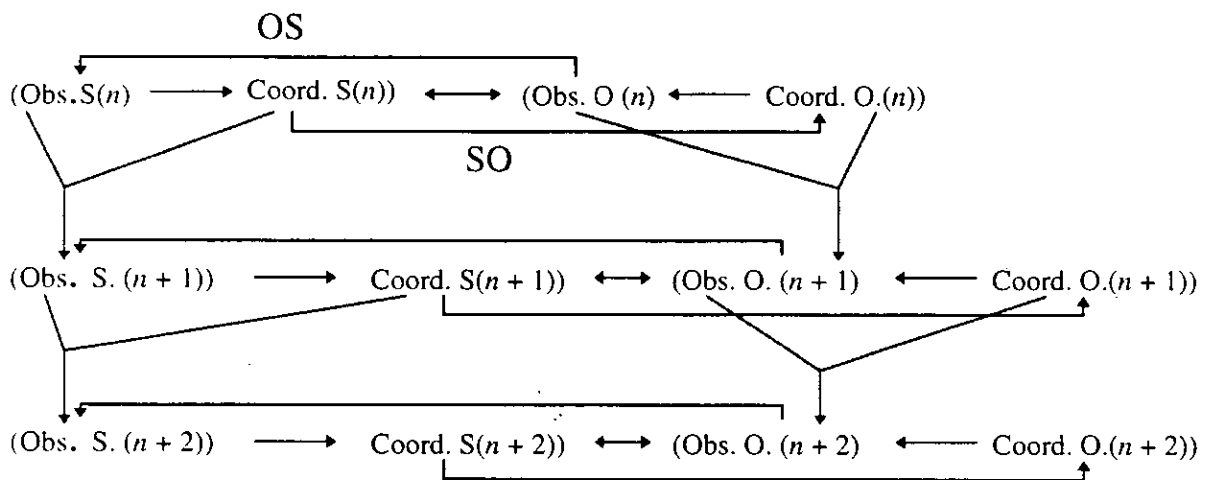
---

<sup>1</sup> En el primer capítulo de la presente disertación se realiza una exposición más detallada sobre la equilibración por lo que aquí sólo se señalan sus aspectos esenciales de modo muy sintético.

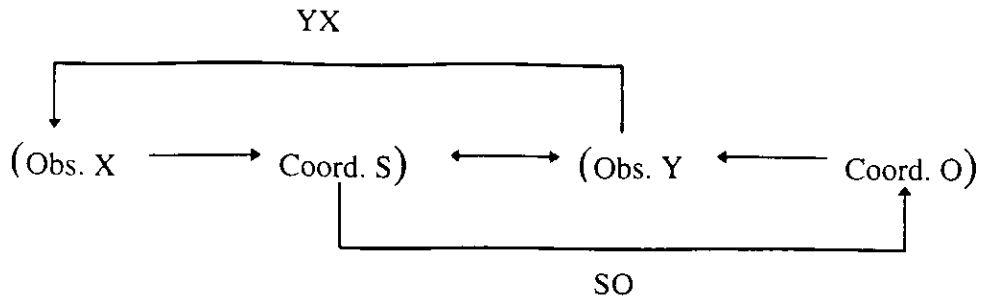




Se representa aquí el equilibrio entre los movimientos del sujeto (Ms) y los movimientos del objeto (Mo), en donde el sentido **b** señala que el impulso del sujeto (Is) ha logrado vencer la resistencia que le oponía el objeto (Ro) en el sentido **a**, por esto el equilibrio se puede representar mediante la flecha con dos puntas en el centro. Pero una vez que estos mecanismos elementales se han consolidado, entonces se convertirán en los observables del sujeto y del objeto, sobre los cuáles se aplicarán coordinaciones, y de las abstracciones que se realicen de los vínculos entre ese nivel de observables y coordinaciones se podrán construir nuevos observables. Esos nuevos observables también tendrán nuevas coordinaciones y así continua el proceso. Esto lo representa Piaget en el siguiente esquema:



Este esquema complementa al que se presentó para explicar el avance en las teorías científicas, ya que, en cada nuevo nivel, una construcción teórica (coordinación) del nivel precedente se convierte en un observable. Desde luego en la mayoría de las teorías científicas se deja a un lado la intervención directa del sujeto y se explican los vínculos entre diferentes objetos reconociendo en ellos un comportamiento por completo independiente. Así, Piaget presenta el siguiente esquema para identificar el equilibrio de una teoría que, usando una expresión matemática, explica las relaciones causales por medio de funciones:



En este esquema se representa cómo las coordinaciones del sujeto estructuran la teoría que explica las coordinaciones que se dan entre los objetos y que se verifican al constatar el comportamiento “observable” de las variables  $X$  y  $Y$ , en donde las modificaciones de  $Y$  son comprendidas como funciones de  $X$ . En tanto sea posible explicar o manipular a los objetos desde un esquema de asimilación (una teoría sería un caso particular de esquema), entonces habrá un equilibrio dinámico entre el sujeto y el objeto. Dinámico en el sentido de que siempre hay intercambios y diferencias, pues los flujos de la acción se realizan en ambos sentidos, pero hay estabilidad pues las relaciones se mantienen dentro de los límites que son coherentes con la estructura. En el momento en que se rompe la estabilidad pues aparece una “contradicción”<sup>2</sup> que perturba el funcionamiento normal del esquema, entonces será preciso que se busque el regreso al equilibrio. Este puede darse por el simple rechazo a la perturbación, a modo de negación de la misma, o bien a través de ajustes al mismo esquema que son propiamente productos del mecanismo de la equilibración. Como se analizó en el primer capítulo, Piaget identifica tres principales tipos de equilibrio y por ende, también de formas de la equilibración que 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.

En el caso de una teoría científica, el primer tipo de equilibración sería la pertinencia que guarda el cuerpo teórico con la realidad empírica, tal y como puede ser observada. En este caso la asimilación es la estructuración de la realidad desde los conceptos sistematizados por la teoría; en tanto que la acomodación sería efectuada por medio de las transformaciones necesarias en el cuerpo teórico para que se adecue a los observables de la realidad.

En la segunda forma de equilibración se presenta el desarrollo de la coordinación “interna” entre diferentes esquemas de asimilación. En el terreno científico este tipo de equilibración se lleva a cabo cuando se armoniza una teoría para mantener coherencia; esto es un tipo de

<sup>2</sup> “Contradicción” en el sentido de algo que perturba a la estructura. Quizá, desde ese nivel, no pueda formularse como una contradicción y sea necesario superarla primero, y por ello encontrarse en un nuevo nivel estructural, antes de comprenderla como tal (Cfr. FED, p. ).

validación interna de los postulados científicos. Otra posible equilibración de esta forma, sería cuando se deslindan diferentes objetos específicos de estudio dentro de una teoría y entonces se crean “especialistas” en diversas áreas, o también se puede presentar el caso inverso, cuando se vinculan diferentes especialistas pues su objeto de estudio coincide en algún sentido.

En el tercer tipo de equilibración se trata de establecer las coordinaciones de los esquemas particulares en la totalidad que los engloba. Esto sería el rebasamiento de las particularidades de cada esquema que posibilita una elaboración conjunta que tiene características sinérgicas, pues el resultado es más que la simple suma de los logros de las partes. Así se consigue, mediante este tipo de equilibración, realizar integraciones y diferenciaciones tanto de los esquemas como de los objetos que son asimilados por medio de ellos. En las construcciones teóricas de las ciencias esto sería ejemplificado por las vinculaciones interdisciplinarias que consiguen coordinar distintos enfoques para comprender un fenómeno complejo que no puede ser comprendido desde la particularidad de alguna de las disciplinas que se vinculan.

El punto arquimediano de la equilibración reside en que en ella siempre se pone en juego todo el sistema epistémico con la estructura que lo caracteriza en un momento determinado. Puede ser que el sistema se mantenga dentro de los límites de esa estructura y la adecuación de sus esquemas no obligue a una transformación radical. En otras ocasiones la equilibración será maximizadora, pues se transformará completamente la estructura anterior y esto se mostrará en un crecimiento en la capacidad “global” del sistema para asimilar la realidad. Sin embargo, una vez que se abren los horizontes y son posibles mejores coordinaciones, nuevamente aparece la posibilidad de los desequilibrios y por tanto la necesidad de una nueva equilibración pues:

...si bien nos aproximamos a la realidad siempre por medio de estructuras construidas a partir de la interacción con los objetos, el conocimiento logrado nunca es absoluto pues los objetos “porfían”, se nos resisten, pues, paradójicamente, a mayor potencia de nuestros sistemas de asimilación cognitiva, más dimensiones del objeto se ubican en el horizonte de cognoscibilidad posible, conteniendo esta implicación de los sistemas de asimilación y de los observables que generan, relaciones que perturbarán el equilibrio cognitivo alcanzado. (Gil97, pp.200-201)

De esta manera la equilibración siempre estará presente en los procesos de transformación del conocimiento, ya que estos no se dan de manera completamente aleatoria, pues aunque la estructura de cada sistema tiene modos propios de interactuar, siempre se buscarán las mejores formas de intercambio y cuando una estructura ya no alcance a proporcionarlo entonces desde sí misma habrá establecido las condiciones propicias para su transformación. Cada nuevo logro se debe en parte a las posibilidades abiertas por los precedentes. Esto es válido no sólo para un sujeto concreto sino para los logros de la ciencia misma y puede ser corroborado aún por su historia, a la cuál Piaget da un lugar muy especial en su labor epistemológica. En el siguiente apartado se precisará cómo concibe Piaget a la investigación sobre la historia de la ciencia.

#### 4. Un paralelismo significativo: psicogénesis e historia de la ciencia

Así como Kuhn reconoció un lugar particularmente fértil para la reflexión epistemológica en el campo de la historia de la ciencia, también Piaget le habrá de concebir como “laboratorio epistemológico”. De esta manera se aboca, junto con García, a realizar la obra que será (según Inhelder) su tercera gran síntesis epistemológica: *Psicogénesis e historia de la ciencia*. En esta obra se reinterpretan los mecanismos de los diversos avances en la construcción de los conocimientos, tanto en el terreno de la historia de la ciencia como en el psicogenético, al presentar paralelamente sus formaciones y las profundas coincidencias que se encuentran entre ellos. Estas coincidencias van más allá de la simple sucesión de etapas, pues Piaget enfatiza:

...la razón principal por la cual hay parentesco entre los estudios histórico-críticos y psicogenéticos en la epistemología no reside solamente ahí [en una coincidencia de etapas sucesivas]. La razón es más profunda, y consiste en que los dos tipos de análisis conducen tarde o temprano a reencontrar en todos los niveles instrumentos y mecanismos similares, no sólo en las interacciones elementales entre sujetos y objetos, sino muy particularmente en la forma en que un nivel condiciona la formación del siguiente, lo cual nos conduce (...) a formular los mismos problemas generales comunes a todo desarrollo epistémico. (PHC, pp. 15-16)

De esta manera la relevancia epistemológica que otorga Piaget a los estudios de la historia de la ciencia es semejante a la que atribuye a los estudios psicogenéticos, pues considera que a través de ella se pueden encontrar también los instrumentos y mecanismos de conjunto que son característicos de todo proceso de construcción del conocimiento. Así, al establecer este paralelismo entre los avances de un sujeto epistémico -que son esbozados en sus investigaciones psicogenéticas- y los avances que caracterizan las estructuraciones más importantes de diversas teorías científicas, se hace también una propuesta de un tipo de racionalidad en los procesos de adquisición, consolidación y cambio del conocimiento. Esta racionalidad puede ser comprendida al establecer las condiciones generales del devenir asumiendo al mismo tiempo la peculiaridad de cada construcción de conocimiento pues:

...va de suyo que un conocimiento no podría ser disociado de su contexto histórico y que, por consiguiente, la historia de una noción provee alguna indicación sobre su significación epistémica. (...) lo esencial es caracterizar los grandes períodos sucesivos del desarrollo de un concepto, o de una estructura, o de las perspectivas de conjunto de una disciplina, y todo esto con aceleraciones y regresiones o sin ellas, con acciones de precursores o “rupturas epistemológicas”. (PHC, pp. 14-15)

De esta manera, dada la importancia que tiene el estudio de la historia tanto para la teoría de Kuhn como para la de Piaget, a continuación se realizará un análisis comparativo de ambas teorías. Esto se hará a partir de la manera en que cada una podría explicar una “ruptura epistemológica”, y dicha ruptura será la transformación teórica que se da en el terreno económico al pasar del modelo clásico al keinesiano.

### III. ANÁLISIS DE LAS TEORÍAS EN UN EJEMPLO DE CAMBIO DE "PARADIGMA"

#### 1. Del modelo de la economía "clásica" al modelo keinesiano

A pesar de que la economía constituida como una ciencia particular es muy joven, se han desarrollado ya muchas teorías para explicar en detalle los más significativos hechos económicos. Desde luego es factible reconocer estudios vinculados con la ciencia económica desde la Grecia clásica, pero la mayoría de los economistas contemporáneos consideran como fundadores auténticos de esta disciplina a los clásicos que surgirán a partir de los mercantilistas (Thomas Mun, William Petty) y de los fisiócratas (Quesnay). La primera generación de economistas clásicos será la de Adam Smith y en la que se presentarán aportaciones importantes de Jeremy Bentham y de Thomas Malthus. Posteriormente vendrán David Ricardo y John Stuard Mill<sup>3</sup>. Después se desarrollará la escuela marginalista con Pareto, Jevons y Menger entre otros. Del trabajo de estos se desprenderá el análisis neoclásico que habrá de germinar en los trabajos de León Walras y de Alfred Marshall.

Debido a la imposibilidad de realizar un detallado análisis de las contribuciones de cada uno de estos autores para el desarrollo de la economía "clásica", será preciso presentar las grandes líneas teóricas que fueron establecidas originalmente y cómo se encontraban consolidadas en el momento en el que Keynes habrá de construir su teoría alternativa.

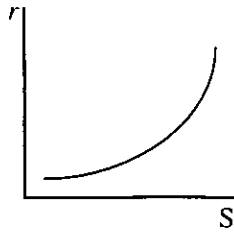
Por otra parte se hace necesario aclarar la diferencia entre los clásicos y lo que aquí se entiende por economía "clásica". En principio se debe reconocer que desde luego hay importantes diferencias entre las obras que van de Smith (clásico) a Marshall (neoclásico). Por esto tiene sentido hacer varios tipos de distinciones en los grandes periodos del desarrollo de las ideas económicas. Más aún se realizan distinciones dentro de una escuela como la marginalista, donde se puede diferenciar entre la corriente del equilibrio general y la de la escuela austríaca. Pero debido a que para Keynes el término "clásico" comprende tanto a los autores clásicos como a los neoclásicos, aquí se utilizará el término "clásico" (escrito entre comillas) en ese sentido adoptado por Keynes.

A continuación se expondrán entonces las principales características de la escuela "clásica", de la crisis de la teoría para dar una buena explicación al problema de "La gran depresión" en Estados Unidos, y de la solución que habrá de construir Keynes. Por razones de precisión se utilizarán algunas formulaciones algebraicas y sus expresiones geométricas que han sido hechas por economistas recientes como Hicks y Hansen para presentar el modelo de Keynes. Se considera que esto no desvirtúa las teorías en su parte esencial y, al contrario, permite una mejor comprensión de las mismas.

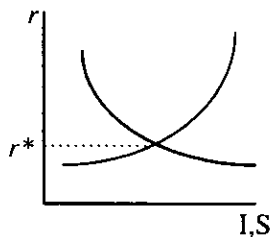
---

<sup>3</sup> Desde luego se reconocen en la historia de la economía corrientes alternas a la clásica como el Socialismo Científico desarrollado por Karl Marx, pero debido a que para los intereses de la presente disertación no tienen mayor relevancia no serán considerados.

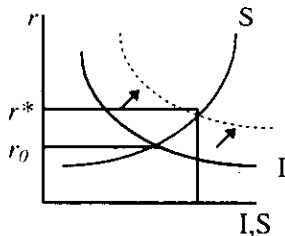
Por otra parte, el ahorro responde positivamente de acuerdo al tipo de interés así que a mayor nivel de éste también subirá aquél, su expresión geométrica sería:



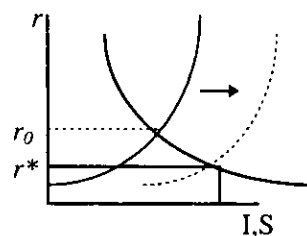
Asumiendo que en el equilibrio ambas funciones se interceptan en el nivel de la tasa de interés de equilibrio  $r^*$ , esto se representaría:



Ahora bien el ajuste entre la inversión y ahorro se presentaba de modo semejante a los siguientes ejemplos.



En el caso de un desplazamiento en la función de inversión de  $I$  a  $I'$ , la tasa de interés se desplazará hacia el nuevo nivel de equilibrio de  $r_0$  a  $r^*$ . Esto provocará que se propicie más ahorro.



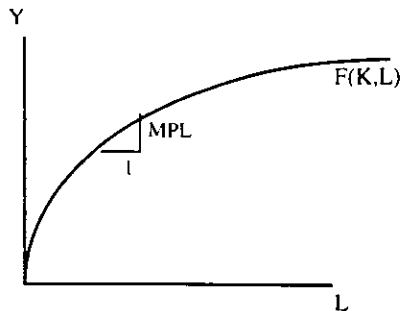
Un aumento en el ahorro provocará una disminución en la tasa de interés lo que propiciará que se fomenten las inversiones.

En este modelo el dinero tenía como función principal el ser un medio de cambio. Con esto se estableció que el dinero en sí mismo era estéril y carente de un valor intrínseco. Así, la función del dinero se circunscribía exclusivamente al intercambio de bienes y servicios. Se consideraba que la economía continuaba siendo de trueque y que lo que se intercambiaba era un bien por otro utilizando como un mero medio al dinero. Por esto cualquier tipo de atesoramiento fuera de los bancos sería irracional. El ahorro era exactamente igual a la inversión pues todo lo ahorrado era ocupado por ella.

En el modelo "clásico" el nivel de empleo y su relación con la producción, se determinan de una forma que será el punto central de la crítica keynesiana. Debido a la ley de los rendimientos decrecientes el aumento marginal de la fuerza laboral, implica una disminución en la productividad por trabajador. Esto determina que, dado un nivel de

producción y manteniendo todo lo demás constante, en el momento de aumentar la fuerza laboral en una unidad, el aumento en la productividad será menor que la obtenida por la unidad previa. Así, el producto marginal del trabajo (MPL) será el cambio en la producción cuando el insumo del trabajo aumenta en una unidad. Esto se puede expresar:

$$MPL = F(K, L + 1) - F(K, L), \text{ donde } L = \text{Trabajo y } K = \text{capital}$$



Debido a que las unidades adicionales de trabajo generan unidades adicionales en la producción y éstas son vendidas a un precio (P), se puede establecer la ganancia marginal. Las ganancias al añadir una unidad adicional de trabajo se determinarán al multiplicar el precio (P) por la producción marginal del trabajo (MPL) menos su costo, simplificando se puede representar así:

$$\begin{aligned} \Delta \text{Ganancia} &= \Delta \text{Ingreso} - \Delta \text{Costo} \\ \Delta \text{Ganancia} &= (P \times MPL) - W, \text{ donde } W = \text{salario.} \end{aligned}$$

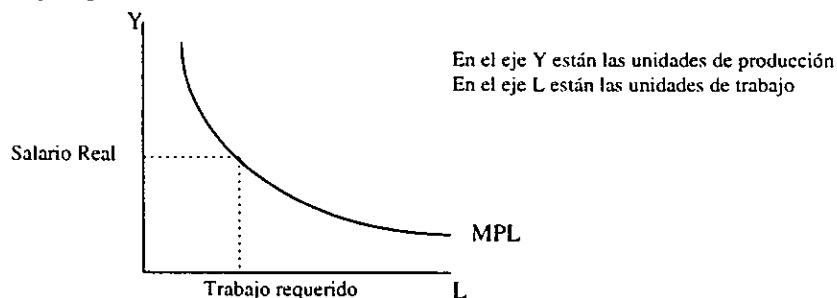
De esta manera lo racional para las empresas es introducir una unidad más de trabajo para producir, hasta el momento en que la productividad marginal sea exactamente igual al costo del salario. Esto es hasta que:

$$P \times MPL = W$$

Esta expresión se puede presentar así:

$$MPL = W/P$$

$W/P$  es el salario real, es decir los rendimientos del trabajo medidos en unidades de producción en lugar de hacerlo en pesos. El salario real representa el monto del poder de compra que la empresa paga por cada unidad de trabajo. (Cfr. Man94, p. 50) Esto se comprende mejor gráficamente:



A partir de esta determinación del salario real se establece la tesis central a partir de la cual los "clásicos" comprendían el desempleo. La reducción del salario real es la manera en que se aumenta la fuerza laboral. Cuando aumenta la producción por cada nuevo trabajador que es contratado, va disminuyendo la productividad marginal de modo que para seguir contratando se deben reducir los salarios reales. Así mismo el desempleo se presenta entonces cuando los trabajadores ya no están dispuestos a recibir un salario tan bajo por su labor. De esta manera es la actitud de los trabajadores -que se niegan a percibir esos salarios bajos- lo que produce el desempleo, lo que implica que es un fenómeno voluntario.

Estos son los aspectos teóricos más importantes que se encontraban vigentes al rededor de la década de los años veinte. Ante la contundente aceptación de estos principios no sólo se determinaba el quehacer teórico, sino que con ellos se definían aún las principales políticas económicas.

