

nocimiento lógico-matemático, el mecanismo más importante es la abstracción reflexiva.

La abstracción reflexiva es el pensamiento o la reflexión internas sustentados en los conocimientos disponibles. En el nivel operativo formal, la reflexión interna puede generar un nuevo conocimiento una -nueva construcción-. En la etapa operativa concreta, los niños no tienen la capacidad de construir nuevos conocimientos a partir de la mera reflexión interna (Brainred 1978).

**Las analogías.** En un estudio sobre la abstracción reflexiva publicado en 1977, Piaget analiza cómo comprenden los niños las analogías (Gallagher y Reid 1981). Las analogías son de interés porque exigen la construcción y la comparación de las relaciones entre los componentes de que consta la analogía. Según Piaget, estas relaciones sólo pueden establecerse por medio de la abstracción reflexiva.

No es posible deducir directamente de la experiencia las relaciones de las analogías. Por ejemplo, si se considera la siguiente analogía: El perro es al pelo como el pájaro es a las plumas, los cuatro componentes de esta analogía -perro, pelo, pájaro y plumas- son objetos comunes que la mayoría de la gente conoce por experiencia. El meollo de la analogía es la relación entre perro-pelo y pájaro-plumas, relación que no es observable y que se capta mediante la reflexión (abstracción reflexiva).

Una vez que se establecían los conjuntos análogos en una matriz, se hacían sugerencias contrarias como la siguiente: "¿Aquí queda igual de bien la alfombra (E) que el contacto eléctrico (D)? El uso de las sugerencias contrarias sirve para determinar si el niño razona por medio de analogías y cuán resistente es el razonamiento a las sugerencias.

Gallagher y Reid informan que la investigación de Piaget condujo a la identificación de tres niveles de comprensión y razonamiento acerca de las analogías.

*Los niños menores de la etapa 1 (de 5 y 6 años) son propensos a ordenar por pares, pero también a ignorar toda la forma analógica. Por ejemplo, afirman que un perro necesita pelo para mantenerse cálido y que los pájaros necesitan las plumas para volar. La relación entre perro y pelo (A es a B) no se compara con la relación entre pájaro y plumas (C es a D). Para Piaget éste es un ejemplo de abstracción empírica -que*

*capta las características observables-, que impide una solución verdadera de acuerdo con la forma analógica de A:B como C:D.*

*Los niños de la etapa 2 (alrededor de los 8 a los 11 años) pueden completar las matrices. Sin embargo, cuando se les hacen sugerencias contrarias, la forma analógica resulta débil y cambian las respuestas. No obstante, según Piaget, la habilidad para completar las matrices evidencia la abstracción reflexiva -la proyección hacia un nivel más alto de aquél que es extraído de un nivel inferior.*

*En la etapa 3 (aproximadamente a los 11 o más años), los niños pueden resistir las sugerencias contrarias. Se estabiliza la forma A:B como C:D, y los sujetos tienen la capacidad de reflexionar acerca de sus respuestas mediante la explicación consciente de la relación jerárquica obtenida de la consideración de ambas partes de la analogía (1981: 117-18).*

Los niños de la etapa 1 agrupan correctamente, pero su razonamiento característico es que "el automóvil va con la bomba de gasolina y la aspiradora con el contacto eléctrico" sin percatarse de la relación entre los dos pares. Es la exploración del razonamiento de los niños, y no sólo sus respuestas, lo que revela su nivel de comprensión. En la etapa de las operaciones formales, los niños adquieren la capacidad de aplicar las reglas analógicas y articular la forma de la analogía.

El razonamiento analógico es un ejemplo de razonamiento construido de manera casi independiente al contenido. La principal característica de la analogía es la comparación de relaciones entre los pares. Es evidente que esto trasciende lo observable.

## EL CONTENIDO DEL PENSAMIENTO FORMAL

He señalado las principales características estructurales que diferencian al pensamiento formal del pensamiento concreto. ¿Entonces, con qué tipo de contenidos pueden razonar los que efectúan operaciones formales y con cuáles no pueden razonar los que efectúan operaciones concretas? Piaget identifica los contenidos del pensamiento formal como *operaciones propositivas y esquemas operativos formales*.