## 1.2 La teoría "clásica" en crisis

El problema de la gran depresión de los Estados Unidos habría de poner en una dura crisis a la teoría "clásica". Durante este período a pesar de que se mantuvieron sin un cambio significativo los bienes de capital (maquinarias y equipo en las empresas) cayó drásticamente la producción y en 1933, su peor año, se encontraba 30% por debajo del nivel que tenía en 1929. El desempleo fue alarmante, también en 1933 un cuarto de la población económicamente activa estaba sin empleo. A pesar de que disminuyó la tasa de interés nominal también se contrajo la inversión. Con todo y la profunda disminución en el nivel de precios también disminuyó el consumo. En el siguiente cuadro se pueden apreciar estadísticamente los datos que representan este agudo problema de la depresión de los años treinta en Estados Unidos (Man94, p. 277):

Año	Tasa de Desempleo	PIB Real	Consumo	Inversión	Gasto Público	Interés Nominal	Oferta de Dinero	Nivel de Precios	Inflación	Saldo real de Dinero
1929	3.2	203.6	139.6	40.4	22	5.9	26.6	50.6		52.6
1930	8.9	183.5	130.4	27.4	24.3	3.6	25.8	49.3	-2.6	52.3
1931	16.3	169.5	126.1	16.8	25.4	2.6	24.1	44.8	-10.1	54.5
1932	24.1	144.2	114.8	4.7	24.2	2.7	21.1	40.2	-9.3	52.5
1933	25.2	141.5	112.8	5.3	23.3	1.7	19.9	39.3	-2.2	50.7
1934	22	154.3	118.1	9.4	26.6	1	21.9	42.2	7.4	51.8
1935	20.3	169.5	125.5	18	27	0.8	25.9	42.6	0.9	60.8
1936	17	193.2	138.4	24	31.8	0.8	29.6	42.7	0.2	62.9
1937	14.3	203.2	143.1	29.9	30.8	0.9	30.9	44.5	4.2	69.5
1938	19.1	192.9	140.2	17	33.9	0.8	30.5	43.9	-1.3	69.5
1939	17.2	209.4	148.2	24.7	35.2	0.6	34.2	43.2	-1.6	79.1
1940	14.6	227.2	155.7	33	36.4	0.6	39.7	43.9	1.6	90.3

Ante esta crisis se hizo evidente que la postura "clásica" era insuficiente para poder comprender lo ocurrido y que también carecía de principios que pudieran indicar el rumbo



para construir nuevas explicaciones y dar así criterios para la toma de decisiones en las políticas fiscal y monetaria.

Con la crisis de la “Gran Depresión” se hizo evidente que la oferta no produce su propia demanda. Esto es una gran contradicción para la teoría clásica. Al fallar en este punto, no hay ya razones para confiar en que la precisión matemática de la teoría represente nítidamente los fenómenos económicos. Por el contrario se hace patente que en la realidad económica la demanda no tiene un comportamiento tan predecible a partir del nivel de producción.

Por su parte, tampoco parece que las inversiones sigan realmente al tipo de interés, y que efectivamente sean estimuladas cuando éste baja. Durante los años de la Depresión no hay ningún aumento en las inversiones cuando disminuye el tipo de interés, sino que al contrario parece que al disminuir la tasa de interés también disminuyen las inversiones. En este punto la intuición teórica que aparece nítidamente en la pendiente negativa de la curva que relaciona tipo de interés e inversiones también falla drásticamente.

Algo completamente contrario también a lo que se puede predecir de modo intuitivo, es que la caída en el nivel de precios no promueve el aumento del consumo. Así, se puede apreciar en los datos cómo disminuye el nivel de precios y también el nivel de consumo.

Los “síntomas” económicos de la “Gran Depresión” resultaron totalmente fuera de lo que podría ser comprendido desde la teoría “clásica”. El fenómeno podría ser calificado de extraordinario y quizá por su peculiaridad no tenía ningún comportamiento que pudiera ser entendido desde las estructuras teóricas vigentes. Pero esto causó que entre los economistas comenzara una seria preocupación por encontrar nuevos parámetros que permitieran comprender lo que ocurría y que al mismo tiempo diera pautas para que se restableciera la normalidad de la teoría.

Lo que se produjo con la solución encontrada no hacía que se recuperaran muchos de los postulados de los “clásicos”, sino que se establecieron nuevas categorías aún sobre las existentes. El trabajo que habría de revolucionar todo el pensamiento económico y que cambiaría la perspectiva de lo ocurrido en la “Gran Depresión”, se debe a Keynes y es necesario ver cómo su teoría construye una solución al problema.

### 1.3 La construcción de una solución al problema

En 1936 John Maynard Keynes escribió su *Teoría general sobre la ocupación el interés y el dinero*, obra con la que presentaría una solución para comprender la crisis de “la gran depresión” y que transformaría radicalmente a la teoría económica. Esta teoría fue prontamente discutida entre los economistas y en torno de ella se establecerían importantes debates. Esto impulsó el avance de la misma teoría y propició una manera diferente de comprender los grandes problemas económicos que aquejaban esos tiempos..

En la teoría keinesiana se habrán de redefinir varios de los conceptos que ya se encontraban bien definidos por el trabajo de los “clásicos”. Esto implicó la construcción de una nueva estructura conceptual sobre la que cada elemento asume un nuevo papel para explicar la realidad de los fenómenos económicos. Así, la producción, el consumo, el tipo de interés, el dinero, la inversión y el ahorro, la actitud de los trabajadores y el papel del gobierno, tendrán un nuevo lugar en el juego de los procesos económicos.

Un punto central de la teoría keinesiana es la explicación acerca de las causas del desempleo, que se vincula directamente con la noción de producción. El desempleo no depende de la actitud de los trabajadores quienes, de acuerdo a los “clásicos”, voluntariamente se rehusarían a recibir un salario real inferior por un determinado trabajo; sino que existe el desempleo completamente involuntario. Las causas de este desempleo involuntario se encuentran en la falta de oferta de empleo (aún sin necesidad de que disminuyan los salarios reales) porque se presenta una contracción del proceso productivo. Dicha contracción se determina por una escasa demanda de los bienes y servicios de la economía. Con esto se echa por tierra la tesis de que la producción genera su propia demanda. Pero dado que, desde los “clásicos”, esto era matemáticamente coherente pues la suma del consumo y el ahorro (inversión) deberían ser iguales a la producción, entonces ¿cómo es posible explicarlo?

Keynes aborda el problema estableciendo el papel crucial que tiene la demanda agregada para afectar el nivel de producción. Con la demanda agregada se dará un nuevo e importante lugar para el consumo de los particulares y de la política fiscal tanto en su aspecto del gasto público como en el aspecto de los impuestos; también se replanteará el papel de la inversión y de la moneda.

En primer lugar el consumo es comprendido por Keynes como una función del nivel de ingreso y por ello establece la noción de propensión marginal a consumir. Esto es, cuánto aumenta el consumo cuando el ingreso aumenta en una unidad. Se advierte que cuando hay un aumento en el ingreso aumenta también el consumo pero lo hace en una proporción menor<sup>4</sup>. Esto obedece a que los hábitos de los consumidores no pueden ser modificados de modo súbito y entonces también se identifica en ello un factor psicológico, que será crucial para mantener o modificar esta propensión a consumir. El factor psicológico hace referencia también a las expectativas que mantienen las personas acerca de las posibilidades de su

---

<sup>4</sup> De esta manera el consumo es una función del ingreso (renta) y por ello se puede expresar:  $C=f(Y)$ , donde  $C$ =consumo y  $Y$ =ingreso (renta).

consumo, no sólo para hoy sino también para mañana. Pero al hablar de consumo también se aborda, paralelamente, el problema del ahorro ya que, técnicamente, Keynes asume junto con los "clásicos" que la diferencia entre el ingreso y el consumo es el ahorro. Así, también se presentaría la propensión marginal a ahorrar. Pero en la teoría keynesiana se ha cambiado la relación ahorro-inversión pues ahora el ahorro es algo que se deriva de la propensión a consumir y ésta función depende del nivel de ingreso que a su vez es el resultado de la productividad de la inversión. Así, ahora se le atribuye a la inversión y al gasto en consumo un lugar preponderante para la efectividad del sistema económico. Para poder precisar algunas de estas diversas variables que intervienen para definir a la demanda agregada, Keynes utiliza el concepto del multiplicador, que será un importante instrumento de análisis para la teoría.

Con la noción del multiplicador se hace referencia al poder que tiene el cambio en una unidad en alguna de las principales variables económicas (impuestos, gasto público, inversión, etc.) para afectar en más de esa unidad en el resultado de las cuentas agregadas, es decir -por ejemplo- que si el gasto público aumenta en 2, el efecto de ese aumento en el ingreso no es sólo de ese 2 sino de un múltiplo del mismo. La variable central a la que se aplica el concepto del multiplicador será la inversión. Cuando aumenta la inversión (sea esto  $\Delta I$ ) aumenta también el ingreso (renta) ( $\Delta Y$ ) pero en una proporción mayor al aumento en la inversión. Este aumento se puede además calcular a partir de la propensión marginal a consumir pues:

La inyección inicial de inversión ( $\Delta I$ ) es recibida en forma de renta por los receptores de la remuneración de los factores. Esto significa que la renta aumenta en  $\Delta I$ . Estos receptores tienen propensiones marginales a consumir (PMC) y a ahorrar. Imaginemos que la propensión marginal a consumir es del 75%, en cuyo caso el 75 por 100 de los nuevos ingresos iniciales de la renta se gasta. En este punto se genera renta por un importe de  $\Delta I + \frac{3}{4} (\Delta I)$ . Pero el proceso continúa. La cantidad  $\frac{3}{4} (\Delta I)$  gastada por los receptores iniciales es recibida como renta por otros factores. Cuando el proceso se acerca al límite, la variación de la renta, ( $\Delta Y$ ), es igual a  $1/(1-PMC)$  o, en nuestro ejemplo,  $1/(1-\frac{3}{4}) = 4$ , que son las veces que aumenta la inversión inicial.

(Eke92, p. 554)

Ahora bien, a pesar de que así puede calcularse el efecto de la inversión sobre el ingreso, en realidad los múltiples determinantes de la inversión hacen que esta tenga un comportamiento caprichoso y que en realidad sea difícil hacer una predicción del ingreso agregado. Particularmente las expectativas que tienen los inversionistas respecto a cuál será la *eficiencia marginal del capital*, esto es las utilidades que producirá la inversión real, son fundamentales para que la inversión sea alta o baja. Así, Keynes muestra que este factor psicológico se vuelve substancial para el desarrollo de la economía ya que también las expectativas intervienen en el deseo de las personas de mantener dinero en efectivo sin depositarlo en el banco, esto será la *preferencia por la liquidez*, misma que habrá de relacionarse con el nivel de inversión y ambas guardarán una estrecha relación con el tipo de interés. Con esto se invierte la idea "clásica" de que la inversión y el ahorro son los factores determinantes, ya que para Keynes:

“...son resultados gemelos de los factores determinantes del sistema, a saber: la propensión marginal a consumir, la curva de eficiencia marginal del capital y el tipo de interés.” (Key, p. 180)

Con esto Keynes enfatiza que el consumo y el nivel de inversión -motivado por la eficiencia marginal del capital-, en un momento dado, determinan principalmente los resultados de la producción económica en su conjunto y de manera directa, por lo que muchos de los consejos prácticos de los economistas “clásicos” deben de revisarse:

Pues el principio económico sobre el cual se han basado invariablemente los consejos prácticos de los economistas supone, en efecto, que una disminución del gasto tiende a disminuir el tipo de interés, y el aumento de inversiones a subirlo, si no se alteran los otros factores. Pero si lo que tales cantidades determinan no es el tipo de interés, sino el volumen de ocupación global, cambiará profundamente nuestro concepto del mecanismo del sistema económico. Miraremos entonces muy distinta la disposición a gastar menos si, en vez de tomarla como agente de estímulo de las inversiones la consideramos como factor de contracción de la ocupación en el supuesto de que no varíen los otros datos del problema. (Key, p. 180)

Ahora bien, debe entenderse que el problema de motivar el ahorro de los consumidores, reside en que los particulares pueden desear guardar dinero sin meterlo al banco pues en términos keinesianos el dinero no sólo sirve para transacciones sino que es un depósito de valor y por ello se puede especular con él. Así, el tipo de interés lo que paga es la oportunidad de tener el dinero en forma líquida. Esto tiene que ver con los saldos reales del dinero que es la relación que guarda la base monetaria entre el nivel de precios, esta relación se puede expresar así:  $M/P$ , donde  $M$  = dinero (base monetaria) y  $P$  = precios (índice de precios).

Así, también es necesario tomar en cuenta el aspecto intertemporal y las expectativas que se tienen del futuro. Si las personas consideran que es mejor mantener el dinero en forma líquida o consideran que no deberá invertirse, pues no parece mucha la eficacia marginal del capital, entonces se sentarán las bases para una desaceleración económica pues se dejara de consumir una parte importante del nivel de producción. Ante esto lo que queda es que el estado participe de modo activo estimulando él mismo la inversión a través del gasto público y de la política tributaria.

Ahora bien para resumir y comprender mejor el modelo keinesiano, de modo más conciso, es conveniente recurrir al modelo que realizó Hicks.

Hicks elabora un modelo matemático para presentar las ideas fundamentales de Keynes que es conocido como el modelo IS-LM. Este modelo logra hacer relativamente sencilla la explicación del comportamiento de la demanda agregada y de los posibles desplazamientos de esta función a partir del análisis del comportamiento del mercado de bienes y servicios en relación con la inversión, y del comportamiento del mercado de dinero. Para esto se establecen dos funciones fundamentales: la función de inversión (IS) y la función que representa la preferencia por la liquidez (LM). Algo que es muy importante en estas

funciones es que con ellas se representa el equilibrio que se da en el mercado de bienes y servicios, por una parte y por otra el equilibrio que se da en el mercado de dinero, donde se consideran los saldos reales.

Para comenzar debe presentarse la “cruz keynesiana” que servirá para analizar tanto a la función IS como a la LM. La “cruz keynesiana” representa cómo se construye el ingreso a partir de la demanda de acuerdo con la teoría de Keynes, por ello es una pieza clave para construir el modelo IS-LM. En primer lugar se considera el gasto planeado (E) que representa lo que las empresas el gobierno y los particulares piensan gastar en bienes y servicios. Asumiendo que la economía es cerrada (sin importaciones o exportaciones) entonces el gasto planeado será la suma del consumo (C) -que es una función del nivel de ingresos (Y) menos los impuestos (T)-, más la inversión (I) y el gasto público (G), esto es:

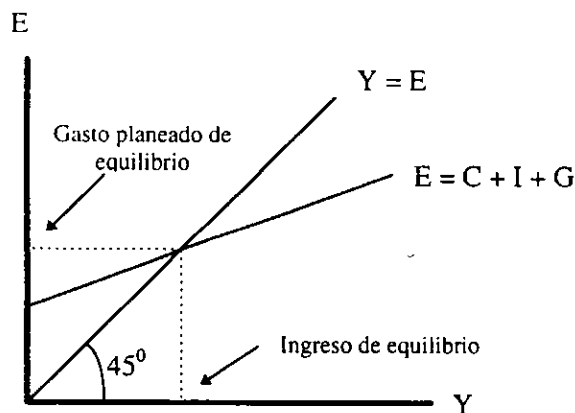
$$E = C + I + G, \text{ donde } C = C(Y-T)$$

Se asume también que la inversión planeada, el gasto del gobierno y los impuestos son fijos, por esto:  $I = I$ ,  $G = G$  y  $T = T$ .

Al combinar las ecuaciones se obtiene:

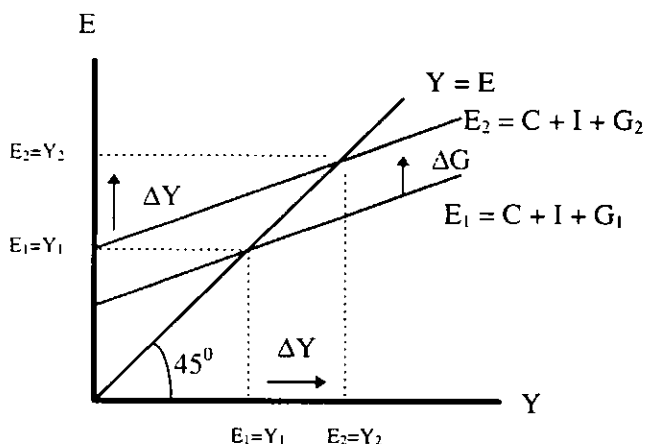
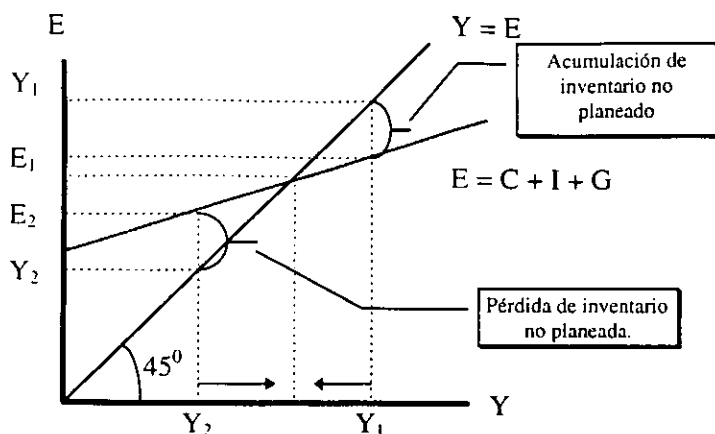
$$E = C(Y-T) + I + G$$

Con esto se establece que el gasto planeado es una función del ingreso (Y) y de las variables exógenas que representan la inversión planeada y la política fiscal cuyas variables son el gasto y los impuestos públicos. Cuando el ingreso es igual al gasto planeado entonces la economía está en equilibrio, esto implica que  $Y = E$ . Así la línea de  $45^\circ$  de la siguiente figura representa todos los puntos donde esta condición se cumple. La otra línea representa al gasto planeado:



Ahora bien, puede haber desplazamientos a lo largo de la función, esto se dará cuando el nivel de ingreso se encuentre por fuera del punto de equilibrio y entonces se deberá realizar un ajuste que promoverá la caída o el aumento de la producción. Por otra parte, también

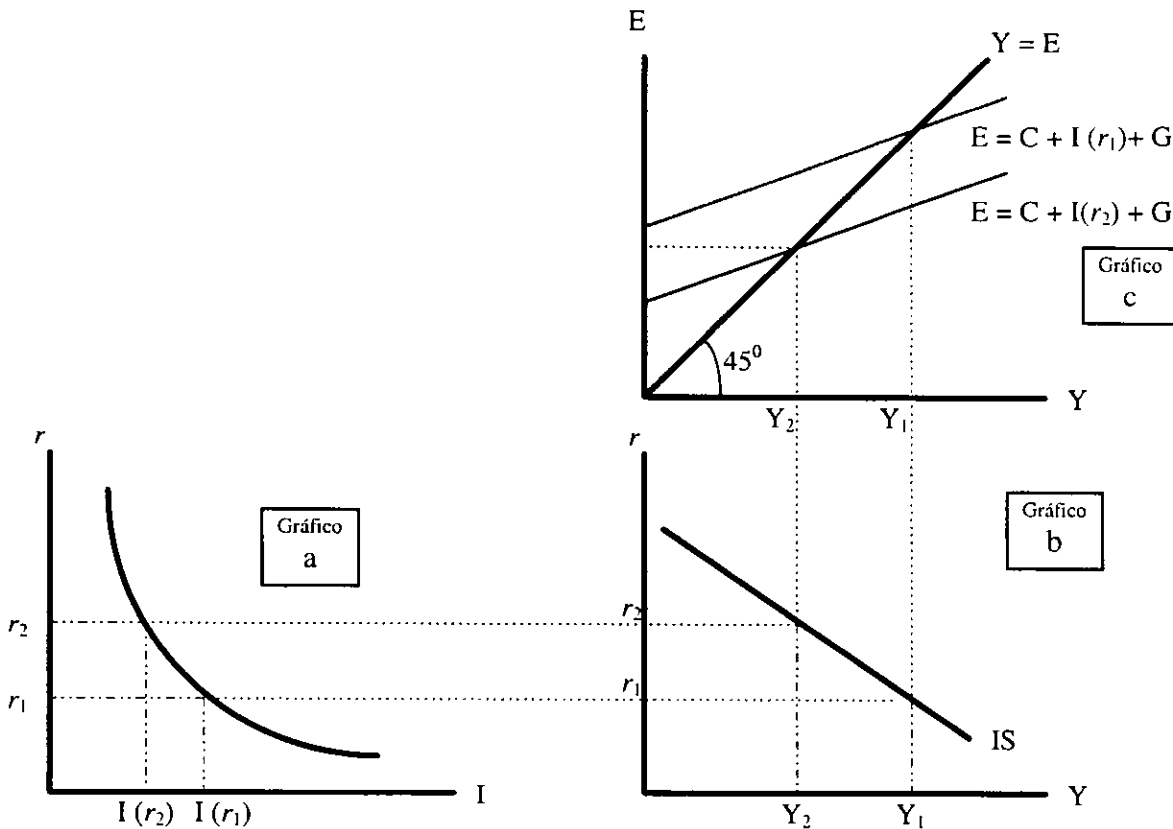
podrán realizarse desplazamientos de la función misma, cuando haya cambios en las variables que la determinan. Estos efectos son representados en los siguientes gráficos:



La cruz keynesiana sirve para representar cómo se determina el ingreso en la economía de un país para cualquier nivel dado de inversión planeada. Desde luego en principio éste nivel de inversión se asume como fijo. Sin embargo en la realidad el nivel de inversión no está fijo sino que depende del tipo de interés. Por esto, se establece la función IS que relaciona el tipo de interés con el nivel de ingreso a partir de la inversión. Es decir el nivel de inversión está íntimamente ligado con el tipo de interés. Así el nivel de inversión planeada es una función del tipo de interés:  $I=I(r)$ .

La relación que guarda entonces el nivel de ingreso en relación al tipo de interés, será una relación negativa. Esto implica que a mayor tipo de interés será menor el nivel de ingreso de la economía. Por esto en la "cruz keynesiana" se puede representar cómo cambia el nivel

de ingreso cuando cambia el tipo de interés. A continuación se presenta la función de inversión (gráfico a) y cómo se relaciona con la función IS (gráfico b), para determinar el nivel de ingreso en la “cruz keinesiana” (gráfico c):



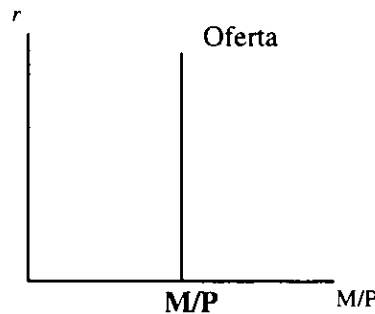
Es importante señalar que no sólo por los desplazamientos que se dan a lo largo de la función se realizan cambios sobre el nivel de ingreso, sino que debido a cambios en otras variables, como la política fiscal, puede cambiar el nivel de ingreso y provocar un cambio sobre la misma función IS, que entonces deberá desplazarse. Por ejemplo, dado un tipo de interés, si el gobierno decide aumentar su gasto entonces el nivel de producción habrá de crecer y la curva IS se deberá desplazar para continuar en equilibrio. Otra manera de afectarla desde la política fiscal sería una reducción en los impuestos que permitiría un aumento en el consumo y por ello también desplazaría a la función, asumiendo también como fijo un tipo de interés dado. De aquí la importancia que se le atribuye al estado para poder beneficiar a la economía al aumentar su gasto y compensar la falta de inversión en tiempos de crisis. Esto, a pesar de ser muy criticado hoy, en su momento constituyó una respuesta para hacer frente a la crisis.

Por otra parte, la curva IS puede ser interpretada desde la perspectiva inversa, es decir desde los fondos prestables que son iguales al ahorro. Esto es debido a que  $Y - C - G = I$ , y dado que el ingreso menos el consumo y el gasto público es igual al ahorro, se tiene que  $S = I$ ; es decir los ahorros son iguales a la inversión. De esta manera cuando hay un aumento en el nivel de ingreso de la economía deberán aumentar también los ahorros y por ello los fondos

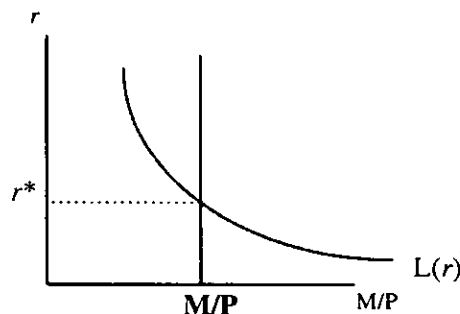
prestables y entonces disminuirá la tasa de interés. Esto entonces señala que un alto nivel en el ingreso de la economía también aumentará el nivel de ahorro y esto se reflejará en una baja tasa de interés. Por esto se explica también que la pendiente de la curva es negativa.

Por otra parte aún es necesario considerar el mercado de dinero y la relación que guarda con el nivel de ingreso. Esta relación es representada por la función LM en la que se vincula la tasa de interés con los saldos reales de dinero. Para esto se debe entender la teoría de la preferencia por la liquidez que es una sencilla interpretación de la teoría de Keynes sobre la tasa de interés. Esta teoría explica cómo la oferta y la demanda de los saldos reales de dinero determinan el tipo de interés. A partir de la oferta monetaria  $M$  y del nivel de precios  $P$ , se forma la oferta de los saldos reales de dinero como:  $M/P$ . La teoría de la preferencia por la liquidez asume que la oferta de los saldos reales es fija:  $(M/P)^s = M/P$ .

Así tanto  $M$  como  $P$  son variables exógenas en el modelo. La base monetaria es fijada por medio de la política que sigue el Banco Central. La oferta de los saldos reales es fija y no depende de la tasa de interés. Así, cuando se presenta la oferta de los saldos reales frente a la tasa de interés se tiene entonces una función constante, representada por una curva vertical como la siguiente:

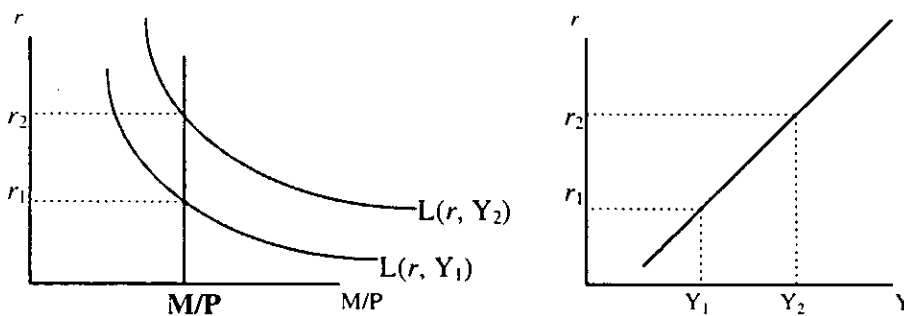


Para determinar el nivel de la tasa de interés se debe considerar la demanda de dinero del público. De acuerdo con Keynes la gente demanda dinero pues es un activo "líquido" que le permite hacer transacciones. Pero el mantener el dinero en forma "líquida" tiene un costo de oportunidad que es justamente representado por la tasa de interés. De esta manera cuando la tasa de interés se eleva la gente desea tener menos dinero de forma líquida. La demanda de dinero líquido es representada por  $L$  que será una función que depende de la tasa de interés, de este modo la demanda de los saldos reales de dinero será:  $(M/P)^d = L(r)$ . De esta manera el punto donde la oferta iguala la demanda de los saldos reales es ajustado por la tasa de interés:

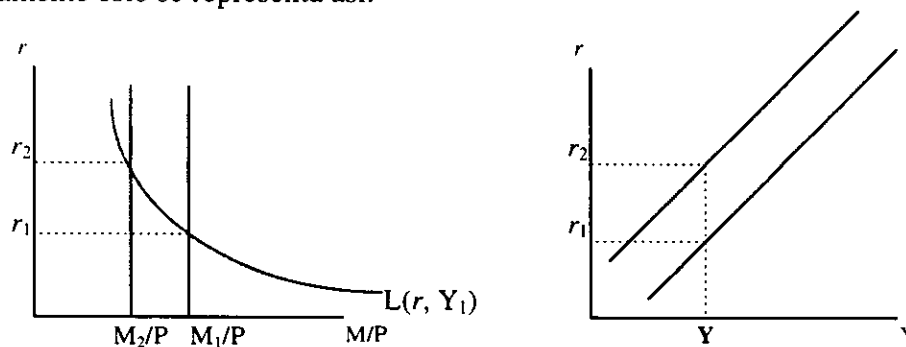




La función que determina la curva LM se define por la relación entre el nivel de ingresos y la tasa de interés. Usando la teoría de la preferencia por la liquidez puede ser construida esta función. Después de asumir que la tasa de interés influye en la cantidad de los saldos reales demandados, es necesario considerar que también el nivel de ingreso influye en la demanda de dinero. Así, cuando aumenta el nivel de ingreso también aumenta la cantidad demandada de dinero. De este modo la cantidad de dinero demandada por los saldos reales se relaciona de forma negativa con respecto a la tasa de interés pero en forma positiva con respecto al nivel de ingreso. Así, la curva LM representa entonces la relación positiva que se da entre la tasa de interés y el nivel de ingreso. En las siguientes gráficas puede ilustrarse el cambio que ocurre en la demanda de saldos reales en el mercado de dinero y la curva que representa la función LM, cuando el ingreso aumenta de  $Y_1$  a  $Y_2$ :



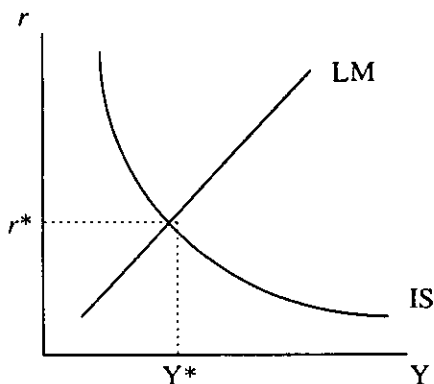
Dado un nivel fijo de ingresos que puede representarse por  $Y$ , si hubiere una contracción en la oferta de dinero entonces la curva de saldos reales de dinero se desplazaría hacia la izquierda y entonces esto se reflejaría también en la función LM, en donde también se desplazaría la función hacia la izquierda. Esto propiciaría un aumento en la tasa de interés. Gráficamente esto se representa así:



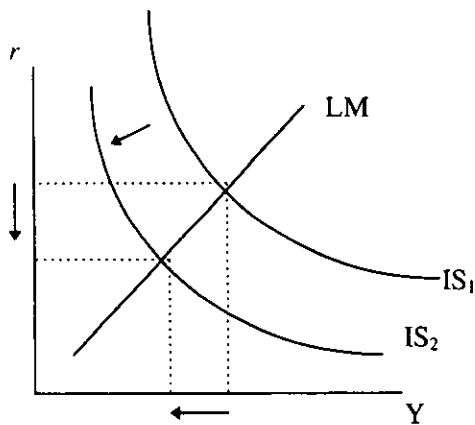
De esta manera en el equilibrio de corto plazo del modelo IS-LM, se presentarían las funciones que pueden ser representadas algebraicamente por las siguientes ecuaciones:

$$\begin{array}{ll}
 Y = C(Y-T) + I(r) + G & \text{IS} \\
 M/P = L(r, Y) & \text{LM}
 \end{array}$$

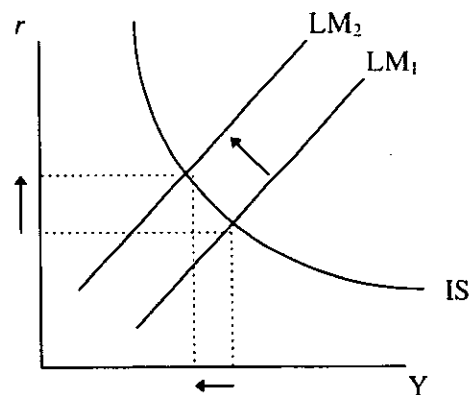
De acuerdo a este modelo la política fiscal representada por  $G$  y  $T$ , la política monetaria representada por  $M$  y el nivel de precios  $P$ , son consideradas como variables exógenas. Así la función  $IS$  representa las combinaciones de  $r$  y  $Y$  que satisfacen la ecuación que representa el mercado de bienes y servicios. En tanto la función  $LM$  presenta las combinaciones de  $r$  y  $Y$  que se realizan en el mercado de dinero. Al relacionarse ambas funciones, en la intersección se representa el equilibrio que se da de modo simultáneo entre el mercado de bienes y servicios, y el mercado de los saldos reales de dinero. Así, se tiene la representación gráfica siguiente:



Debe determinarse ahora cómo se vinculan estas funciones con la función de demanda agregada. En primer lugar debe establecerse que el modelo IS-LM representa cómo se constituye el ingreso nacional en el corto plazo. Debe resaltarse también que las variables exógenas tienen una gran influencia en las endógenas. Así, cambios en la política monetaria o fiscal habrán de tener una fuerte influencia en el desplazamiento de las funciones  $IS$  y  $LM$ . Asumiendo que los precios son fijos entonces en los siguientes ejemplos puede analizarse cómo afectan algunos cambios de estas políticas en dichas funciones:

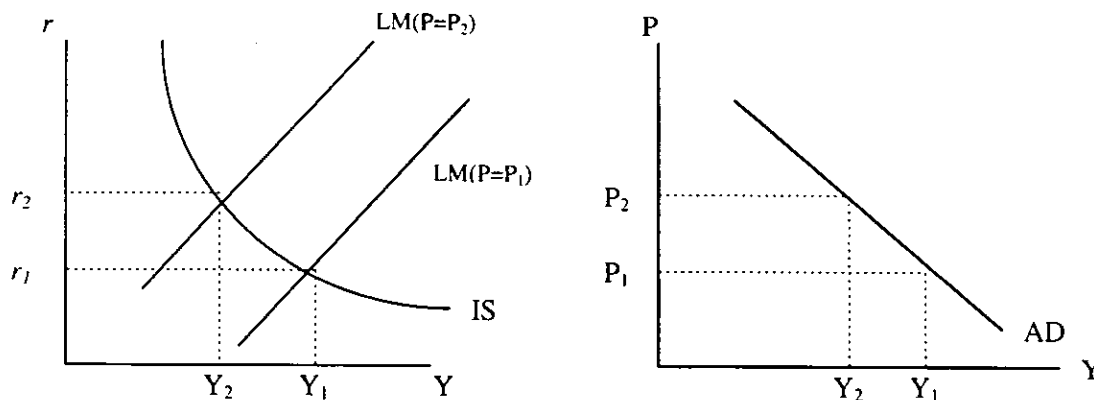


Si hay un aumento en la política fiscal y se aumentan los impuestos entonces disminuye el ingreso y también la tasa de interés.



Si la política monetaria restringe el circulante entonces caerá el nivel de ingreso y aumentará la tasa de interés.

Ahora bien, debe considerarse el nivel de precios pues es la otra variable exógena que también influye en el modelo IS-LM. Desde esta variable también se construye el vínculo con la demanda agregada pues ésta representa la relación negativa que se da entre el nivel de precios y el nivel de ingresos. Desde el modelo IS-LM puede comprenderse por qué la pendiente de la curva es negativa. Así, dado un nivel fijo de oferta monetaria  $M$ , un aumento del nivel de precios produce que disminuya la oferta de los saldos reales de dinero. Esto desplaza la curva LM hacia arriba produciendo un incremento en la tasa de interés y provocando la contracción del ingreso para mantenerse en el equilibrio. Esto puede representarse en la siguiente figura:

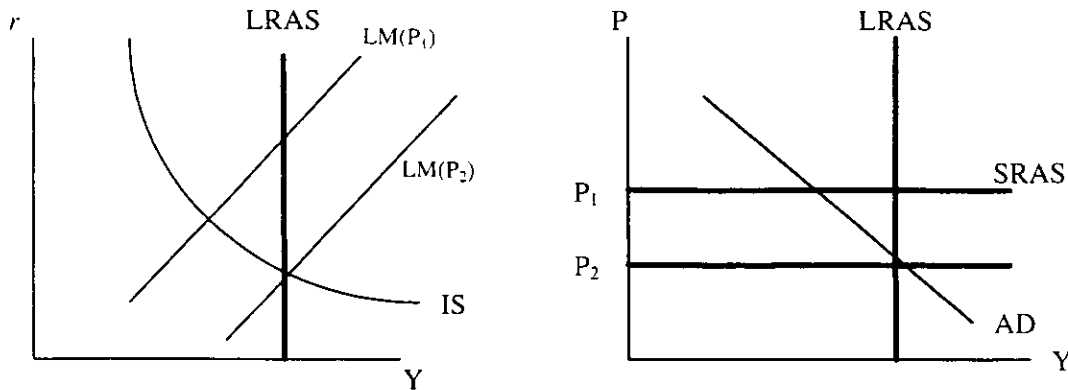


Por otra parte, cuando se mantiene un nivel de precios estable, los cambios en las funciones IS-LM provocarán desplazamientos en la curva de demanda agregada. De esta manera políticas fiscales o monetarias expansionistas harán que se desplace la función de demanda agregada hacia la derecha, aumentando el consumo.

El trabajo de Keynes y su representación en el modelo IS-LM fueron ampliamente aceptados por los economistas para explicar diferentes fenómenos económicos que se dan en el corto plazo. Es decir, son modelos que explican el comportamiento de la economía cuando se mantiene un nivel de precios. Sin embargo en el largo plazo se acepta la propuesta de los economistas clásicos sobre el nivel de equilibrio en un nivel natural de producción. Así, la diferencia clave entre Keynes y los clásicos acerca del ingreso nacional se encuentra en cómo son considerados los precios. Así, bajo el supuesto de Keynes de precios fijos se pueden representar los desequilibrios entre la demanda agregada y el nivel de producción natural de largo plazo.

En términos de las ecuaciones del modelo IS-LM hay tres variables relevantes para comprender las diferencias entre el modelo clásico y el keynesiano: el nivel de ingreso  $Y$ , los precios  $P$  y la tasa de interés  $r$ . Desde la perspectiva de Keynes se asume que los precios son fijos, es decir  $P = P_1$ . Así,  $r$  y  $Y$  deben ajustarse para satisfacer las ecuaciones IS y LM. En tanto para los clásicos la variable dada es el ingreso, así:  $Y = \bar{Y}$ , entonces deberán ajustarse  $r$  y  $P$  para satisfacer las ecuaciones. Así, en el equilibrio de corto plazo la oferta está dada por el nivel de precios y por ello la producción es afectada por los desplazamientos de las funciones IS y LM. En tanto para los clásicos  $Y$  está dado y por ello

las variaciones para llegar al equilibrio deben realizarse sobre la variable precios. En la siguiente gráfica se presentan tanto la postura clásica como la keynesiana:



Ahora debe señalarse cómo puede ser explicada la “Gran Depresión” desde la perspectiva de Keynes a través del modelo IS-LM.

Aunque aún hay fuertes debates sobre lo que ocurrió exactamente durante la “Gran Depresión”, pues aún desde la misma teoría keynesiana se pueden explicar los sucesos desde un enfoque monetario en el que habría un “shock” sobre la curva LM, o bien puede ser explicado por un “shock” sobre la curva IS<sup>5</sup>; el fenómeno se analizará desde este último enfoque.

La caída del ingreso al principio de los años treinta coincide con una caída en la tasa de interés, por esto podría considerarse que hubo una contracción en la función IS que propició su desplazamiento hacia la izquierda. Esto es explicado a partir de la hipótesis del gato, en ésta se afirma que la disminución del gasto en bienes y servicios se contrajo y propició la depresión. Desde esta hipótesis se puede apreciar la importancia de la demanda agregada para explicar la crisis. Ahora bien, hay diversas versiones acerca de qué produjo esta contracción en la demanda agregada.

Algunos consideran que fue la disminución en el nivel de consumo, es decir que el cambio en la proporción marginal a consumir, provocó la contracción en la curva IS. Probablemente la caída de la bolsa en 1929 tuvo influencia en este fenómeno pues la incertidumbre provocada habría generado una actitud de precaución en los consumidores quienes habían decidido guardar una proporción mayor de sus ingresos.

Por otra parte, la caída en las inversiones realizadas en la industria de la construcción que había tenido un gran auge por el “boom” de las residencias al principio de los años veinte, también podría explicar el colapso en el gasto y la precipitación en la demanda agregada. Es

<sup>5</sup> Esto es así por la relación que guardan ambas funciones de modo que el desplazamiento de una puede ser perfectamente compensado por un desplazamiento recíproco de la otra. De este modo la demanda agregada podría ser igualmente afectada por el movimiento de una u otra, si permanece igual todo lo demás.

probable que haya sido excesiva la construcción de casas y que al ya no ser tan demandadas se redujera drásticamente la inversión en ese rubro. La desaceleración en la inmigración al principio de los años treinta también podría haber contribuido a esto.

Después de que comenzó la Depresión otros factores se hicieron presentes para contribuir con la caída de la demanda agregada. Uno de ellos fue el cierre de numerosos bancos que hicieron que los inversionistas se abstuvieran de solicitar préstamos. También la política fiscal, que buscaba mantener un balance en el déficit público, contribuyó a la caída de la demanda al aumentar los impuestos en 1932 y al reducir drásticamente el gasto público.

Así, hay diferentes maneras de explicar el colapso de la demanda agregada que propiciaría la "Gran Depresión" de los años treinta. Probablemente todos los factores mencionados coincidieron en ese sentido que llevó a la contracción de la demanda.

Lo que es relevante señalar es que la teoría keinesiana no sólo explica el fenómeno de la Gran Depresión sino que es capaz de presentar asimismo formas para que la crisis pudiera ser superada. Por otra parte, no desacredita de modo tajante a la propuesta de los clásicos sino que el enfoque temporal del corto y el largo plazo hace que ambas teorías puedan ser conciliadas. Para esto desde luego se debe distinguir la eficiencia y coherencia de cada teoría dependiendo del lapso de tiempo supuesto para que sean comprendidos los diferentes fenómenos económicos.

Es crucial entonces que se entienda que en la complejidad del mundo económico las transformaciones a lo largo del tiempo hacen que las mismas variables sean entendidas desde diferentes categorías. Así, la aportación de Keynes a la teoría económica no sólo consiste en la presentación de un nuevo modelo sino que también permite que se pierda la ingenuidad de que el comportamiento de una variable económica, pueda ser plenamente entendido desde la caracterización homogénea de una sola teoría. Además, también se hace patente que los instrumentos teóricos son perfectibles y permiten de modo progresivo una mejor comprensión de los fenómenos. Pero esto de modo recíproco presenta la posibilidad de comprender a las mismas construcciones teóricas a partir de su poder explicativo al contrastarse con los mismos fenómenos.

Esta importante transformación teórica será explicada a continuación desde las teorías de Kuhn y de Piaget. De este modo también se establecerán las bases para poder considerar de modo comparativo estas teorías que explican las transformaciones revolucionarias en el conocimiento científico.

## 2. La explicación del cambio desde la teoría de Kuhn

En primer lugar se puede afirmar que la construcción del paradigma "clásico" parece ser un buen ejemplo para corroborar las ideas de Kuhn en cuanto al desarrollo de los conocimientos en un periodo de "ciencia normal". El avance permitió que se precisaran las ideas centrales y que se logaran incorporar varias explicaciones manteniendo coherencia y de acuerdo con un núcleo central de compromisos básicos. A pesar de que desde luego hubo algunas ideas que no coincidían totalmente con la línea teórica ortodoxa, como es el caso de algunas de las ideas desarrolladas por Pigou, y que serían retomadas por Keynes, sus efectos no tuvieron el impacto suficiente como para poder remover las tesis centrales de la doctrina "clásica".

De acuerdo con Kuhn, los cambios de paradigma se producen a partir de que una anomalía es lo suficientemente poderosa como para que se muestre, de modo evidente, que el paradigma dominante tiene fallas graves. En el caso de la transición del modelo de la economía "clásica" al keinesiano la "Gran Depresión" sirve muy bien como ejemplo de una anomalía que logra demostrar las insuficiencias del paradigma "clásico" y que lleva a un período de crisis a la ciencia económica. Un amplio grupo de economistas coincidía en la necesidad de una drástica transformación en la teoría para que se pudiera explicar y enfrentar el problema económico.

Así, en el momento en el que surge la teoría keinesiana ya se encontraban las condiciones propicias para que pronto se confrontara a la teoría clásica. Un claro indicio del surgimiento del nuevo paradigma y que desde luego será una fuente de rivalidad con el paradigma anterior será el cambio en la jerarquía de las dos variables agregadas fundamentales: la producción y el consumo. Para los clásicos el nivel de ingreso determinaba de modo automático el nivel de demanda en tanto que para Keynes esto ya no es así, ahora la demanda agregada y el nivel de consumo -como uno de sus principales componentes- son prioritarios y ya no se comportan de acuerdo a la teoría clásica.