### *Las operaciones propositivas o combinatorias*

Inhelder y Piaget (1958) exponen la teoría de Piaget de que el razonamiento, durante la etapa de las operaciones formales, en muchos sentidos es parecido a la lógica propositiva que emplean los lógicos. Tal

pensamiento es lógico, abstracto y sistemático. Para apreciar en su totalidad la perspectiva de Piaget es necesario comprender la lógica simbólica.

Dejo a otros la tarea de explicar la lógica propositiva y las particularidades del punto de vista de Piaget (véase Brainred 1981; Ginsburg y Opper 1978), y en su lugar examinaré el tipo de razonamiento que emplean los niños en la etapa operativa formal, el cual es parecido a la lógica propositiva.

El ejercicio empleado por Piaget e Inhelder para examinar la aplicación del razonamiento propositivo es el problema del péndulo ya descrito en este capítulo. Yo indiqué que los niños razonan sistemáticamente acerca de las causas de la oscilación del péndulo exclusivamente en el nivel de las operaciones formales. Entre los pasos que dan los niños están la generación de hipótesis, el diseño y la realización de experimentos, la observación de resultados y la extracción de conclusiones a partir de estos resultados.

En el problema del péndulo, se puede establecer la hipótesis de que todos los factores -la longitud del cordel del péndulo, la pesa del péndulo, la altura en que se suelta la pesa y el impulso desde el que se suelta la pesa-, solos o combinados, intervienen en la oscilación.

TABLA 6.1 PROBLEMA DEL PÉNDULO: CUATRO COMBINACIONES

|   | FACTORES |        | RESULTADOS |
|---|----------|--------|------------|
|   | Longitud | Peso   | Oscilación |
| 1 | larga    | Ligero | lenta      |
| 2 | corta    | ligero | rápida     |
| 3 | larga    | pesado | lenta      |
| 4 | corta    | pesado | rápida     |

En general, en el diseño de un experimento se toman dos de estos factores y se combinan de todas las maneras posibles. La longitud del cordel y el peso del péndulo se pueden ensayar en cuatro posibles combinaciones, y observar la oscilación de cada combinación. En la tabla 6.1 se muestran estas cuatro combinaciones y los resultados observados en la oscilación.

Al observar los resultados relacionados con el factor de peso, se manifiesta que no hay relación entre el peso y la oscilación. Tanto el peso pesado como el ligero tienen oscilaciones lentas y rápidas. Por ello, el peso sólo se puede eliminar como un factor de causalidad. Al observar los resultados concernientes a la longitud del cordel del péndulo, se advierte un patrón constante. Cuando el cordel es largo, sin importar el peso, la oscilación del péndulo es lenta *siempre*. Cuando el cordel es corto, la oscilación es *siempre* rápida. Es claro que la longitud del cordel del péndulo *tiene* un papel en la determinación de la oscilación y que el peso del péndulo *no*. La longitud del péndulo influye en la oscilación; el peso, no.

En el experimento de arriba se efectúan dos de los cuatro factores en las cuatro combinaciones posibles. Es posible realizar experimentos semejantes para determinar el papel, si lo hubiera, de los otros dos factores -la altura en que se libera el peso y el impulso del péndulo-, combinados entre sí y en cada una de las diferentes combinaciones posibles con los otros tres. Los niños que efectúan operaciones formales no siempre estructuran sus investigaciones o experimentos de manera tan formal como se indica en la tabla 6.1, pero son capaces de aplicar el tipo de razonamiento exhibido. Procedimientos combinatorios como éstos ayudan a que los adolescentes que efectúan las operaciones formales lleguen a conclusiones verdaderas.

#### *Los esquemas operativos formales*

Los esquemas operativos son menos "abstractos" en comparación con los propositivos y guardan un parecido más estrecho con el razonamiento científico que las mismas operaciones propositivas. En seguida se analizan dos ejemplos de esquemas operativos formales: la *proporción* y la *probabilidad*.