Una vez planteada la rivalidad podría ser relativamente sencillo decidirse pronto por una teoría o por otra, sin embargo, y también de acuerdo con Kuhn, el mundo de los que defienden el paradigma clásico ya no es el mismo mundo que se muestra desde el nuevo paradigma de Keynes. Así, la transformación radical de diferentes conceptos hace patente el problema de la inconmensurabilidad entre el antiguo y el nuevo paradigma, de modo que el caso analizado parece, en primera instancia, dar toda la razón a las ideas de Kuhn al respecto. ¿Cómo puede ser analizado un paradigma desde el otro si el mundo y los conceptos que se utilizan para comprenderlo son tan distintos?

Un sencillo ejemplo de las radicales diferencias conceptuales que se dan entre el paradigma clásico y el keinesiano se encuentra en las variables que, de acuerdo a cada modelo, deberán de ajustarse para que se llegue al equilibrio. Se debe recordar que para los clásicos el nivel de ingreso  $Y$  está dado en el nivel natural de pleno empleo  $Y_n$ . De modo que los precios se ajustan para llegar al equilibrio, y esto puede ser representado aun desde el modelo IS-LM. En tanto que para los keynesianos lo que deberá ajustarse es el mismo nivel de ingreso  $Y$

puesto que los precios  $P$  están determinados  $P$ . Así, a pesar de que se busque superar la inconmensurabilidad al hacer que las ideas clásicas se reexpresen para el modelo IS-LM en términos keinesianos, se hace patente que hay una notoria diferencia entre la manera en que caracterizan los clásicos las distintas variables y la manera en que lo hacen los keinesianos.

Una noción más que cambia de modo muy significativo entre una teoría y otra es la de "la actitud de los trabajadores frente al empleo". De acuerdo a los clásicos los trabajadores se resisten a trabajar por un salario real inferior al que desean, de modo que se atribuye entonces que el desempleo es principalmente un fenómeno voluntario. Para Keynes esto ya no es así sino que existe el desempleo involuntario causado por la disminución de la oferta de empleo y no por la disminución en los salarios reales. La noción de dinero también es distinta pues desde los clásico éste se comprende simplemente como un instrumento de intercambio, en tanto que para Keynes también será un depósito de valor. Unido a esto también se altera la noción de tasa de interés y de inversión. Pero el cambio más radical consiste en identificar cuál es la función central del proceso económico: ¿la oferta? o ¿la demanda? Desde la visión clásica se responderá que la oferta y desde la keinesiana que la demanda. Pero quizá desde la misma teoría keinesiana esa pregunta para ser significativa deba agregar el aspecto temporal, pues el comportamiento económico es uno en el corto plazo y otro diferente en el largo plazo.

Visto de este modo podrían ser corroboradas las ideas de Kuhn pues efectivamente desde la teoría keinesiana parece que el mundo es diferente al que había sido concebido por los clásicos. Se da entonces de modo efectivo la elaboración de un nuevo mundo como resultado de la emergencia del nuevo paradigma. Sin embargo, quizá el matiz de la temporalidad permita al menos conciliar ambas teorías. Más adelante se volverá sobre este punto.

Por otra parte de acuerdo para Kuhn la rivalidad no se da entre paradigmas sino entre grupos que defienden los distintos paradigmas. Esto también se cumple en el caso de las ideas "clásicas" y las keynesianas. Aunque no haya sido desarrollado en la exposición de las teorías (por tratarse principalmente de acontecimientos posteriores a la propia emergencia de la teoría keinesiana) debe mencionarse por ejemplo que la conducta de la escuela de economía de la universidad de Chicago muestra una clara postura a favor del pensamiento "clásico" y se muestra como antagónica a las ideas keynesianas. De este manera también la teoría de Kuhn acierta en explicar la rivalidad entre los grupos de investigadores.

En primera instancia la teoría de Kuhn parece construir un buen modelo para explicar el cambio científico. Al menos muchos de los acontecimientos que ocurren en el cambio del paradigma "clásico" al keinesiano son explicados desde las ideas de Kuhn. Sin embargo, hay algunos elementos que quedan aún fuera de la comprensión de la teoría. Algunos de estos son los posibles vínculos entre una teoría y otra desde la perspectiva del surgimiento de una a partir de la otra y también desde una posible concordancia de la teoría anterior a partir de la nueva. Esto puede ser explicado desde la teoría de la equilibración de Piaget, como se verá a continuación.

### 3. La explicación del cambio desde la epistemología genética

Desde la teoría de la equilibración de Piaget la transformación entre la teoría clásica y la keinesiana puede ser comprendida en términos de un significativo progreso. Este progreso estaría vinculado, por una parte, a las posibilidades abiertas por la teoría clásica y, por otra parte, a la perturbación que ésta padece por consecuencia de la "Gran Depresión". En términos de los procesos comunes que de acuerdo a Piaget se presentan en toda transformación del conocimiento, es posible identificar las constantes funcionales de la asimilación y la acomodación, la estructura epistémica desde las cuales éstas actúan y también la perturbación que propicia el desequilibrio y la reequilibración de dicha estructura epistémica.

Puede entonces considerarse, en principio, que la estructura conceptual de la teoría "clásica" funcionaba de manera "eficiente" para explicar los fenómenos económicos y además era sustentada en sólidas bases teóricas. Pero en el momento de la "Gran Depresión" el poder explicativo de la teoría se ve seriamente afectado de modo que entra en una crisis. La respuesta de Keynes a la crisis es la elaboración de una "nueva" teoría en la que se realizan importantes transformaciones a nociones básicas de los "clásicos" y se consigue con ello recuperar la eficiencia y el poder explicativo. Esto entonces puede ser comprendido desde la teoría de la equilibración: inicialmente el sistema epistémico funciona a partir de la estructura teórica de los "clásicos" y es capaz de asimilar la mayoría de las realidades económicas, posteriormente surge una fuerte perturbación que no puede ser asimilada (la "Gran Depresión") y esto obliga al sistema a revisar sus esquemas para tratar de superar la perturbación, la manera en que se busca el equilibrio a través de las regulaciones y las compensaciones del sistema provocan una equilibración maximizadora pues se construye una nueva estructura que incorpora a la anterior a modo de subsistema. A continuación deberá caracterizarse con más detalle cada una de estas etapas para comprender así la transición de la teoría clásica a la keinesiana.

De acuerdo a Piaget se deben distinguir los instrumentos, los procesos y los mecanismos de conjunto que llevan de un estadio o estructura de conocimiento a la siguiente. Los instrumentos se encuentran ligados a las constantes funcionales de la asimilación y la acomodación y consisten en abstracciones (tanto empíricas, como reflexivas) y generalizaciones, de este modo cuando por medio de la abstracción o la generalización se vinculan fenómenos originalmente disociados y se echan a andar diversos procesos de entre los cuales destaca la búsqueda de razones. Pero además debe identificarse que los instrumentos y los procesos son guiados por los mecanismos de conjunto que los guían, estos son: a) el pasaje del intra, al inter y al trans, y b) el mecanismo general de la equilibración.

Conviene realizar una revisión en sentido inverso de estos conceptos con el fin de ir del más importante y general a los que se le subordinan y tienen entonces funciones particulares. Es entonces la equilibración el mecanismo que se encuentra presente de modo más general, pues siempre se establecen desde él las coordinaciones entre los esquemas de asimilación y



su acomodación a los objetos. Así, la conducta que se guarda desde la estructura epistémica comienza desde la más inmediata coordinación local en el *intra* y de ahí se pasará al *inter* y al *trans*. Y de modo particular en cada uno de esos niveles se desarrollan las abstracciones y las generalizaciones como instrumentos que habrán de dar lugar a los procesos. En el siguiente esquema se presentan estas relaciones jerárquicas:

MECANISMOS DE CONJUNTO	EQUILIBRACIÓN		
	<i>Intra-</i>	<i>Inter-</i>	<i>Trans-</i>
INSTRUMENTOS	Abstracción Generalización	Abstracción Generalización	Abstracción Generalización
PROCESOS	Búsqueda de razones (para explicar abstracciones y generalizaciones) Integración y diferenciación Tematización Prolongar abstracción reflexiva	Búsqueda de razones (para explicar abstracciones y generalizaciones) Integración y diferenciación Tematización Prolongar abstracción reflexiva	Búsqueda de razones (para explicar abstracciones y generalizaciones) Integración y diferenciación Tematización Prolongar abstracción reflexiva

Una vez expuesto este esquema conviene revisar nuevamente lo que sucedió en el avance de la teoría clásica a la keynesiana.

En la teoría "clásica" los procesos económicos son explicados desde conceptos que parecen tener un sentido propio y permanente a pesar de sus posibles relaciones con el resto de las variables económicas. Por ejemplo, la oferta necesariamente habrá de generar su propia demanda pues desde una perspectiva formal (matemática) esto es lo coherente. El dinero tiene como único objeto ser un instrumento de intercambio. Los trabajadores consideran sus ingresos en términos de salarios reales, pues también es lo racional, etc. De este modo la unilateralidad de los conceptos permite caracterizarlos en un nivel *Intra-*; es decir los objetos y eventos tienen propiedades que se explican de modo local y particular. De esta manera la coherencia interna con la que se presentan los conceptos le da una importante solidez a la teoría en su conjunto.

Pero una vez que se presenta la crisis entonces es necesario revisar cada concepto y buscar vínculos mucho más dinámicos y significativos entre ellos. Debe comprenderse de modo más preciso cómo se determina cada uno en función de los demás. Así, no se trata de despojar totalmente del significado original a cada concepto sino de enriquecerlo a partir de nuevas relaciones. Se va a construir entonces un nuevo nivel que se caracteriza por nuevas vinculaciones que darán más propiedades a los conceptos y al dejar por ello su definición local, ese nivel puede caracterizarse como *inter-*.

De este modo, por ejemplo, en el concepto de dinero se mantendrá su definición como instrumento de intercambio, pero ahora también se le considerará un depósito de valor y surgirá entonces la teoría de la preferencia por la liquidez. El surgimiento de esta teoría parece ser el resultado de los proceso de búsqueda de razones y de integración y

diferenciación. Estos procesos a su vez se derivan directamente de la abstracción y generalización realizada para explicar el comportamiento de la gente que buscó preservar dinero de "forma líquida", previniéndose de los tiempos difíciles que se esperaban desde la caída de la bolsa en 1929. Esto repercute directamente en el concepto de la tasa de interés real, pues ahora ésta se define como el costo de oportunidad por mantener dinero en efectivo. Además, en relación con el nuevo concepto de tasa de interés, también se transforma la noción de inversión, pues a ella también se añadirá la expectativa que tengan los inversionistas sobre la *eficiencia marginal del capital*.

Por otra parte, también el concepto de oferta ya no será considerado de modo unilateral para explicar la conducta de toda la economía desde su particular definición. Nuevamente a pesar de solidez teórica ya no puede verse en un sólo sentido el flujo de la economía. Debe confrontarse y transformarse la teoría económica a los sucesos reales, es decir, adecuarse a lo que señalan los acontecimientos. Esto en términos de Piaget sería "acomodar" el esquema de asimilación para que con él se logre una adecuada coordinación entre el sistema epistémico del sujeto y los objetos. Por ello, ahora la demanda agregada no se subordina a la oferta sino que tiene un nuevo papel crucial. Para mostrar su función, Keynes asume la importancia que tienen las expectativas de las personas para consumir utilizando una determinada parte de sus ingresos. Nuevamente hay integración y diferenciación para explicar de modo coherente, pero desde una perspectiva más amplia, los vínculos entre el ingreso y el consumo. Surge así la teoría del equilibrio en la economía sólo cuando el ingreso  $Y$  es igual al gasto planeado  $E$ , se pueden comprender así los desequilibrios cuando hay excesos en la oferta y se acumulan los inventarios, o excesos en la demanda y los inventarios se consumen más rápido. Para que esta parte de la teoría keynesiana funcione se cambia el mínimo papel instrumental que los precios tenían en el modelo "clásico" y ahora estos tienen una nueva significación para esta teoría. Los precios ya no se ajustan de modo inmediato para equilibrar el nivel de producción sino que ahora son fijos. Con precios fijos deberá transformarse la producción, es decir el ingreso habrá de modificarse para llegar al equilibrio. Esta transformación en el concepto de los precios, ilustra claramente un proceso de tematización, pues el concepto ya no tiene el mero papel instrumental anterior sino que adquiere una importancia central que se comprende sólo desde la nueva teoría.

Por su parte las políticas monetaria y fiscal también asumen un nuevo papel en los niveles agregados de la economía. La base monetaria tendrá un efecto directo sobre los saldos reales y de acuerdo a la demanda de dinero líquido, también se reflejará esta política en la tasa de interés. La política tributaria afecta las funciones de consumo de los particulares y el monto del gasto público también repercutirá de modo significativo en el nivel de demanda agregada. De este modo la interdefinibilidad de los procesos económicos caracteriza a la visión de Keynes, quién con su teoría también pondrá en relieve la importancia de comprender en el corto plazo el comportamiento de las variables económicas.

Quizá en el modelo IS-LM se encuentre la mejor síntesis para comprender los vínculos entre las diferentes variables económicas de acuerdo a la teoría keynesiana. En este modelo el juego de las variables consideradas como endógenas o exógenas manifiestan la interrelación de las diversas funciones que determinan la conducta de los grandes agregados

económicos que son el ingreso y la demanda. También en este modelo se hace aun más evidente el nivel *trans* que alcanza la teoría económica por el trabajo desde la teoría keynesiana.

Pero si bien pueden comprenderse varias de las transformaciones conceptuales de la economía clásica a la keinesiana en función de ese cambio de nivel del *intra-* al *inter-*, es factible también reconocer que sobre estos niveles se produce una síntesis más que sería propia del nivel *trans*. Esta síntesis se logra a partir de la introducción de una visión más amplia de los fenómenos económicos, que pueden ahora pueden ser asimilados desde una perspectiva intertemporal. De este modo no se abandona totalmente a la teoría clásica sino que se introduce como un subconjunto de una teoría más amplia, pues con las distinciones propias del corto y el largo plazo pueden hacerse compatibles ambas teorías. En el corto plazo los precios son fijos y entonces la economía se comporta de acuerdo a las ideas desarrolladas por Keynes. En el largo plazo el nivel de producción está determinado, según a la teoría clásica y así, con algunos matices, la economía se conduce de acuerdo a esta teoría.

Ciertamente la reelaboración teórica realizada desde Keynes a partido de las posibilidades abiertas por los “clásicos” y al final de la jornada esa misma teoría se ha reincorporado, con algunos matices a la nueva teoría. De este modo la transformación del conocimiento entre una teoría y otra no ha sido tan dramáticamente violenta ni tampoco ha generado un nuevo conocimiento que sea del todo incompatible con el anterior.

Por lo aquí expuesto, parece entonces que la teoría de la equilibración de Piaget permite una buena aproximación para explicar el proceso de transformación que se realiza en el conocimiento económico al pasar de una teoría a otra. Al menos logra explicar por qué a pesar de que la estructura epistémica de una teoría es disímil de la otra, pueden comprenderse nexos y finalmente la vinculación que se da entre ambas en un nuevo nivel.

Debe analizarse entonces qué ventajas o desventajas puede tener la teoría de Piaget con respecto a la de Kuhn para explicar la transformación de conocimiento y dejar así lugar para discutir si la obra piagetiana puede tener alguna relevancia para la filosofía de la ciencia.

#### **4. Reflexión comparativa entre el modelo de Kuhn y el de Piaget**

Al presentar el caso del cambio de “paradigma” entre la economía clásica y la keinesiana se han sentado las posibilidades para considerar las teorías epistemológicas de Kuhn y Piaget, y con ello realizar una comparación crítica entre las posibilidades explicativas de un modelo y otro. El vínculo en principio parece desigual pues en términos populares sería reunir a un destacado filósofo de la ciencia con un psicólogo de niños. Sin embargo, por lo ya expuesto se ha presentado una personalidad diferente en Piaget y se ha matizado el carácter epistemológico de sus investigaciones. Ahora bien esto no cambia la diferencia que popularmente guardaría uno con respecto a otro, por ello es importante valorar ambas teorías de modo conjunto.

Kuhn ha logrado mostrar cómo se establecen algunas de las rupturas epistemológicas en las tradiciones de construcción del conocimiento científico. Revalorizando el lugar de la historia ha mostrado la importancia de analizar desde ella cómo se producen en general las revoluciones científicas, que llevan de una manera de ver al mundo a otra distinta, es decir de un paradigma a otro. Al aplicar las más importantes ideas de Kuhn para explicar el caso presentado, se ha podido comprender mejor la radicalidad del cambio de un paradigma a otro, pues en cierto sentido el mundo después del surgimiento de la teoría de Keynes parece ser otro. La manera en que se gestó la necesidad del cambio al presentarse una anomalía también hace comprensible la necesidad del cambio de paradigma. La importancia de las escuelas que defienden uno u otro paradigma también es una tesis de Kuhn que explica bastante sobre los cambios. Sin embargo, la transición de una teoría a otra no es finalmente tan absolutamente radical y tampoco se termina sin un vínculo entre ambas, pues aun en el modelo IS-LM se da lugar a la teoría "clásica" para explicar el comportamiento económico de largo plazo. Así, a pesar de sus virtudes, la teoría de Kuhn parece tener serios problemas para poder ser aplicada cabalmente, al menos para explicar este caso concreto.

Por su parte, la teoría de la equilibración de Piaget parece hilar más finamente al presentar otros criterios que sirven para explicar la transición entre la economía clásica y la keynesiana. En primer lugar se parte de la certeza de que la nueva teoría no surge de modo completamente aparte de la teoría precedente. Así, la posibilidad de detectar la anomalía, en términos de Piaget: la perturbación, se consigue desde la teoría clásica, pero además ésta será muy relevante pues desde ella se habrá de elaborar la nueva teoría. Se presentan entonces los mecanismos generales que Piaget ha identificado en las transformaciones más significativas del conocimiento y que se han identificado de modo regular en todo avance de una estructura epistémica a la siguiente. Así, la teoría de la equilibración explica con mayor precisión cómo se realizan las nuevas construcciones teóricas del modelo de Keynes, que llevan a una mejor articulación de la teoría con los fenómenos explicados por la misma. No hay entonces una ruptura tan radical sino un significativo avance que tampoco es totalmente aleatorio sino que sigue determinados principios racionales que son compatibles con las ideas del avance teórico de un nivel a otro, y cabalmente explicados por la equilibración.

Pero también deben notarse algunas coincidencias importantes entre el pensamiento de Kuhn y el de Piaget. Por ejemplo ambos dan una gran importancia al estudio de la historia de la ciencia para comprender cómo han sido efectivamente los cambios entre una teoría científica y otra. Sus trabajos son así convergentes en algunos puntos importantes, como el lugar que tiene la anomalía para desencadenar un proceso de revisión y creación de un nuevo paradigma desde Kuhn, o la búsqueda de un nuevo equilibrio que provoca la equilibración de acuerdo con Piaget. Desde luego el trabajo epistemológico de Piaget no se ha centrado únicamente en el análisis de la historia de la ciencia y es quizá más por su experiencia, en sus trabajos psicogenéticos, que logra articular de manera exitosa su teoría de la equilibración para explicar el cambio en el conocimiento científico. A partir de estas ideas se debe realizar una reflexión acerca de la posibilidad de identificar la labor epistemológica de Piaget como una auténtica filosofía de la ciencia.

IV. LA EPISTEMOLOGÍA GENÉTICA COMO FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Jean Piaget consagró su vida a una empresa de un completo valor filosófico pues se dedicó a construir una teoría del conocimiento que solucionara algunos de los más añejos problemas que dieron lugar a las posturas más radicales e irreconciliables, caracterizadas en los múltiples idealismos y empirismos. Sin embargo la metodología para realizar su trabajo fue claramente científica, y por ello siempre caracterizada o por el rigor de la disciplina lógica que siguió férreamente, o por la verificación empírica de sus hipótesis. Así, él, constantemente, a lo largo de sus investigaciones, discutió con las diversas tradiciones filosóficas que han pretendido dar una solución al problema del conocimiento; y asumió como interlocutores a grandes filósofos del pasado como Platón, Aristóteles, Descartes, Kant y Hegel; y también a otros filósofos contemporáneos suyos, particularmente los neopositivistas del Círculo de Viena. Pero su discusión la hizo solo. Piaget mismo deseaba que se entendiera a su labor como comprometida con la construcción de un conocimiento científico y no especulativo. Por ello, se marginó de la tradición filosófica que rechaza una metodología científica. Ante esta postura ¿cómo se podría pretender la integración de su trabajo como una filosofía de la ciencia?

La respuesta no es tan simple. En primer lugar, debe comprenderse bien, lo que ya se ha mencionado, que el proyecto de Piaget es la construcción de una epistemología y que a dicho proyecto se subordinan el resto de sus trabajos. De este modo debe quitársele el título de “psicólogo de niños” para ahora entenderlo desde una nueva perspectiva. Es incuestionable que Piaget dedicó la mayor parte de su vida a realizar investigaciones psicogenéticas pero éstas no tenían un valor en sí mismas sino sólo como parte del proyecto de la epistemología genética. No era lo substancial saber cómo actúan los sujetos psicológicos concretos, aunque los estudios han permitido grandes avances en este sentido, sino desentrañar los principios más generales y comunes a la elaboración de todo conocimiento, esa es la motivación, se trata de construir una epistemología científica. Así, detrás de cada observación clínica particular está el impulso de comprender cómo se forma una determinada noción o cuáles estructuras lógicas guían una determinada estrategia epistémica. Por esto, para encontrar un posible vínculo entre la obra de Piaget y la filosofía de la ciencia debe entenderse primero que el proyecto piagetiano es decididamente de carácter epistemológico.

Por otra parte, la epistemología genética es una empresa capaz de discernir, paralelamente, la complejidad de la realidad y las particularidades de los objetos de conocimiento. Por ello se lleva a cabo la integración de equipos interdisciplinarios para conocer esos mecanismos comunes para la adquisición de todo conocimiento y al mismo tiempo resolver los problemas acerca de cómo se van construyendo las nociones básicas de cada ciencia. La coordinación exitosa de esos equipos ha permitido que la empresa epistemológica no solo consiga aclarar la formación de un determinado concepto, sino que se contribuya aún a solucionar problemas epistemológicos en el interior mismo de las diversas ciencias. Además se han sentado los criterios que permiten una sana vinculación entre distintos especialistas para abordar problemas que no son sólo particulares de su disciplina; sino que se vinculan con otras ciencias, pues la realidad no se puede dividir en fragmentos. De este

modo las aportaciones de la epistemología genética para orientar trabajos disciplinarios que entrañan algún problema de carácter epistemológico ha sido también muy significativa.

Ahora bien, en el terreno de la filosofía de la ciencia se han comenzado a realizar nuevos vínculos con especialistas de distintas áreas. Al parecer en la investigación filosófica sobre la ciencia han retomado un nuevo valor las aproximaciones formales y también la experimentación, o al menos la consideración de experimentos de carácter computacional. Hay también programas de estudios de postgrado en los que se busca de un modo particular la aproximación a las diversas ciencias y surgen así nuevos estudios especiales de filosofía de las ciencias sociales y de las ciencias naturales<sup>6</sup>. Esto al menos puede ser considerado como un cambio positivo de la tradición filosófica y que quizá pueda contribuir a una nueva revisión crítica del trabajo piagetiano.

Ahora bien, en un tiempo en el que abundan opiniones sin fundamento, los filósofos de la ciencia emprenden la labor de desentrañar cómo se construyen y se transforman aquellos conocimientos que aun pretenden crearse con el rigor y la fuerza que sólo el supuesto de la verdad hace posible. Bajo ese supuesto es que también se ha desarrollado la teoría piagetiana y también desde él puede ser revisada y comprendida como una filosofía de la ciencia.

Finalmente, desde la relación que se ha establecido entre el trabajo de Kuhn y Piaget puede ser muy valioso que se recupere ahora a la epistemología genética como una filosofía de la ciencia, ya que también podrá señalar nuevos rumbos para analizar y comprender las transformaciones teóricas que se han presentado en otras disciplinas por el constante avance del conocimiento científico, conocimiento que siempre es perfectible.

Por el supuesto central de la perfectibilidad incesante del conocimiento que también es característico de la teoría de Piaget, en el siguiente capítulo se realizará una revisión sobre la manera de comprender algunas de las estrategias epistémicas de los sujetos a partir de algunos avances en las lógicas no-clásicas.

---

<sup>6</sup> A pesar de que sea considerado como un signo positivo para que ahora se revalore el trabajo de Piaget, debe señalarse que, de acuerdo a algunos piagetianos, una división entre ciencias naturales y sociales que se realiza asumiendo una metodología particular en cada campo, resulta ser arbitraria y sin sentido (Cfr. Gil97).

## RAZONAMIENTO FALIBLE: LÓGICA NO-MONOTÓNICA Y EQUILIBRACIÓN

...ninguna forma de pensamiento es capaz de abarcar simultáneamente, en un todo coherente, la totalidad de lo real ni del universo de discurso. J. Piaget

Al revisar paralelamente a la noción de equilibración y la construcción de los aspectos más importantes de la teoría piagetiana, se han puesto en evidencia las bases lógicas utilizadas en la labor epistemológica de Piaget. Por otra parte se ha manifestado, como una clara conclusión de la teoría, que todo conocimiento es sujeto de revisión en tanto el avance constante de los instrumentos a partir de los cuales es adquirido permite nuevas coordinaciones y con ellas se hacen presentes nuevas propiedades o características que, o bien confirman lo ya alcanzado, o bien propician sus correcciones. Ahora bien, es aplicable esta misma regla a la teoría epistemológica que se ha presentado, ya que el avance de las lógicas no-clásicas permite hacer algunas revisiones sobre ella.

Si bien sería importante atender cualquier avance en el terreno de la lógica por la primacía que ésta tiene en la teoría piagetiana, se hace indispensable considerar las lógicas no-clásicas que se han desarrollado para modelar el razonamiento falible. La razón de esto es clara al recordar que una de las motivaciones que dan lugar a la epistemología piagetiana es buscar la causa de los errores sistemáticos de los niños ante algunas pruebas de inteligencia y su posterior corrección ante las sugerencias de revisión o de consideración de nueva información. De este modo, la intuición de Piaget respecto al razonamiento falible, fue que los sujetos seguían un sistema "coherente" desde su nivel de desarrollo cognoscitivo que hacía que cometieran determinados errores—incluso sistemáticos—en algún momento y posteriormente los corrigieran. Así, Piaget desarrolló la construcción de su teoría epistemológica, como se ha revisado, asumiendo que existía racionalidad en la repetición de los errores y en la superación de los mismos. Pero para explicar esta racionalidad Piaget utilizó como uno de sus instrumentos fundamentales a la lógica clásica que no tiene las estructuras necesarias para atender formalmente el problema de la falibilidad del pensamiento. Así, como se analizó en el capítulo tercero, Piaget afirma que los principales problemas de los sujetos para resolver alguna cuestión se deben a que carecen de la estructura lógica del cálculo proposicional y a las limitaciones de las estructuras utilizadas, por lo que ahora es pertinente preguntar: ¿es posible que los sujetos, en los distintos estadios, actúen racionalmente siguiendo estrategias epistémicas que puedan comprenderse desde *otros* esquemas lógicos? Esta es la principal cuestión que busca resolverse en el presente capítulo. Por esto es necesario hacer algunas revisiones de la teoría epistemológica que fue desarrollada para explicar la construcción del conocimiento atendiendo a su falibilidad, desde algunas lógicas que se han desarrollado para modelar el razonamiento falible.

En tanto la corrección es fundamental para el modelo piagetiano, en primer lugar se presentan algunas consideraciones que se han elaborado para explicar el cambio de creencias desde ciertos principios de racionalidad. Esto propicia que se establezcan algunas pautas para construir un modelo formal de la equilibración que permita señalar la dinámica transformación del sistema epistémico de un sujeto por su constante revisión ante la

falibilidad. Así, siguiendo a Gärdenfors se presentarán los postulados AGM para la revisión de creencias en la primera parte de la sección I, que se dedica a las características generales del modelo. En torno de estos postulados se busca la articulación de aquellos elementos que permitan expresar formalmente a la asimilación y a la acomodación como las invariantes funcionales en todo proceso de transformación del conocimiento. Esto implica que el esquema propuesto para explicar el funcionamiento de la estructura epistémica (sección II) habrá de mantenerse a pesar de los cambios en la misma estructura. Aún los cambios más significativos de la estructura podrían expresarse como una transformación radical de aquellas creencias más "sólidamente atrincheradas", que ceden su lugar a nuevas creencias y llevan al sistema a un nuevo estadio. Esta transformación sería un tipo de equilibración maximizadora, misma que no será ejemplificada. Pero habrá de presentarse este mismo esquema en tres estadios distintos y en cada uno de ellos habrán de mostrarse diferentes estrategias epistémicas que indican algunos de los profundos cambios que ha tenido la estructura epistémica del sujeto a pesar de mantener sus constantes funcionales.

Para poder mostrar cabalmente algunos de esos profundos cambios que tiene la estructura epistémica de un sujeto, en la segunda parte de la sección I, se realizará una presentación sucinta de tres tipos de lógicas: circunscripción, abducción y default; éstas servirán para explicar formalmente algunas de las estrategias epistémicas que utilizan los sujetos en tres estadios distintos: el preoperatorio, el de las operaciones concretas y el de las operaciones formales, respectivamente<sup>1</sup>. En tanto en el estadio preoperatorio la ausencia de reversibilidad propicia que los sujetos centren su atención prioritariamente en los puntos de inicio o de término de los fenómenos que asimilan, el esquema de circunscripción sirve para explicar el supuesto del cambio mínimo, implícito en estas conductas. Por otra parte los sujetos, cuando acceden al estadio de las operaciones concretas, subordinarán su pensamiento a las posibilidades de manipulación de los objetos de su entorno y corregirán constantemente su pensamiento a partir de sus observaciones, construyendo así nuevas explicaciones, por ello el razonamiento abductivo permite definir algunas de las características de su comportamiento en este estadio. Finalmente, cuando el sujeto se encuentra en el estadio de las operaciones formales habrá de someter sus juicios a una continua constatación y mostrará la precaución de aceptar como consistentes sus explicaciones en tanto sean congruentes con la información disponible. Esto implica que ha comprendido que la realidad es una entre muchas posibles y también que si algo se prueba como necesario deberá de ser vigente en cualquier actualización de aquellas realidades posibles. Aquí la lógica default será útil para comprender esas estrategias.

En la segunda sección se presenta una caracterización del funcionamiento de la estructura epistémica. En él se integran todos los elementos que se consideran relevantes para construir un modelo de la equilibración.

---

<sup>1</sup> No se pretende establecer una relación particular entre un tipo de lógica y el estadio en que se presenta, no se puede asumir una postura semejante pues, por ejemplo, la formalización que se hace en el estadio preoperatorio utilizando el esquema de circunscripción, podría ser sustituida por otra utilizando el esquema del razonamiento *Default*.



En la tercera sección se presentan los ejemplos concretos de situaciones características de los tres diferentes estadios que sirven para ejemplificar formalmente las estrategias epistémicas que habrán de ser comprendidas desde las lógicas revisadas en la primera sección y esos ejemplos servirán también para ilustrar el funcionamiento de la estructura epistémica del sujeto.

Por último, en la cuarta sección se hace una breve revisión crítica del modelo presentado y de las posibles líneas de investigación que pueden ser desarrolladas a partir de este vínculo entre las investigaciones psicogenéticas y las lógicas no-monotónicas.

## I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MODELO

### 1. Los postulados AGM para la revisión de creencias

Los estudios sobre el cambio racional de creencias (*Belief Revision*) realizados por Gärdenfors [Gär88], serán considerados como el marco general para la elaboración del modelo que se presenta en este capítulo. Una razón fundamental para esto es que a partir de esta teoría se han formulado las bases para considerar tanto los cambios que suceden en el estado epistémico de un sujeto debidos a transformaciones "internas" es decir por aumento, disminución o revisión de sus proposiciones iniciales, así como aquellos cambios que se producen en las proposiciones al actualizar los datos de los estados de cosas en el mundo. De esta manera el proceso de interacción sujeto-objeto puede ser modelado con mayor precisión. Pero también es muy importante que esos cambios en los estados epistémicos siguen principios de racionalidad, es decir no son arbitrarios sino que buscan mantener la coherencia interna del sistema. Esto se vincula estrechamente con la conducta de la estructura epistémica del sujeto, tal como ha sido presentada en la teoría piagetiana, pues ésta siempre busca la preservación de su efectividad y una manera de mantenerla es el proceso de la equilibración. Tal como se ha revisado la equilibración también busca preservar la coherencia de la estructura epistémica del sujeto, desde la "racionalidad" que le es propia al nivel de su desarrollo cognoscitivo.

El modelo de Gärdenfors parte de considerar el estado epistémico de un sujeto como el conjunto de todas las proposiciones que el sujeto posee y que constituyen sus creencias sobre el mundo que le rodea. Considerando que  $K$  es el conjunto de creencias del sujeto y que  $\phi$  es algún enunciado, se presentan tres posibles actitudes del sujeto frente a dicho enunciado: aceptación, rechazo o indeterminación. Esta última implica que dentro de  $K$  no se encuentra ni la aceptación ni el rechazo de  $\phi$  y esto da la posibilidad de que se expanda el conjunto de creencias con cualquiera de ellas. Así se tiene a la *expansión* como una primera función que puede modificar el estado de creencias del sujeto; ésta consiste en añadir algún enunciado nuevo a un conjunto de creencias. Si originalmente se encontrara en  $K$  la aceptación o la negación de  $\phi$ , entonces podría presentarse la posibilidad de sustraer el enunciado de ese estado epistémico. Esto sería modificar el estado original mediante la función de *contracción* del sistema de creencias. Por último, también podría cambiarse el estado  $K$  si en él originalmente estuviera  $\phi$  por su negación o viceversa. Esta es la función de revisión que significa el cambio de un enunciado por su inverso, manteniendo la consistencia del sistema.

Para aclarar más estos conceptos es conveniente ejemplificarlos. En cuanto a la expansión puede señalarse el caso de un sujeto que incorpora la información de la sonoridad de un determinado objeto en el momento de ser sacudido. En este caso el conjunto de creencias aumenta al formularse un nuevo enunciado como: "La muñeca ríe". También es posible que un sujeto realice la contracción de su conjunto de creencias cuando elimina un enunciado, como cuando simplemente se olvida algún conocimiento. Al realizar una revisión el sujeto sustituye una oración por su inverso como cuando comprueba que se cumple el inverso de una hipótesis que había hecho sobre el resultado de un experimento,

por ejemplo: “Todos los objetos pesados se hunden en el agua” por “No todos los objetos pesados se hunden en el agua”.

Gärdenfors junto con Alchourrón y Makinson realizaron los postulados básicos para la revisión de creencias, de ahí que se conozcan como los postulados AGM. Junto con los ocho postulados básicos de revisión, Gärdenfors (Gär88, Cap. 3) expone otros postulados para las funciones de expansión y contracción. Es importante señalar que las condiciones de racionalidad que guían los cambios se caracterizan de un modo ideal desde los postulados. Es decir, los postulados presentan un modelo ideal de cómo podrían darse las revisiones, las contracciones y las expansiones en una estructura epistémica determinada; no es que siempre y necesariamente en la realidad de los procesos que ocurren en un sujeto se cumplan todos y cada uno. Además debe advertirse que sobre los postulados del modelo original se han presentado ya, tanto revisiones como críticas a los mismos, y así se ha señalado la posibilidad de que sean completados con postulados adicionales (como los de actualización). El mismo Gärdenfors presenta algunos más en un trabajo de 1995 (Gär95). Sin embargo para los propósitos del presente capítulo será suficiente considerar los postulados que a continuación se presentan de forma esquemática:

Expansión	Revisión	Contracción
$(K^+_1)$ $K^+_A$ es un conjunto de creencias.	$(K^*_1)$ $K^*_A$ es un conjunto de creencias.	$(K^-_1)$ $K^-_A$ es un conjunto de creencias.
$(K^+_2)$ $A \in K^+_A$	$(K^*_2)$ $A \in K^*_A$	$(K^-_2)$ $K^-_A \subseteq K$
$(K^+_3)$ $K \subseteq K^+_A$	$(K^*_3)$ $K^*_A \subseteq K^+_A$	$(K^-_3)$ Si $A \notin K$ entonces $K^-_A = K$
$(K^+_4)$ Si $A \in K$ entonces $K^+_A = K$	$(K^*_4)$ Si $\neg A \notin K$ entonces $K^*_A \subseteq K^*_A$	$(K^-_4)$ Si no $\vdash A$ entonces $A \notin K^-_A$
$(K^+_5)$ Si $K \subseteq H$ entonces $K^+_A \subseteq H^+_A$	$(K^*_5)$ $K^*_A = K \perp$ Si y sólo si $\vdash \neg A$	$(K^-_5)$ Si $A \in K$ entonces $K \subseteq (K^-_A)^+_A$
$(K^+_6)$ Para todos los conjuntos de creencias $K$ y todos los enunciados $A$ . $K^+_A$ es el más pequeño conjunto que satisface $(K^*_1)$ - $(K^*_4)$	$(K^*_6)$ Si $\vdash A \leftrightarrow B$ entonces $K^*_A = K^*_B$	$(K^-_6)$ Si $\vdash A \leftrightarrow B$ entonces $K^-_A = K^-_B$
	$(K^*_7)$ $K^*_A \wedge B \subseteq (K^*_A)^+_B$	$(K^-_7)$ $K^-_A \cap K^-_B \subseteq K^-_{A \wedge B}$
	$(K^*_8)$ Si $\neg B \notin K^*_A \vee B$ entonces $(K^*_A)^+_B \subseteq K^*_{A \wedge B}$	$(K^-_8)$ Si $A \notin K^-_{A \wedge B}$ entonces $K^-_{A \wedge B} \subseteq K^-_A$

Algunos de los postulados anteriores pueden ser aceptados fácilmente e incluso parecería que su formulación es poco relevante, como en los casos de  $K_2^+$  y  $K_2^-$ , en los que se afirma que la proposición A pertenece a la expansión o a la revisión del conjunto de creencias K, cuando ha sido expandido o revisado con A. Sin embargo hay algunos otros que resultan aun como contraintuitivos, este es el caso de  $K_6^*$ , donde se establece que: si  $\vdash A \leftrightarrow B$  entonces  $K_A^* = K_B^*$ . En este caso lo que se afirma es que cuando A y B son lógicamente equivalentes entonces la revisión de cualquiera tiene los mismos resultados para el conjunto de creencias K. El problema de esto estribaría en que el cambio en la manera de presentar un determinado enunciado o, algo más interesante, una determinada teoría sí podría hacer una diferencia en el momento de hacerse una revisión, o una contracción que es el caso de  $K_6^-$ . En un sistema que sea capaz de asimilar de modo muy rápido la equivalencia lógica que podría existir entre una teoría presentada de una manera y otra versión de la misma, entonces este postulado se hace vigente. Sin embargo, en un sujeto concreto sería muy difícil pensar que esto pueda ocurrir, al menos en la mayoría de las ocasiones. Otros postulados tienen problemas similares, pero a pesar de ellos son útiles para modelar una forma de racionalidad en los cambios de creencia que suceden en un estado epistémico, y son útiles para los propósitos del presente capítulo. Se debe señalar entonces en qué radica su utilidad y presentar algunos de los supuestos que se encuentran en la formulación de la teoría y que completan las características generales del modelo.

En primer lugar el modelo asume que hay clausura lógica. Esto, a pesar de que no concuerda exactamente con las ideas de Piaget, permite entender desde una perspectiva ideal, que la estructura epistémica es capaz de representar todas las consecuencias lógicas de las proposiciones admitidas. Esto es útil para garantizar la coherencia interna del sistema y por ello sirve para representar cómo el sujeto busca mantener "coherencia" en su estructura, tal como lo postula la teoría de la equilibración.

Ahora bien, en el primer postulado de revisión se garantiza que la revisión de cualquier conjunto de creencias K con respecto de cualquier proposición A, produce un nuevo conjunto de creencias. Lo importante es señalar entonces cómo se motiva la realización de las revisiones o las expansiones dentro del sistema. Para Gärdenfors los cambios de estados epistémicos se propician a partir de una entrada (*input*) específica de información. Cuando se recibe esta información y no se encuentra previamente, se incrementa el conjunto de creencias. Si existiera de forma previa la información inversa a la entrante, entonces se propiciaría la revisión en tanto el sujeto perciba que hay contradicción en su sistema de creencias. En la revisión el sujeto busca activamente superar la contradicción y sigue para ello la regla de cambio mínimo que consiste en minimizar la pérdida de información, siguiendo un principio de economía de la información que posee el sistema, esto también tiene estrecha relación con los postulados pues:

La motivación de fondo de estos postulados es que cuando cambiamos nuestras creencias, nosotros deseamos preservar tanto como sea posible de nuestras creencias anteriores -deseamos realizar un cambio mínimo. En general la información no es gratuita y por ello deben de evitarse pérdidas

innecesarias. Este criterio heurístico... puede ser llamado criterio de *economía de la información*.<sup>2</sup> (Gär95, p. 52)

Pero, el sacar del sistema un “simple” enunciado no es tan sencillo debido a que deben eliminarse todos aquellos enunciados que lo impliquen, y para ello se debe juzgar a partir del criterio de economía de la información. Así, cuando se está decidiendo qué enunciado debe prevalecer se consideran los conjuntos de enunciados que pueden perderse y el grado de importancia de los mismos con respecto a todo el conjunto. Prevalecerán todas aquellas creencias que tengan mayor relevancia para el conjunto de creencias K, mismas que Gärdenfors califica como más “atrincheradas”.

La noción de atrincheramiento epistémico evoca intuitivamente al grado de defensa que tiene una proposición o enunciado para poder quedar “resguardada” cuando se realiza una revisión del sistema de creencia. Efectivamente el atrincheramiento tiene que ver con el lugar que ocupa una proposición dentro de un conjunto de creencias. Este lugar es explicado a partir del poder explicativo o nivel inferencial que guarde una proposición en relación con otras, de modo que pueda ser jerarquizada. Gärdenfors precisa sobre el atrincheramiento:

El criterio fundamental para determinar el atrincheramiento epistémico de alguna proposición es qué tan funcional es en el cuestionamiento y la deliberación. Determinadas piezas de nuestras creencias y conocimientos sobre el mundo son más importantes que otros cuando se planean acciones futuras, se llevan a cabo investigaciones científicas, o se razona en general. (...) el atrincheramiento epistémico de una proposición está ligado a su poder explicativo y a su valor informacional global dentro de un conjunto de creencias.<sup>3</sup> (Gär88, p. 87)

Gärdenfors considera que la noción de atrincheramiento epistémico es aún más fundamental que la de revisión o contracción y por ello presenta también un conjunto de postulados para explicar cómo se establecen las relaciones de atrincheramiento. Sobre estos postulados lo más importante es que construyen los criterios para que en cualquier cambio del sistema se busque respetar el orden de atrincheramiento de las proposiciones. Es decir las funciones de revisión y contracción deberán asumir el grado de atrincheramiento de una proposición antes de realizar un cambio sobre ella. Cuando se realiza un cambio radical en el sistema entonces cambia el orden del atrincheramiento; esto sería similar al cambio de paradigma según Kuhn, cuya aproximación en la teoría piagetiana sería el avance de un estadio a otro, lo que implica un cambio estructural. Debido a que en la caracterización que se realizará en los ejemplos se asume que habrá de respetarse el orden de atrincheramiento,

<sup>2</sup> The underlying motivation for these postulates is that when we change our beliefs, we want to retain as much as possible of our old beliefs –we want to make a *minimal change*. Information is in general not gratuitous, and unnecessary losses of information are therefore to be avoided. This heuristic criterion... may be called the criterion of *informational economy*.

<sup>3</sup> The fundamental criterion for determining the epistemic entrenchment of a sentence is how useful it is in inquiry and deliberation. Certain pieces of our knowledge and beliefs about the world are more important than others when planning future actions, conducting scientific investigations, or reasoning in general. (...) the epistemic entrenchment of a sentence is tied to its explanatory power and its overall informational value within the belief set.

pues se supone la estabilidad de cada estadio, no se presentarán más detalles sobre el atrincheramiento. Basta con señalar que los postulados presentados para revisión, contracción y expansión, siguen el principio de economía de la información.