A través de sus acciones con una balanza como la de figura 6.4, se puede observar el desarrollo del concepto de proporción en los niños. Antes de los siete años, a los niños les resulta difícil igualar pesos en una balanza. Se dan cuenta de que es posible el equilibrio, pero sus intentos por lograrlo siempre consisten en correcciones sucesivas de prueba y error. La comprensión en la balanza nunca es sistemática. Después de los siete años (edad de las operaciones concretas), los

niños descubren que al colocar una pesa pequeña lejos del fulcro se puede equilibrar una pesa más grande cerca del fulcro. Aun cuando aprenden a igualar peso y longitud de manera sistemática, no coordinan las funciones de peso y longitud como una proporción.

#### Figura 6.4

Aproximadamente a los 13 años, se presenta la comprensión del principio de proporción ( $P/L = 2P/2L$ ) cuando el niño llega a percatarse de que el aumento de peso en un lado del fulcro puede compensarse incrementando la distancia del otro lado (Inhelder y Piaget 1958). Por lo tanto, el desarrollo del concepto de proporción en el niño es consecuente con su desarrollo conceptual general. Las diferencias cualitativas en los esquemas de proporción se encuentran en distintas etapas.

#### La probabilidad

La probabilidad, que es un concepto basado en la comprensión de la relación entre azar y la proporción, no se capta antes de la etapa de las operaciones formales.

*... el niño debe de tener la capacidad de realizar por lo menos dos de las operaciones características de este nivel. Debe ser capaz de aplicar un sistema combinatorio que le permita tomar en cuenta todas las posibles combinaciones de los componentes dados, y debe ser capaz de calcular las proporciones -aunque éstas sean muy elementales-, para que de este modo capte el hecho (que escapa a los sujetos en los niveles anteriores) de que probabilidades como  $3/9$ ,  $2/6$ , etcétera, son equivalentes. No es sino hasta los 11 ó 12 años cuando el niño comprende las probabilidades combinatorias (Piaget e Inhelder 1969: 144).*

Con el siguiente procedimiento se puede evaluar el desarrollo del concepto de probabilidad de los niños: sobre una mesa, donde el niño puede verlo, se coloca un conjunto de 96 cubos de madera, de 1 pulgada por lado y de cuatro colores diferentes. La distribución de los cubos por color es 36, 36, 20 y 4. Los cubos se separan de acuerdo con el color, y luego se divide en dos cada grupo. La mitad de los cubos de cada color (18, 18, 10 y 2) se pone a un lado para que se sirva como conjunto de referencia. Los cubos restantes, que el niño debe reconocer como idénticos al conjunto de referencia, se meten en una bolsa o en una caja y se ponen fuera de la vista del niño.

Los cubos que están en la bolsa se mezclan y se le dice al niño que el experimentador va a sacar dos cubos sin mirar a dentro de la bolsa. Se le pide al niño que adivine de qué color serán los cubos. Una vez que el niño responde, se le pide que explique su respuesta. Se sacan los cubos de la bolsa y se colocan sobre la mesa.

#### Figura 6.5

El proceso se repite hasta que el experimentador *está* seguro del nivel de comprensión de este tipo de probabilidad que tiene el niño. Hasta los 11 ó 12 años, los niños en general hacen predicciones sobre bases distintas a la probabilidad, o con muy poca confianza en la probabilidad. Los niños en etapa preoperativa muy rara vez siguen estrategias basadas en la probabilidad. Con frecuencia prevén el color que aparecerá según el color de los bloques anteriores, o predicen su color favorito. Con más frecuencia, lo único que hacen es adivinar. Aunque los niños en etapa operativa concreta con frecuencia aplican una estrategia, no siguen una estrategia de probabilidad.

Los niños que ya efectúan operaciones formales contestan este tipo de problemas con respuestas basadas en la probabilidad. Sus respuestas están determinadas por el número de cubos de cada color que sigue en la bolsa. En su investigación, Heard y Wadsworth (1977) descubrieron que, en promedio, los niños comprenden este problema a los 12 años.

Los conceptos de proporción y probabilidad que evolucionan en la etapa de las operaciones formales son ejemplos de esquemas operativos formales, que son menos abstractos que los esquemas propositivos porque su funcionamiento no está supeditado a la deducción en la misma medida que las operaciones propositivas.