## **2. Modelos lógicos para el razonamiento falible: circunscripción, abducción y default**

Los modelos que se presentan a continuación, para los propósitos de la presente investigación, son asumidos como formalizaciones de estrategias epistémicas. Es decir, independientemente de que puedan tener una función como reglas de inferencia, o como estructuras argumentativas, son asumidos como modelos que sirven para representar maneras concretas en las que los sujetos se enfrentan y resuelven problemas o situaciones reales, que les obligan a utilizar sus conocimientos y sus habilidades. Los mismos modelos que serán ocupados han sido creados a partir de la preocupación de numerosos investigadores (particularmente de muchos que se han dedicado al estudio de problemas en inteligencia artificial) por encontrar las constantes de los razonamientos que pueden ser retractables y que son comunes en la vida cotidiana. Ese tipo de razonamientos no pueden ser formalizados desde la lógica clásica.

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. Así las lógicas no-monotónicas 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. McC77):

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  $\Phi$  a  $\Phi \wedge X$  puede impedirnos inferir  $\Psi$ .

(Mor94, p. 12)

Para explicar el uso cotidiano de inferencias no-monotónicas, es conveniente considerar un ejemplo comúnmente utilizado por los investigadores en el campo de la inteligencia artificial, y que es usado por Reiter (Rei80, p. 68) en su famoso artículo sobre las teorías default. Se tiene la información de que Tweety es un ave. De aquí se infiere que Tweety debe volar ya que es consistente con la información que el sentido común proporciona acerca de que las aves vuelan. Sin embargo después se añade la información de que Tweety es un pingüino y entonces se deberá descartar la inferencia de que Tweety vuela.

Ahora bien, los tipos de esquemas lógicos o modelos de razonamiento que se presentarán a continuación tienen la propiedad de ser no-monotónicos, pero debe destacarse su fecundidad para conducir, en numerosos casos, a inferencias totalmente acertadas. Además 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 diferencias significativas en la manera en que los sujetos construyen su conocimiento en diferentes estadios, además de lo que ya ha explicado Piaget desde la lógica clásica.

La presentación de los modelos, en la presente sección, será lo más sencilla posible<sup>4</sup> y siguiendo los ejemplos utilizados más frecuentemente en la literatura especializada. Así se dejarán los ejemplos tomados de los estudios piagetianos para la tercera sección.

## 2.1 Circunscripción

Es frecuente que, en diversas situaciones de la vida cotidiana, los sujetos infieran conclusiones a partir de información parcial recibida y que la completan a partir de aquella que en situaciones similares han recibido. Por ejemplo, alguien pregunta cómo le fue a su equipo favorito y le contestan que no ganó pero que tampoco perdió, entonces él infiere que empató; sin embargo después le dicen que el juego se suspendió a causa de lluvia. La inferencia realizada por este sujeto es perfectamente comprensible y sin duda correcta en la mayoría de los casos en que se pueda proporcionar la información que a él se le dio. En muchas ocasiones para actuar de manera inteligente es necesario considerar que los individuos pertenecen a clases en las que habitualmente se cumplen determinadas propiedades, como que las aves vuelan en el ejemplo de Tweety.

Así, actuar racionalmente implica también que cuando no hay información completa se pueden elaborar deducciones, de acuerdo al sentido común, que corresponden a modelos que son aplicados en situaciones similares y de manera normal, partiendo de la escasa información que se tiene. Un ejemplo de Reiter citado por Morado: “Se le dice a usted que Airline Canada vuela de Vancouver a Toronto, Boston y los Angeles. Cuando otra persona le pregunta si vuela a Toulouse usted dice que no.” (Mor94 p. 4)

Una forma elemental para expresar este tipo de inferencia sería, con respecto a cualquier fórmula atómica A:

*Si no se puede deducir A, entonces se infiere  $\neg A$*  (Som90, p. 362)

Ahora bien, las cuestiones que expone McCarthy utilizando el problema de los *Misioneros y los caníbales* ayudan a ilustrar cómo es necesario partir de la información dada y completarla -asumiendo una serie de compromisos- para poder resolver problemas de manera inteligente. Incluso las cuestiones planteadas presentan que parte de la inteligibilidad del mismo problema implica utilizar a la circunscripción como estrategia epistémica, incluso para mantener la identidad y la permanencia “sin cambio” de manera intertemporal de objetos o personas al pasar por diferentes acciones. Es conveniente atender este ejemplo pues tiene relevancia en el ejemplo piagetiano de la tercera sección:

Tres misioneros y tres caníbales llegan a un río. Disponen de una canoa con dos lugares. Si los caníbales son más que los misioneros en cualquier lado del río, los misioneros serán comidos. ¿Cómo pueden cruzar el río? (...) (McCarthy señala) ...nada se ha dicho acerca de las propiedades de los botes o del hecho de que cruzar el río no cambia el número de los misioneros, o de los caníbales, o la capacidad del bote. En realidad no se ha planteado que las situaciones cambien como resultado de las acciones. (...) Imagina que das a alguien el problema, y después de meditar un momento, él sugiere que

---

<sup>4</sup> Se sugiere consultar los textos citados para profundizar sobre el tema de los formalismos no-monotónicos.



caminen río arriba un kilómetro y que crucen por el puente. Tu respondes: "¿qué puente?, no se menciona ningún puente en el problema" Y este tonto dice: "Bueno, tampoco se dice que no hay un puente." (...) entonces modificas el problema para excluir los puentes y se lo presentas otra vez, y el tonto propone un helicóptero, después de que también lo excluyes, propone un caballo alado... (McC 86, pp. 4 – 5)

Este ejemplo sirve para mostrar la necesidad que se tiene de completar la información presentada, incluso para hacer inteligible la misma situación en la que tiene sentido el problema. Pero aquí una característica en la manera de completar la información es que se deben "cerrar" las posibilidades y entonces habrán de excluirse las "anormalidades" de los pocos casos en que no sean aplicables las propiedades de una clase a un individuo concreto –como en el caso de Tweety–, y además deberá asumirse que toda la información disponible es la información relevante –como en el caso de la línea aérea–.

McCarthy presenta la formalización del esquema de circunscripción de la siguiente manera:

Z es un enunciado de lógica de primer orden que contiene el símbolo de predicado  $P(x_1, \dots, x_n)$  que podemos escribir:  $Px$ . Escribimos  $Z(\Phi)$  como el resultado de reemplazar todas las ocurrencias de P en Z por la expresión del predicado  $\Phi$ .

DEFINICION: La circunscripción del predicado de P en Z (P) es el esquema:

$$\{Z(\Phi) \wedge \forall x. (\Phi x \supset Px)\} \supset \forall x (Px \supset \Phi x) \quad (1)$$

(1) puede ser visto afirmando que las únicas tuplas ( $x$ ) que satisfacen P son aquellas que debe asumir el enunciado Z. Es decir, (1) contiene un parámetro de predicado  $\Phi$  en el que debemos sustituir una expresión de predicado arbitraria. Dado que (1) es una implicación se pueden asumir los dos conjuntos de la izquierda y dejar la conclusión del enunciado a la derecha. El primer conjunto  $Z(\Phi)$  expresa el supuesto de que  $\Phi$  satisface las condiciones satisfechas por P, y el segundo  $\forall x. (\Phi x \supset Px)$  expresa que las entidades satisfaciendo  $\Phi$  son un subconjunto de aquellas que satisface P. La conclusión afirma la conversa del segundo conjunto que nos indica, en este caso, que  $\Phi$  y P deben coincidir. (McC86 p. 8)

En el ejemplo de la tercera sección se apreciara lo valioso de este esquema para explicar una conducta característica del pensamiento preoperatorio.

## 2.2 Abducción

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 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. (Cfr. Ali97, p. iv) Debido a que no es posible realizar una demarcación precisa y exhaustiva se tratará de presentar el enfoque más sencillo posible.

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<sup>5</sup>."(Peirce, 7, p. 36)<sup>6</sup>

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<sup>7</sup>" (Peirce, 5, p. 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 piso 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 (Ali97, p. 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 un parecido a la falacia de afirmación del consecuente, ya que puede ser expresada así:  $((\alpha \models \beta) \wedge \beta) \models \alpha$  (Cfr. Mor97, p. 1) 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  $\Theta_1$ , se busca la mejor hipótesis que explique el fenómeno  $P_1$ . Así, se tiene entonces la siguiente formulación:

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

Con esta sencilla presentación será suficiente para comprender su presencia como estrategia epistémica en las conductas de las operaciones concretas.

<sup>5</sup> "...until we find ourselves confronted with some experience contrary to those expectations."

<sup>6</sup> Agradezco a la Dra. Atocha Aliseda las citas a Peirce de la presente sección.

<sup>7</sup> "It (abduction) is the only logical operation which introduces any new ideas"

### 2.3 Inferencias *Default*

Las inferencias *Default* explican cómo los sujetos infieren alguna conclusión partiendo de información incompleta<sup>8</sup>. La regla del razonamiento *Default* explica que la manera en que se “salta” a la conclusión no es meramente caprichosa sino que obedece a información previa que es coherente con la información de la que se parte; así hay un nexo que justifica la relación entre la información de la que se parte con la que se concluye. La idea que se encuentra detrás, es que muchas de las cosas que existen en el mundo tienen determinadas características y son mínimas las excepciones, por esto parece que es coherente utilizar la información que se tiene para completar la nueva. Al respecto Reiter señala:

Una gran cantidad de las cosas que sabemos sobre el mundo son ‘casi siempre’ verdaderas, con algunas excepciones. Así, algunos hechos usualmente asumen la forma “la mayoría de los P’s son Q’s” o “la mayoría de los P’s tienen la propiedad Q”. Por ejemplo la mayoría de los pájaros pueden volar excepto los pingüinos, los avestruces, el Halcón Maltés, etc. Dado un pájaro en particular, nosotros concluimos que vuela a menos que sepamos que satisface alguna de estas excepciones.<sup>9</sup>

(Rei, p. 69)

De esta manera se tienen entonces tres elementos que se pueden identificar claramente como constitutivos de un razonamiento *Default*. En primer lugar la información de que se parte, ésta será considerada como prerequisite y simbolizada por  $\alpha$ . En segundo lugar la información que se dispone se asume como posiblemente consistente con la información de que se parte, y esto se simboliza como  $M\beta$ . Finalmente se tendrá la conclusión por *Default* que se simboliza como  $\omega$ . Con estos elementos se construye la representación formal de la regla *Default*:

$$\frac{\alpha : M\beta}{\omega}$$

Cuando en la conclusión se atribuye al prerequisite lo que se asume en la justificación entonces se considera que el *Default* es normal. Este es el caso del tradicional ejemplo de Tweety (Rei, p. 69): se sabe que Tweety es un pájaro y entonces se concluye por *Default* que vuela, siendo la justificación que es consistente pensar que todos los pájaros vuelan (descontando las excepciones), asumiendo que no hay información contraria. Así, esto puede representarse:

$$\frac{\text{Pájaro}(x) : M \text{vuela}(x)}{\text{vuela}(x)}$$

<sup>8</sup> En este sentido la lógica *Default* es similar al esquema de circunscripción que se ha presentado.

<sup>9</sup> A good deal of what we know about a world is ‘almost always’ true, with a few exceptions. Such facts usually assume the form “Most P’s are Q’s” or “Most P’s have property Q”. For example most birds fly except penguins, ostriches, the Maltese falcon etc. Given a particular bird, we will conclude that it flies unless we happen to know that it satisfies one of these exceptions.

Ahora bien, también puede haber algún *Default* que no sea normal. En este caso pudiera ser que no tenga prerrequisito o bien que la conclusión sea diferente de la información que se tiene en la justificación. En cuanto al primer caso no será relevante para los propósitos del presente capítulo, pero el segundo sí es relevante. Lo que interesa señalar, en el caso que se presenta cuando la conclusión difiere de la justificación, es que el vínculo entre el prerrequisito y la conclusión sigue siendo establecido por la consistencia que se guarda a partir de la información que se asume en la justificación. Así, aunque no coincidan los contenidos de la justificación y la conclusión, la justificación se mantiene como el nexo necesario entre el prerrequisito y la conclusión.

Un punto central del razonamiento *Default* es que tiene un carácter no-monotónico. Esto es muy importante pues permite que se retracte la conclusión de modo muy sencillo. Por ejemplo en el caso de Tweety, si se agrega la información de que es un avestruz entonces ya no se concluirá que puede volar. Es decir, la información adicional “bloquea” la justificación y entonces ya no se infiere la conclusión de que Tweety puede volar. Sin embargo la regla no desaparece, pues simplemente se asume que el caso de Tweety es un caso de excepción. De esta manera la regla seguirá funcionando ante situaciones análogas y siempre permitirá que las conclusiones sean retractadas si se añade información contraria.

Lo más relevante entonces de este tipo de inferencia es que al asumir la conclusión como consistente con la información disponible se deja abierta la posibilidad de retractarla si ésta información cambia al añadirse evidencia contraria. Esto implica que se parte del supuesto de que la información es incompleta y que por ello la conclusión es falible.

Se tiene entonces que el razonamiento *Default* puede ser concebido como una estrategia epistémica que también sigue un principio de economía de la información y que establece principios sencillos para la retractación de conclusiones. Esto tendrá un particular valor en el caso que se analizará en la tercera sección para comprender el modo de razonar de un sujeto en el estadio de las operaciones formales.

## II. FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA EPISTÉMICA

Ahora, toda la teoría expuesta se integrará con el propósito de comprender mejor las características generales del conocimiento según la teoría piagetiana. Así, se va a presentar un modelo formal de la estructura del sujeto epistémico. El modelo, si bien distingue los diferentes niveles mostrando algunas estrategias epistémicas que los caracterizan, en general hace explícitas características comunes a todos ellos y señala algunas propiedades particulares que establecen las reglas de su funcionamiento. A continuación se va a presentar un modelo general de la estructura epistémica, es decir se definirán las características comunes a todos los niveles, determinando en primer lugar cómo se representan las coordinaciones lógicas y los esquemas de asimilación del sujeto por una parte, en segundo lugar, se distinguirán las acciones del sujeto y las transformaciones que consiguen en el mundo, y en tercer lugar se tratará de precisar la relación de asimilación recíproca entre ambas. Por esto, el análisis se centrará en el funcionamiento de la estructura epistémica en un nivel dado y se deja de lado el problema del cambio estructural, que sería el cambio de un estadio a otro.

Así, la estructura epistémica **E** del sujeto es definida por una tupla:  $\langle K, H, T \rangle$ , donde **K** (estructura epistémica en el sentido de Gärdenfors<sup>10</sup>) es un conjunto de proposiciones, reglas y esquemas de axioma, **H** es un conjunto de habilidades para actuar basado en **K** y, por último, **T** es un conjunto de capacidades para transformar **K** y **H**.

Así, los elementos de **K** son una representación ideal de un elemento del estado epistémico del sujeto. Este elemento está formado por un lenguaje y por los principios establecidos por la lógica de primer orden, más algunas reglas (no clásicas) que permiten modelar el razonamiento falible (como el esquema de circunscripción que se verá más adelante en uno de los ejemplos).

En **H** se tiene el elemento que expresa, también de forma ideal, las habilidades del sujeto que, en algunas ocasiones, se apoyan en el primer conjunto y que coordinan los objetos exteriores. Es necesario distinguir que aquí se mostrará exclusivamente la coordinación, entendida como una acción controlada y el de la misma. Se va a representar esto por medio de funciones que, a partir de las acciones que el sujeto ejerce sobre los datos que tiene, modifican la situación de las cosas en el mundo. Así, se establece que  $\varphi(d) = a$  representa justamente a una función que produce acciones del sujeto sobre los datos que asimila del exterior.

En **T** tenemos el conjunto en el que se representan las reglas para los cambios que se dan en los dos primeros con el propósito de mantener la estabilidad de toda la estructura epistémica. Es decir este elemento es la expresión de una estructura "sensible" a la relación entre los dos primeros y capaz de coordinar sus relaciones para evitar contradicciones. De

---

<sup>10</sup> Para Gärdenfors una estructura epistémica está formada por un conjunto de enunciados que representan el estado epistémico de un sujeto. La estructura epistémica que se trata de modelar en la presente sección tiene como un elemento a la estructura epistémica en el sentido de Gärdenfors pero además tendrá habilidades y capacidades para regir las transformaciones de esos conjuntos.

este modo se van a modelar los cambios de  $K$  a partir de las nociones de revisión, contracción y expansión, utilizando en principio los postulados **AGM**. Con respecto a las modificaciones que pueden presentarse en  $H$ , se asume que también habrán de realizarse expansiones, contracciones y revisiones, pero no se hace un compromiso formal respecto de cómo es su racionalidad. Sin embargo, puede suponerse que hay racionalidad en la forma en que se realizan esos cambios. También se asume que eventualmente podrían vincularse modificaciones entre los [elementos]  $K$  y  $H$ , es decir cambios en  $K$  que afecten a  $H$  y viceversa, pero no se hace tampoco una propuesta de cómo se guían dichos cambios, y simplemente son considerados como casos especiales en los que una función cuyo argumento pertenece a  $K$  (o a  $H$ ) tiene como resultado una modificación en  $H$  (o en  $K$ ).

Resumiendo se tiene la siguiente caracterización formal de un estadio epistémico, entendido como estructura epistémica:

$$E = \langle K, H, T \rangle$$

Definiendo la tupla  $\langle K, H, T \rangle$ :

$K$  puede ser representado por:

$$K = \langle D, P, R, A \rangle$$

en donde,  $P = \{ \text{proposiciones} \}$ ,  $R = \{ \text{reglas} \}$ ,  $A = \{ \text{esquemas de axioma} \}$ .

$H$  es el conjunto de las habilidades del sujeto, algunas de ellas coordinadas a partir de  $K$ . Este conjunto estará formado por las funciones:

$$\varphi(d) = a$$

en donde  $a$  es una acción (o conjunto de acciones) que instancia una habilidad en  $H$ ; y  $d$  es un conjunto de datos. Este conjunto de datos es un subconjunto de  $P$ :  $d \subseteq P$ . Las acciones se aplican a situaciones descritas por los datos y producen que se modifique el estado de cosas del mundo.

$T$  es el conjunto de las capacidades del sujeto para revisar sus creencias. Básicamente en él tenemos los postulados **AGM**, que habrán de aplicarse a  $K$  (mayormente formado por el conocimiento proposicional). Sin embargo se asume que también debe haber racionalidad en los cambios que se producen en  $H$  y en los mismos vínculos que lleven a cambios en un subconjunto en función del otro, por esto también se asume que en  $T$  se encuentran las capacidades que provocan estos cambios de manera eficiente. Así, se tienen entonces los siguientes elementos de  $T$ :

$$T = \{ K^-, K^+, K^* \} \cup \{ H^-, H^+, H^* \} \cup \{ \text{"casos especiales"} \}$$

Los casos especiales son:

$$f_1^K(x \in P) = H_x^-$$

$$f_2^K(x \in P) = H_x^+$$

$$f_3^K(x \in P) = H_x^*$$

$$f_1^H(y \in H) = P_y^-$$

$$f_2^H(y \in H) = P_y^+$$

$$f_3^H(y \in H) = P_y^*$$

donde  $x'$  es la habilidad correspondiente a  $x$  | donde  $y'$  es la creencia correspondiente a  $y$

A continuación van a revisarse algunos ejemplos concretos.

### III. EJEMPLOS DE FORMALIZACIÓN EN TRES ESTADIOS

#### 1. Estadio preoperatorio

Asumiendo la perspectiva de que hay varias estructuras lógicas que caracterizan un período, se pueden explicar algunas de las observaciones de Piaget utilizando, como ya se ha señalado, algunas de las nuevas propuestas de la lógica para estudiar el razonamiento falible. Así se va a utilizar a continuación un cierto esquema que no pretende ser general, pero que sirve para explicar el mecanismo inferencial seguido en algunas de las construcciones más representativas del estadio preoperatorio. Este esquema es seguido como estrategia epistémica en diferentes situaciones.

La característica que se destaca del estadio intraoperatorio es la centración que tiene el sujeto en un punto de llegada, o bien en un sólo aspecto de las acciones o de los objetos que coordina y que le llevan a pasar por alto las transformaciones iniciales o del punto de partida. Esto se comprenderá mejor en el ejemplo que analizaremos; sin embargo debemos destacar que este aspecto es muy importante, tal como lo expresa Rolando García al explicar el avance de este nivel al siguiente:

En efecto el progreso fundamental consiste en comprender que en una transformación, las modificaciones en el "punto de llegada" están ligadas a las modificaciones en el "punto de partida". (HLS. p. 124)

Lo que está en juego es justamente la construcción de la reversibilidad de la acción que, como ya se ha analizado, es la característica básica, para poder definir a las operaciones; a continuación se caracterizan con más detalle algunos aspectos de este estadio.

Ejemplo: Problemas de construcción e igualación de diferencias.

a) Los problemas de construcción o igualación de diferencias tienen como propósito mostrar cómo, a partir de manipulaciones de ensayo y error, se van coordinando las acciones con las deducciones previas o con la solicitud del experimentador. Los niños se enfrentan al reto de igualar columnas de objetos o bien de desigualarlas. Por ejemplo, en tres columnas 3/7/5 (es decir con tres, siete y cinco objetos respectivamente) se solicita que se hagan los cambios necesarios para que se igualen las columnas con el mismo número. Otra prueba es que se desigualen dos columnas ordenadas 3/3. En ambos casos se puede disponer de objetos externos a las filas, pero en ocasiones se solicita que los sujetos utilicen únicamente los objetos que se encuentran en las filas. La siguiente prueba está tomada de *Las formas elementales de la dialéctica*, la conducta sobre la que se desarrollará el análisis está marcada con caracteres oscuros y la parte más relevante para el mismo se encuentra subrayada por mí:

Nivel 1. Los niños del nivel 1A casi no recurren a la reserva para construir lo que se les pide, a menos de que se les sugiera, en cambio los del 1B lo hacen de manera espontánea. Veamos algunas acciones de niños de ambos niveles:  
1 A. "VAL (4;7) Se ponen dos en A y se pide lo mismo para B: el sujeto desplaza uno de A de donde 1/1. Se da 3 a A, él transfiere 1 a B de donde



2/1: -¿Es la misma cosa? -Sí. -¿No hay uno que tiene más? -No. -¿Cuántos tienes? -2. -¿y ahí? -1. -¿son pues iguales? (entonces da sus dos a B de donde 0/3). Para igualar 6/4 extrae de la reserva 1 para A y 1 para B, de donde 7/5. Etc. **1. B SYL (5;3) para 3/5 toma dos de la reserva para A de donde 5/5. -Y sin la reserva?. Toma2 de B de donde 5/3 luego pone de nuevo uno en B 4/4.** Para 1/4/10 procede únicamente por transferencia de 2 (una vez) y de 1, de donde 3/2/10; 3/3/9; 4/3/8; 4/4/7; 5/4/6; y finalmente 5/5/5."

Nivel 2. En el nivel dos comienza a entenderse que la igualación puede obtenerse tanto a partir de simples sumas como de sustracciones. El ejercicio se complica porque ahora puede haber alguna columna oculta. Se comienzan a distinguir las relaciones absolutas de las relativas. "GIN (6;5) para 3/5 desplaza 1 de B a A y cuenta: -Sí; los dos tienen 4 (se trata de una tentativa y no de una inferencia). PAT (8;7) para 1/5/9 pone 1 de B y 2 de C en A, de donde 4/4/7, luego distribuye 3 de 7 de C en las tres colecciones. Para 4/3/8 lo cuenta en su totalidad y lo divide en tres colecciones de 5.

Nivel 3. "OLI (10;6) Imagina a otro niño y jugaremos los tres. Doy 4 a cada uno de ustedes. Escondo los míos y los del niño. Cojo para él uno de los tuyos y otro tuyo más para mí. -¿Cuántos tiene el niño más que tú? -Un momento por favor. - Espero. - Son tres. Veo mi columna y no hay más que dos (con respecto al principio). el niño tiene 5: tiene 3 más que yo.

Así La situación en la que se centrará atención y el análisis, por tratarse de una conducta típica del estadio operatorio, es la siguiente:

**NIVEL 1. B SYL (5;3) para 3/5 toma dos de la reserva para A de donde 5/5. -;Y sin la reserva?. Toma2 de B de donde 5/3 luego pone de nuevo uno en B 4/4.**

Particularmente habrán de atenderse las acciones del sujeto para construir la igualdad cuando puede utilizar únicamente las columnas A y B, que es lo que se encuentra subrayado para destacarlo.

A la estructura epistémica **E** del sujeto, se le ha caracterizado como una tupla  $\langle K, H, T \rangle$  tal que **K** es una estructura de conocimiento que tiene los elementos anteriormente presentados, **H** es un conjunto de habilidades para actuar, casi siempre basado en **K** y, por último, **T** es un conjunto de capacidades para transformar **K** y **H**. Así tenemos la desigualdad 3/5. El niño para construir la igualdad toma 2 de una columna y los pone en la otra. Podemos interpretar esta parte de la respuesta del sujeto como una acción que es el resultado de ejercer una habilidad **H** aplicando una función ( $\varphi$ ). El uso de esta función obedece a los datos registrados por **K**, esto es  $\varphi(\mathbf{d}) = \mathbf{a}$ , donde  $\mathbf{d} \subseteq \mathbf{K}$ .

Así tenemos que el sujeto aplica la acción  $\varphi \mathbf{a}$ , que es tomar elementos de un conjunto (B) y pasarlos al otro conjunto (A). Esto lo podemos representar como  $\mathbf{a} \hat{\uparrow}^a_b$  que significa pasar elementos de B a A. El número de elementos que el sujeto cambiará obedece a los principios de coordinación que se encuentran en K, en el sentido de Gärdenfors. Vamos a tratar de explicar cómo actúa esa estructura.

Partimos del hecho de que el sujeto identifica a los dos conjuntos de objetos diferentes que podemos representar como:

$$A = \{a,b,c\} \quad B = \{1,2,3,4,5\}$$

El sujeto parte del hecho  $g$  de que en un primer momento  $t$  se encuentra la diferencia:  $A$  es menor que  $B$ . Esto lo podemos representar como:  $g = \langle t, (A < B) \rangle$ . El niño para arreglar la situación podría pensar en pasar los que le sobran a  $B$  (y que le faltan a  $A$ ) hacia  $A$ . Esto lo podemos representar de la siguiente manera:

El sujeto comprende la diferencia entre los elementos de la columna  $A$  y los de la  $B$ , y logra entender cuál es ésta diferencia ( $n$ ), esto se puede representar así:

Si  $\#A < \#B$  se tiene entonces que:  $n = \#B - \#A$ , de aquí que al aplicar la acción  $a$  en un primer momento pasará a un segundo momento, donde supone conseguir la igualdad, esto se representa como una función:  $a \hat{\uparrow}_b^a$ , que representa la acción de pasar objetos de  $B$  a  $A$ , y cuyos argumentos son  $t =$  tiempo y las columnas  $A$  y  $B$ ; el resultado es en el tiempo  $t + 1$  y las columnas  $A'$  y  $B'$ :

$$a \hat{\uparrow}_b^a \langle t, A, B \rangle = \langle t + 1, (A' = B') \rangle$$

El número de elementos que pasará el sujeto de una columna a otra será ( $n$ ) que representa la diferencia que ha percibido y puede caracterizarse su razonamiento del siguiente modo:

$$\text{donde } \#A' = \#A + n, A \subseteq A', A' \subseteq (A \cup B); \#B' = \#B - n, B' \subseteq B.$$

Por esto el sujeto pensaría en llegar a la siguiente situación nueva:  $g' = \langle t + 1, (A = B) \rangle$ .

Para comprender este razonamiento debemos entender que para el sujeto todo cambio es exclusivamente el aumento en la columna  $A$ ; y para verlo más claramente se puede señalar que el sujeto utiliza como una estrategia epistémica que puede ser comprendida desde el esquema de axioma de circunscripción desarrollado por McCarthy (McC86, p. 7), el cual se recuerda a continuación:

$Z$  es un enunciado de lógica de primer orden que contiene el símbolo de predicado  $P$  ( $x_1, \dots, x_n$ ) que podemos escribir:  $P\bar{x}$ . Escribimos  $Z\Phi$  como el resultado de reemplazar todas las ocurrencias de  $P$  en  $Z$  por la expresión del predicado  $\Phi$ .

DEFINICION: La circunscripción del predicado de  $P$  en  $Z$  ( $P$ ) es el esquema:

$$\{Z(\Phi) \wedge \forall \bar{x}. (\Phi \bar{x} \supset P\bar{x})\} \supset \forall \bar{x} (P\bar{x} \supset \Phi \bar{x})$$

Con esto se minimizan las excepciones. En el caso presentado el sujeto considera el aspecto positivo del resultado de su acción, observa únicamente su punto de llegada de manera que concibe que el cambio es exclusivamente aumento, es decir cambio en la columna A. Así, podemos sustituir :

$$\Phi = \text{Aumento y } P = \text{Cambia}$$

Así, reescribimos el esquema de la siguiente manera

$$\{Z(\text{aumento}) \wedge \forall \bar{x}. (\text{aumento } \bar{x} \supset \text{cambio } \bar{x})\} \supset \forall \bar{x} (\text{cambio } \bar{x} \supset \text{aumento } \bar{x})$$

Así, para el sujeto todo cambio será exclusivamente aumento, su atención -como es característico de este estadio- se encuentra centrada en el punto de llegada, y al reconocer en un primer momento la diferencia entre las columnas A y B:

$$\text{Col B} \neq \text{Col A}$$

El sujeto realiza el razonamiento descrito anteriormente pero su previsión de la igualdad entre A y B al final de sus acciones está justificado por la inferencia de que no hay cambio en la columna B.

Esta sería una inferencia realizada a partir de la circunscripción de P  $\models_{C(p)}$ :

$$\models_{C(p)} \neg \text{Cambia (Col B)}$$

Y entonces se justifica la previsión de mantener la igualdad de B en el tiempo t y en el tiempo t + 1:

$$B_t = B_{t+1} \text{ y por ello: } A_{t+1} = B_{t+1}$$

Pero en realidad está la desigualdad:  $B_t \neq B_{t+1}$  y así:  $A_{t+1} \neq B_{t+1}$

A partir de esta contradicción se hace necesaria una revisión del estado epistémico representado por el subconjunto K en el que se había añadido, entre otras cosas, que el único cambio era aumento. Pues en K se puede asumir como establecido el axioma de circunscripción al que se representa como p. Así, la revisión de p en K sería primero la contracción de p y luego la expansión de  $\neg p$ , esto se expresa en el siguiente esquema de revisión:

$$* (K, \neg p) = + (- (K, p), \neg p)$$

Así, se retracta el axioma de circunscripción y se añade su negación, en el presente problema. De este modo el sujeto reemplaza este axioma por medio de una estrategia heurística para solucionar el problema por medio de ensayo y error.

Ya que el sujeto no repite la misma operación -pues las columnas habían quedado con la misma diferencia que en el primer momento- se comprende que el sujeto ha realizado efectivamente una revisión racional de su estado epistémico  $K_p$  y a partir del nuevo estado  $K - p$  ha modificado su acción.

Lo que es relevante para la presente investigación es que el sujeto en este ejemplo ha actuado racionalmente tanto en el modo en que ha operado la primera vez (de acuerdo a la inferencia de circunscripción), como en el modo en que ha revisado su estructura epistémica, a partir de una contradicción a la que ha llegado. Así, se ha visto precisado a modificar su estado epistémico para cambiar su conducta. Pero además, es claro que ha habido un proceso de equilibración pues se ha buscado la concordancia entre los esquemas y los objetos que se le han presentado. Esta concordancia se ha conseguido, pues al regresar a la "situación inicial" (aunque ahora con 5 en A y 3 en B), ha cambiado su estrategia de manera exitosa.

Así, se debe concluir la presentación de esta situación, característica del estadio preoperatorio, considerando que desde el esquema de circunscripción pueden comprenderse como perfectamente racionales muchas conductas análogas y también la revisión de los resultados busca mantener la coherencia del sistema.

## 2. Estadio de las operaciones concretas

En el estadio de las operaciones concretas los sujetos apoyan su inteligencia en las manipulaciones que pueden realizar sobre los objetos. Por ello una característica de su pensamiento es la dependencia a sus observaciones para estructurar explicaciones y también para corregirlas. A continuación se expone una observación realizada por Piaget para inquirir cómo explica un sujeto de este estadio la posibilidad que tienen diferentes objetos para mantenerse a flote. La densidad y particularmente el peso específico es la noción fundamental que se encuentra en elaboración para conseguir una cabal explicación de lo que muestran las observaciones. Ahora bien, lo que interesa señalar de la siguiente observación es cómo el razonamiento del sujeto sigue un esquema abductivo para elaborar y corregir sus explicaciones, independientemente de lo acertado o desacertado de éstas.

El problema planteado a los sujetos es que deben clasificar diversos objetos según se hundan o no en el agua. La intuición de los sujetos de manera previa a la experiencia es que aquellos objetos que son livianos permanecerán a flote y los pesados se irán al fondo del recipiente con agua. En el estadio previo pueden existir explicaciones contradictorias pero en el nivel II, correspondiente a las operaciones concretas, los sujetos habrán de corregir su intuición original a partir de sus observaciones. Así, se considera la siguiente observación:

Bar (9 años). Clase 1: flotan la bola y los pedazos de madera, los corchos y la placa de aluminio. Clase 2: se hundan las llaves, los pesos de metal, las agujas, las piedritas, el bloque grande de madera y el pedazo de cera -vela-. Clase 3 (aveces flotan a veces se hundan): las tapas. Después Bar ve una

aguja en el fondo del agua y dice: "Ah, son demasiado pesadas para el agua, entonces el agua no puede llevarlas. ¿Y las fichas? No se. Más bien al fondo. ¿Por qué estas cosas (Clase 2) van al fondo? Porque son pesadas ¿Y el bloque grande de madera? Irá al fondo. ¿Por qué? Hay demasiada poca agua para que pueda sostenerse ¿Y las agujas? Son más livianas. ¿Y entonces? Si la madera fuera del mismo grosor que la aguja, sería mas liviana. Coloca la vela sobre el agua. ¿Por qué se queda? No sé. ¿Y esta tapa? Es hierro que no es demasiado pesado y hay bastante agua para llevarla. ¿Y ahora? (se hunde). Es porque el agua entró dentro. Coloca el bloque de madera. ¡Ah! porque es madera que es bastante ancha como para no hundirse. ¿Y si fuera un cubo? Creo que se iría al fondo. ¿Y si se apoya encima? Creo que volverá. ¿Y sobre esta placa (aluminio)? Se quedará en el fondo. ¿Por qué? Porque el agua pesa sobre la placa. Qué es más pesado, ¿la placa o la madera? El pedazo de madera. Entonces ¿por qué la placa se queda en el fondo? Como es menos pesada que la madera cuando hay agua encima hay menos resistencia y puede quedarse. La madera tiene resistencia y vuelve a subir. ¿Y este pequeño pedazo de madera? No, volverá a subir porque es aún más liviano que la placa. Y si volvemos a empezar con este pedazo grueso de madera en el recipiente más pequeño, ¿sucederá lo mismo? No, volverá a subir porque el agua no es bastante fuerte, no hay bastante peso de agua." (LNLA. p. 38)

Analizando el caso de Bar se pueden establecer las siguientes proposiciones como constitutivas de la teoría con la que habrá de explicar cuáles objetos se hunden y cuáles no:

Los objetos pesados se hunden

Los objetos livianos flotan

Clase 1 (se hunden): la bola y los pedazos de madera, los corchos y la placa de aluminio.

Clase 2 (flotan): las llaves, los pesos de metal, las agujas, las piedritas, el bloque grande de madera y el pedazo de cera –vela–.

Clase 3 (a veces flotan a veces se hunden): las tapas

Observación del sujeto del hundimiento de las agujas.

Explicación: *Ah, son demasiado pesadas para el agua, entonces el agua no puede llevarlas.*

Sobre el bloque grande de madera y la placa de aluminio:

1. Hipótesis consistentes con la teoría antes de la observación:

a) *El bloque de madera irá al fondo porque hay muy poca agua para que pueda sostenerse.*

b) *La placa de aluminio permanecerá en la superficie.*

2. Observación: El bloque de madera no se hunde y la placa de aluminio sí.

3. Nueva teoría: Los objetos que no resisten el peso del agua sobre ellos se hunden (como la placa de aluminio), en tanto los objetos que pesan más que el agua le resisten y por ello vencen su fuerza y flotan.

4. Explicación:

- a) *La placa de aluminio se quedará en el fondo, porque el agua pesa sobre la placa.*
- b) *La madera pesa más, tiene resistencia al agua y vuelve a subir.*

Esta manera de caracterizar la observación permite reconocer la forma del razonamiento y aquí es posible corroborar que se infiere una hipótesis explicativa a partir de un conjunto de datos, por lo que se puede identificar en el razonamiento del sujeto una estructura abductiva.<sup>11</sup> Esta estructura se puede formalizar de la siguiente manera:

Sean las teorías:

$\Theta_1$  = Los objetos pesados se hundan y los objetos livianos flotan.

$\Theta_2$  = Los objetos que no resisten el peso del agua sobre ellos se hundan, en tanto los objetos que pesan más que el agua le resisten y por ello vencen su fuerza y flotan.

Los datos observados por el sujeto son:

$Q_1$  = Las agujas se hundan

$Q_2$  = La placa de aluminio se hunde

$Q_3$  = El bloque de madera no se hunde

Las explicaciones construidas son:

$P_1$  = *Las agujas son demasiado pesadas para el agua, entonces el agua no puede llevarlas*

$P_2$  = *La placa de aluminio se quedará en el fondo, porque el agua pesa sobre la placa.*

$P_3$  = *La madera pesa más, tiene resistencia al agua y vuelve a subir.*

Se tiene entonces que:

$\Theta_1, P_1 \models Q_1$	$\Theta_2, P_2 \models Q_2$	$\Theta_2, P_3 \models Q_3$
$\frac{Q_1}{P_1}$	$\frac{Q_2}{P_2}$	$\frac{Q_3}{P_3}$

De esta manera el sujeto ha logrado encontrar una buena explicación a lo que ha podido constatar por su observación recurriendo a teorías de trasfondo que le permiten tener un sustento para las hipótesis que ha presentado.

Puede señalarse que en este caso se ha revisado el sistema de creencias del sujeto, ya que ha logrado formular nuevas hipótesis explicativas a partir de sus observables, pero parecería que retracta (olvida) la primera teoría de trasfondo al formular sus nuevas explicaciones a partir de la segunda. Esto es sin duda lo coherente para el sistema epistémico del sujeto.

<sup>11</sup> Es conveniente recordar la referencia a Peirce de Raymundo Morado: "Abduction is the explanatory, theoretical part of science: an inference from a body of data to an explaining hypothesis, a method of discovering, inventing or proposing hypotheses."

Además también esto tiene sentido en términos de la equilibración pues el sujeto muestra así que busca mantener la coordinación entre sus observables y sus explicaciones.

### 3. Estadio de las operaciones formales

En el estadio de las operaciones formales los sujetos alcanzan, de acuerdo a la teoría piagetiana, el máximo grado en su desarrollo cognoscitivo, en el que su pensamiento es caracterizado principalmente por su capacidad para razonar de modo hipotético-deductivo. En este tipo de razonamiento regirán las estructuras formales de la lógica de primer orden y sería totalmente sistemático. Las inferencias debidas a estas estructuras serán operaciones sobre operaciones y serán capaces de una coherente transformación debida a la combinatoria<sup>12</sup>. La característica central es la coordinación en un sistema de conjunto que vincula las dos reversibilidades (inversión y reciprocidad) en el grupo INRC. Pero también se presenta una conquista muy significativa en este estadio y es la superación de lo real que llevará a la construcción de lo posible:

Este poder de formar operaciones sobre operaciones es el que permite al conocimiento sobrepasar lo real y el que le abre la vía indefinida de los posibles por medio de la combinatoria, liberándose entonces de las construcciones paso a paso de las operaciones concretas. (EG, p. 85)

Esto es muy significativo para que el pensamiento pueda realizarse ya no únicamente sobre los observables sino a partir de las relaciones que son enunciadas proposicionalmente. Así, el pensamiento es capaz de comprender que dados ciertos supuestos, contenidos como información disponible, entonces es factible concluir que ocurra un determinado hecho. Si se cambian las condiciones entonces no necesariamente se podría concluir lo mismo. Es decir ahora el sujeto es capaz de inferir reconociendo que si se añade nueva información podría perderse la conclusión que se tenía. Sin embargo, al tratarse de previsiones generales entonces el sujeto mantiene la “ley general” pero es capaz de comprender el caso de excepción. Esto es algo que puede ser caracterizado desde el razonamiento *default*.

Los sujetos que tienen una estructura así son capaces de prever situaciones y generar hipótesis previas a la experiencia. Estas hipótesis estarían justificadas asumiendo que se cumplen determinados supuestos a los cuales consideran desde un principio como factibles de revisión. Cuando son revisados esos supuestos y no se cumplen, es decir cuando se agrega información que invalida algunos de esos supuestos entonces ya no se sigue manteniendo la hipótesis inicial. Para comprender cómo los sujetos del estadio de las operaciones formales manifiestan en este tipo de razonamiento una estrategia epistémica que puede ser formalizada desde el razonamiento *Default* se presentará el siguiente caso.

El caso es tomado de las observaciones realizadas para la obra: *Estudios sobre la contradicción* y se refieren a “Las diferentes actitudes frente a la no confirmación sobre una previsión”. Particularmente se trata de “la contradicción en un fenómeno paradójico de

---

<sup>12</sup> Ver capítulo tercero de la presente disertación.

subida". En estas observaciones se trata de ver cómo reaccionan los sujetos frente a una determinada contradicción, como:

Cuando el sujeto anticipa un acontecimiento en función de una ley que considera general (por ejemplo, que una rueda puesta sobre su llanta desciende siempre sobre un plano inclinado) y se encuentra con un mentís de la experiencia (si se oculta un peso en la llanta y el peso situado en el lado opuesto a la bajada hace subir la rueda un poco)... (ESC, p. 83)

Para el experimento se utilizan dos ruedas "idénticas" una de ellas (A) desciende normalmente pero la otra (B) tiene oculto un peso. En un plano inclinado se hace descender la rueda (A) pero la rueda (B) puede permanecer en su sitio si el peso está orientado hacia abajo, descender si se orienta hacia el lado de la bajada (derecha) o sube si el peso está orientado en sentido contrario a la bajada (izquierda). En los primeros estadios cuando se presenta la "contradicción", es decir la situación contraria a la prevista entonces los sujetos no saben cómo explicarlo o simplemente señalan que las ruedas pesadas bajan y que la anormal es "muy pesada" y por eso no baja.

Por otra parte el siguiente razonamiento es de un sujeto del estadio de las operaciones formales y es el caso que interesa para precisar la presencia de la inferencia *Default* como estrategia epistémica para retractar su predicción, así al tener la experiencia con la rueda B, se presenta lo siguiente:

Dam (12:5) B: "*¡Ah!, por un lado tiene más peso que por el otro, por esto es por lo que sube. Sí, el peso quiere estar abajo porque la tierra atrae más las cosas pesadas que las cosas ligeras. -¿No encuentras eso extraño? - No, es normal porque hay más peso en un extremo que en el otro.*" (ESC, p.94)

En primer lugar la previsión que realiza el sujeto de manera inicial y que se comprueba con la rueda A, se puede expresar en términos de un razonamiento *Default* normal y se tiene lo siguiente:

Sea la inferencia *Default*:

$$\frac{\alpha : M \beta}{\omega}$$

Donde:

$\alpha = x_i$  es una rueda

$\beta = x_i$  es normal

$\omega = x_i$  desciende sobre un plano inclinado

Lo que interesa señalar es qué información adicional agrega el sujeto para cambiar su inferencia después de que realiza la experiencia con B. En este caso no se da la situación esperada. La justificación que agrega el sujeto para explicar este caso especial se expresa en las siguientes proposiciones:

*Por un lado tiene más peso que por el otro.*



*El peso quiere estar abajo porque la tierra atrae más las cosas pesadas que las cosas ligeras.*

Así, al agregarse estas afirmaciones se muestra una comprensión de lo excepcional del caso sin anular la validez general de la intuición acerca de que las ruedas “normales” descienden por un plano inclinado. Es decir asume que B no es normal puesto que “un lado tiene más peso que el otro.

En cuanto a la consistencia general del sistema el sujeto realiza la retractación de la inferencia *Default* sobre B. Esto es así porque le añade las características que explican su peculiaridad. En estos cambios el sujeto muestra que busca la revisión de sus creencias de modo racional. Particularmente sigue el criterio de economía de la información pues no rechaza la coherencia de su inferencia *Default* para aplicarla en la mayoría de los casos, es decir mantiene la validez general de que si  $x_i$  es un elemento normal entonces deberá comportarse de acuerdo a lo previsto. En el caso particular de B puede identificar aquellas propiedades que lo hacen comportarse de manera atípica pues explica: “...hay más peso en un extremo que en el otro”. Así, se puede presentar la siguiente formalización del caso:

Sea: R = x es rueda, N = x es normal, D = x desciende sobre un plano inclinado, P = x tiene más peso de un lado,

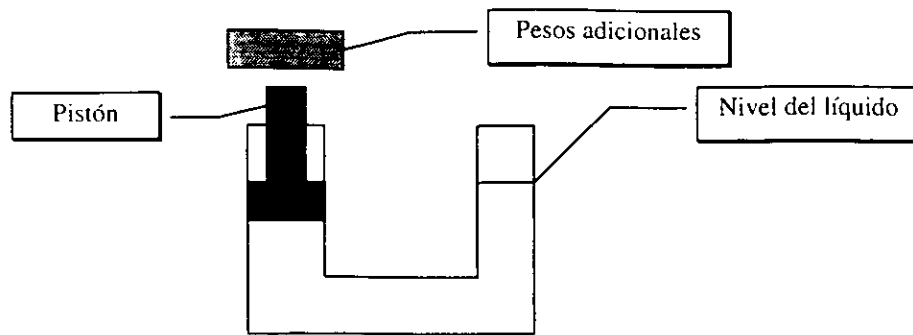
- 1) Rb
- 2)  $[K^+_{Db}]$  por *Default* (asumiendo que b es normal)
- 3) Pb
- 4)  $Px \rightarrow \neg Nx$
- 5)  $Pb \rightarrow \neg Nb$
- 6)  $\neg Nb$
- 7)  $K^-_{Db}$

Finalmente es factible reconocer la solidez que guarda el sistema epistémico del sujeto pues cuando es interrogado acerca de la posible conducta “extraña” de B, de modo resuelto afirma que es “normal” puesto que sigue el principio de que “la tierra atrae las cosas pesadas”. En este sentido el proceso de equilibración se “anticipa” a la contradicción pues el sistema cuenta con el esquema de inferencia *Default*, que permite una estrategia epistémica falible, de modo que puede preverse la contradicción y del mismo modo contar con los recursos para resolverla aun antes de que se manifieste.

A continuación se presentará otra situación para revisar la estrategia epistémica de un sujeto que también sigue la estructura de un razonamiento *Default*.

El caso que se verá a continuación está tomado de las observaciones que realiza Piaget en su experimento sobre cómo razonan los niños acerca de las fuerzas que entran en juego en una prensa hidráulica. El ejercicio consiste en que los sujetos deben entender que al nivel al

que sube el líquido, depende la fuerza del pistón y de la densidad del líquido que le resiste. La siguiente figura muestra cómo se presenta esta situación a los sujetos:



A continuación se presentan dos situaciones observadas y se hará la formalización de las estrategias epistémicas usadas por el sujeto. En el primer caso se puede reconocer cómo el sujeto utiliza una inferencia clásica de *Modus Tollens*, pero en el segundo se apreciará el uso de una inferencia *Default*.

Tri (11.2) "Es el peso de las cajas. Es esto (pistón) que empuja el agua. Y si se cambia el líquido. ¿Pasará algo? Sí. Hay líquidos que son más o menos pesados. ¿Si se toma el alcohol? Creo que el alcohol es más pesado (simple error de hecho). Entonces subirá menos porque es más pesado para moverlo (=resistencia! Hace la experiencia sin que se haga comentario alguno de nuestra parte.) No, el alcohol es más liviano. ¿Por qué ahora crees esto? El alcohol es más liviano porque sube más arriba. El peso (de la caja) puede empujar mejor."

Dum (11.2) Se pasa del agua al alcohol: "Subirá menos porque el peso del líquido es más pesado. El alcohol es más liviano que el agua. ¿Entonces? Va a subir más arriba..." (NIN, pp. 136-137)

En el caso de Tri, se tienen así las siguientes proposiciones:

p = El alcohol es más pesado que el agua

q = El alcohol subirá menos

Después de la observación comprueba que el alcohol sube más que implica la negación de q y por ello se tiene la previsión y la negación de la siguiente manera:

1)  $p \rightarrow q$

2)  $\neg q$

$\therefore \neg p$

En el caso de Dum su razonamiento puede ser comprendido considerando las siguientes dos reglas Default, en donde al asumir la justificación de una se anula la justificación de la otra<sup>13</sup>:

Sea:

$$\frac{\alpha : M \beta_1}{\omega_1}$$

$$\frac{\alpha : M \beta_2}{\omega_2}$$

$$\beta_2 x \supset \neg \beta_1 x$$

Donde:

$\alpha$  = El pistón ejerce presión sobre x

$\beta_1$  = x es más pesado que el agua

$\omega_1$  = x subirá menos

$\beta_2$  = x es más liviano que el agua

$\omega_2$  = x subirá más

Cuando el investigador le informa a Dum que el alcohol es más liviano, el aumento de información activa la justificación:  $M\beta_2$  y le bloquea su justificación:  $M\beta_1$  ya no concluye entonces  $\omega_1$  sino que ahora concluye  $\omega_2$ <sup>14</sup>.

Ahora debe realizarse una consideración global del análisis realizado en el presente capítulo. Esto se hará a continuación.

<sup>13</sup> Agradezco a David Gaytan su ayuda para realizar la formalización de este razonamiento.

<sup>14</sup> Aunque la nueva conclusión puede ser vista como errónea, (subir más no es estrictamente hablando la negación de subir menos, es decir no hay una disyunción exclusiva entre  $\beta_1$  y  $\beta_2$ ) lo relevante es que retracta su inferencia anterior cuando se le añade nueva información.

#### IV. REVISIÓN CRÍTICA DEL MODELO

##### 1. Estrategias epistémicas y modelos lógicos

De acuerdo con Piaget los procesos de transformación del conocimiento pueden ser comprendidos desde los esquemas de conjunto generales que rigen los intercambios del sujeto con su entorno. Pueden ser precisadas así etapas en el desarrollo de esos esquemas y se sugiere que cada una puede ser comprendida desde estructuras lógicas que permiten modelar las estrategias epistémicas del sujeto. Para Piaget en el máximo grado de desarrollo cognoscitivo se logra la culminación de los esquemas de asimilación del sujeto y esto se manifiesta por el uso de la lógica de primer orden que rige los pensamientos en el estadio formal avanzado, es decir las estrategias de construcción del conocimiento de los sujetos se basan ahora en las bases del cálculo proposicional y en la combinatoria regida por el grupo de transformaciones INRC. De este modo todas las etapas previas y las fallas que se manifiestan en ellas pueden ser comprendidas en términos de una "lógica incompleta" que es usada por los sujetos para razonar, por ejemplo, el uso de clases y relaciones pero de modo aún vinculado a las referencias empíricas inmediatas y no en términos completamente formales. Esta lógica incompleta también implicaría que los errores obedecen, en numerosos casos, a la falta de lógica (pues ésta aún no ha sido desarrollada).

Ahora bien, Piaget elabora su teoría usando los instrumentos lógicos que eran disponibles para él y dentro de ellos tiene rigor. Además logra sistematicidad en las observaciones desde la cuáles corrobora las estrategias epistémicas de los sujetos a partir de su teoría. Sin embargo los desarrollos no-clásicos de la lógica, particularmente los que se han realizado para modelar al razonamiento falible y en especial los que dejan de lado el supuesto de monotonicidad permiten considerar desde un nuevo enfoque la labor realizada por Piaget.

Así, en el presente capítulo se ha buscado mostrar que los sujetos siguen estrategias epistémicas que pueden ser comprendidas desde distintas teorías para modelar el razonamiento no-monotónico. De este modo, se han utilizado las mismas observaciones que Piaget presenta para ilustrar su teoría en diferentes trabajos, y en ellas se ha procurado identificar el uso de estas estrategias epistémicas guiadas por un razonamiento modelable desde los esquemas no-monotónicos. El resultado es que pueden verificarse conductas que manifiestan una racionalidad diferente a la que es vista desde la lógica clásica e incluso pueden observarse diferentes tipos de lógicas que son seguidas como estrategias epistémicas por los sujetos. En tanto esos esquemas no-monotónicos permiten en diversas ocasiones alcanzar el éxito en la construcción del conocimiento para el sujeto, puede entonces formularse una nueva hipótesis acerca de las razones por las que los sujetos permanecen por largos períodos en un sólo estadio. Desde la teoría de Piaget esto se explica porque se están consolidando los esquemas que permitirán identificar una contradicción lo suficientemente fuerte para provocar el cambio; el esquema es tan débil, expresado en el sentido lógico, que no percibe sus contradicciones internas. Sin embargo la hipótesis nueva podría formularse señalando que las estrategias no-clásicas son exitosas y esto haría que el sujeto tuviera fuertes razones lógicas para mantenerse en ese estadio.

Lo anterior puede ser mejor comprendido si se enfatizan las características de los estadios preoperatorio, de las operaciones concretas y de las operaciones formales y la correspondencia con las estrategias epistémicas que se han identificado y modelado desde los razonamientos no-monotónicos.

En el estadio preoperatorio los sujetos “carecen” de reversibilidad en términos piagetianos. Esto hace que como estrategia de construcción del conocimiento se conduzcan observando sólo un aspecto de sus acciones, como cuando “se fijan exclusivamente en los puntos de llegada”. Entonces lo que explica su conducta es la carencia de un sistema operatorio reversible. Sin embargo, visto de manera positiva, se puede identificar el uso del esquema de circunscripción para guiar el pensamiento de los sujetos que se encuentran en este estadio. Eso es justamente lo que puede apreciarse en el ejemplo utilizado para ese estadio y entonces la conducta del sujeto no puede ser vista ya sólo como irracional desde la lógica clásica, sino racional desde una estrategia no-monotónica. Además en tanto la revisión que el mismo sujeto realiza para corregir su error también puede ser identificada como plenamente racional, se entiende entonces que de modo global hay un sistema epistémico que busca mantener la coherencia. Esto coincide plenamente con la teoría de la equilibración.

Por otra parte en el estadio de las operaciones concretas Piaget señala la necesidad de los sujetos para que su pensamiento se realice desde las manipulaciones concretas de los objetos. En este mismo estadio se ha presentado el uso del razonamiento abductivo para la formulación de las explicaciones del sujeto. Así, puede apreciarse que el uso de los “observables” tiene una clara utilidad para que se formulan buenas explicaciones y para ello se ha observado el uso de una teoría de trasfondo. De este modo en este nivel puede verse el uso adecuado de un tipo de razonamiento que es crucial para el mismo desarrollo científico. Nuevamente hay una carencia de una adecuada estrategia epistémica plenamente formalizable desde la lógica clásica, pero hay una clara utilización de una estrategia epistémica formalizable desde el razonamiento abductivo.

Ahora bien, en el nivel de las operaciones formales cuando se completan las estructuras lógicas del sujeto de acuerdo con Piaget, también se ha identificado la presencia de un razonamiento no-monotónico, el razonamiento *Default*. Entonces ya no puede seguirse afirmando de modo categórico que la lógica clásica sea el único criterio de racionalidad que permita caracterizar las estrategias epistémicas del máximo nivel de desarrollo cognoscitivo. El uso del razonamiento *Default* muestra que también la racionalidad no-monotónica se encuentra presente de modo importante en ese nivel. Además por la importancia que tienen las relaciones entre lo real, lo posible y lo necesario en el nivel formal avanzado, el razonamiento *Default* tiene más relevancia puesto que su esquema integra un fuerte vínculo entre ellos.

En general en cada una de las etapas analizadas se ha considerado que de modo global se siguen principios racionales para la revisión del estado epistémico del sujeto. Esto coincide plenamente con la idea piagetiana de la equilibración. Así, en el primer caso se hace patente

este esquema global que busca guardar la coherencia. Por ello, se enfatizó que la corrección del niño después de utilizar el esquema de circunscripción es claramente racional.

Al analizar el caso del uso del razonamiento abductivo también se consideró que el esquema global preserva la coherencia del sistema epistémico del sujeto. Por último, en el caso del razonamiento por *Default* se manifiesta cómo se sigue el principio de economía de la información para minimizar las pérdidas dentro del sistema epistémico.

Debe precisarse también que las lógicas utilizadas para representar cada situación analizada no están necesariamente vinculadas al estadio en que se han utilizado. Así por ejemplo el primer caso, de igualación de columnas, correspondiente al estadio preoperatorio, podría haber sido formalizado utilizando el esquema del razonamiento *Default*. Esto significa que las combinaciones podrían ser mucho más dinámicas y que podrían considerarse otras estrategias en cada estadio que se vinculen de un modo más claro con una determinada estructura lógica. En los casos presentados se ha optado por la lógica que se consideró como mejor para cada uno, sin embargo es muy importante aclarar que las posibilidades están abiertas para encontrar otros vínculos entre estrategias epistémicas y estructuras lógicas.

Por lo anterior, al volver a la pregunta que orientó las investigaciones en el presente capítulo, a saber: ¿es posible que los sujetos, en los distintos estadios, actúen racionalmente siguiendo estrategias epistémicas que puedan comprenderse desde *otros* esquemas lógicos? se puede responder de modo afirmativo. Ahora deben señalarse qué perspectivas se abren al responder de este modo.

## 2. Lógicas no-monotónicas y epistemología genética

Al concluir el presente capítulo se puede afirmar que el vínculo entre los estudios psicogenéticos y las investigaciones sobre lógicas no-monotónicas puede ser muy enriquecedor para ambos campos<sup>15</sup>. Por una parte se abren nuevas posibilidades para que los psicólogos que se dedican a la comprensión de las etapas en la evolución del razonamiento tengan nuevos esquemas desde los cuales comprender distintos modos de racionalidad. Por otra parte los lógicos podrían encontrar desde la psicogénesis principios de construcción de estrategias epistémicas que puedan ser formalizables desde las lógicas no-monotónicas.

Se abren así posibles vínculos para realizar un trabajo interdisciplinario que enriquezca los dos campos de investigación. También se podrían integrar aquellos que han desarrollado mucho del trabajo sobre lógicas no-monotónicas y que se dedican principalmente a resolver problemas de inteligencia artificial. De este modo se abrirían las posibilidades de un trabajo aún más amplio y significativo.

---

<sup>15</sup> Desde luego manteniendo la sana distancia que permita evitar posturas psicologistas o logicistas. Esto podría facilitarse quizá en trabajos interdisciplinarios.

### 3. Sobre el modelo presentado

El ejercicio de formalización de la teoría de la equilibración de Piaget no puede considerarse como plenamente acabado en el presente capítulo. A pesar de que la estrategia general de preservar coherencia y guiarse por la ley de economía de la información, de acuerdo al modelo de Gärdenfors, puede representar algunas de las ideas más importantes de la noción de equilibración aún sería necesario explicar cómo se realizaría un cambio radical de la estructura epistémica del sujeto. Esto es, hace falta tratar de seguir la transformación de una estructura, que caracteriza un estadio de desarrollo, hasta que se convierte en una estructura totalmente distinta en un nuevo estadio. Así, sólo se han presentado casos dentro de un estadio determinado. También sería necesario hacer una revisión más precisa de los postulados que pueden servir para modelar el cambio epistémico dentro de un mismo estadio y buscar aun aquellos que permitan entender las transformaciones de **H** y de los “casos especiales”.

Como ya se mencionó, las lógicas no-monotónicas utilizadas para modelar cada situación no son exclusivas de un estadio por lo que quizá también puedan encontrarse en situaciones distintas dentro de un mismo estadio o quizá también se pueda caracterizar la misma situación desde distintas lógicas. Sin embargo podría también buscarse si hay o no algunas estrategias epistémicas que por sus características puedan ser entendidas mejor desde una determinada lógica, este es un aspecto que también podría ser completado en estudios posteriores.

Finalmente, aunque el modelo presentado tiene problemas de diversa índole y algunos de ellos muy serios, de modo crítico puede considerarse como un primer intento de formalización de estrategias epistémicas desde lógicas no-monotónicas, que puede ser útil para motivar futuros trabajos que permitan superar las limitaciones de éste.

## BIBLIOGRAFIA

### I. Obras de Jean Piaget:

- BC Biología y conocimiento; Ed. Siglo Veintiuno. Traducción: Francisco Gonzalez Aramburu. México. Tercera edición en español. 1975 (1967)<sup>1</sup>
- CRN La construcción de lo real en el niño; Ed. Grijalbo. Traducción: Rafael Santamaría. México. 1995. (1937)
- EE El estructuralismo; Ed. Oikos-tau. Traducción de J. García Bosch y Damia de Bas. Segunda edición en español. 1980 (1968)
- EEC La equilibración de las estructuras cognitivas; Ed. Siglo Veintiuno. Traducción: Eduardo Bustos. Madrid. Segunda edición en español. 1990 (1975)
- EG La Epistemología Genética; Ed. Debate. Traducción: Juan Delval. Madrid. 1986 (1970)
- ELO Ensayo de Lógica Operatoria; Ed. Guadalupe. Traducción: María Rosa Morales de Spagnolo. Argentina. 1977. (1949)
- FED Las formas elementales de la dialéctica; Ed. Gedisa. Directora de la serie *Investigaciones en psicología y educación*: Monserrat Moreno. España. 1982 (1980)
- FSN La formación del símbolo en el niño; Ed. Fondo de Cultura Económica. Traducción: José Gutierrez. México. 1977 (1945)
- IEG Introducción a la epistemología genética; Tomos I-III. Ed. Paidós. Traducción: María Teresa Cevasco. México. 1987 (1950)
- ISC Investigaciones sobre la contradicción; Ed. Siglo Veintiuno. Traducción: Juan Delval y Mario Carretero. Madrid, España. Primera edición. 1978 (1974)
- NEG "Génesis y estructura en psicología", en Las nociones de estructura y génesis T. IV. Ed. Nueva Visión. Traducción: Floreal Mazía. Buenos Aires. 1975. (1966)
- NIN El nacimiento de la inteligencia en el niño; Ed. Crítica. Traducción: Pablo Bordonaba. España. 1985 (1936)
- TL Tratado de lógica y conocimiento científico; Tomos I-VII. Ed. Paidós. Traducción: M. M. Prelooker. Argentina. Primera edición. 1979 (1967)

---

<sup>1</sup> Año de publicación de la obra original.



**Junto con Bärbel Inhelder**

- EGE** Epistemología Genética y Equilibración. Ed. Fundamentos. Traducción: Juan Manuel Revuelta. 1981 (1977)
- LNLA** De la lógica del niño a la lógica del adolescente; Ed. Paidós. Traducción: Maria Teresa Cevasco. Argentina. 1972 (1955)
- PN** Psicología del niño; Ed. Morata. Traducción: Luis Hernández Alfonso. Madrid, España. Duodécima edición. 1984 (1966)

**Junto con E. W. Beth.**

- EMP** Epistemología, Matemática y Psicología; Ed. Crítica, grupo editorial Grijalbo. Traducción: Victor Sánchez de Zavala. Barcelona, España. Segunda edición: 1980 (1957)

**Junto con Rolando García**

- HLS** Hacia una lógica de significaciones; Ed. Gedisa. Traducción: Emilia Ferreiro. México. Primera edición en México. 1989 (1987)
- PHC** Psicogénesis e historia de la ciencia; Ed. Siglo Veintiuno. Traducción: Rolando García. México. Cuarta edición. 1989 (1983)

**II. Textos Básicos Citados**

- Ali97** Aliseda, Atocha; Seeking Explanations : Abduction in Logic, Philosophy of Science and Artificial Intelligence. Ph. D. Dissertation. Stanford University. Published by the Institute for Logic, Language and Information (ILLC), Dissertation series, University of Amsterdam, 1997.
- C&P** Castorina, A. y Palau, G; Introducción a la lógica operatoria de Piaget. Ed. Paidós. Buenos Aires. 1982.
- Eke92** Ekelund, J.R. y Hebert, R.F; Historia de la teoría económica y su método. Ed. McGraw Hill. Madrid. 1992.
- Gar92** García, R. "The structure of knowledge and the knowledge of structure" en Piaget's Theory. Ed. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers Hillsdale, New Jersey. 1992.
- Gär88** Gärdenfors, P; Knowledge in flux. Modeling the Dynamics of Epistemic States. Ed. MIT Press. Massachusetts. 1988.

- Gär95** Gärdenfors, P y Rott, H; "Belief Revision" en Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming. V. 4 Epistemic and Temporal Reasoning. Ed Clarendon Press. Oxford. 1995
- Gil97** Gil Antón, M. Conocimiento científico y acción social. Ed. Gedisa. España 1997.
- Kuhn86** Kuhn, Thomas S; La estructura de las revoluciones científicas. Ed. Fondo de Cultura Económica. México. 1986.
- Man94** Mankiew. N. G; Macroeconomics. Worth Publishers. New York. 1994.
- McC77** McCarthy, John; "Epistemological problems of artificial intelligence." Documento FTP. Obtenido de la siguiente dirección: <http://www-formal.Standford.edu/jmc/>
- McC86** McCarthy, John; "Applications of circumscription to formalizing commun sense knowledge." Documento FTP. Obtenido de la siguiente dirección: <http://www-formal.Standford.edu/jmc/>
- Mor94** Morado, Raymundo; "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.
- Peirce** Peirce C. S; 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
- Per93** Pérez Ransans, A. R; "Modelos de cambio científico" en Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía. T. 4. La ciencia estructura y desarrollo. Ed. Trotta. Madrid. 1992.
- Rei** Reiter, Raymond, (1980); "A logic for default reasoning." In *Artificial Intelligence*, vol. 13, no. 1-2, pp. 81-132. Reprinted in Ginsberg, Matthew L., 1987, *Readings in Nonmonotonic Reasoning*, Morgan Kaufmann Publishers, Los Altos, California, pp. 68-93.