

## CAPITULO PRIMERO

### Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias

Por Rosalind DRIVER, Edith GUESNE y Andrée TIBERGHIEIN

---

Dos niños de 11 años, Tim y Ricky, estudian cómo se alarga un muelle a medida que añaden canicas al recipiente de poliestireno que cuelga del mismo. Ricky deposita cada canica y mide la nueva longitud del muelle antes de añadir la siguiente. Tim lo observa; entonces le interrumpe: "Espera. ¿Qué pasa si lo subimos más arriba?"

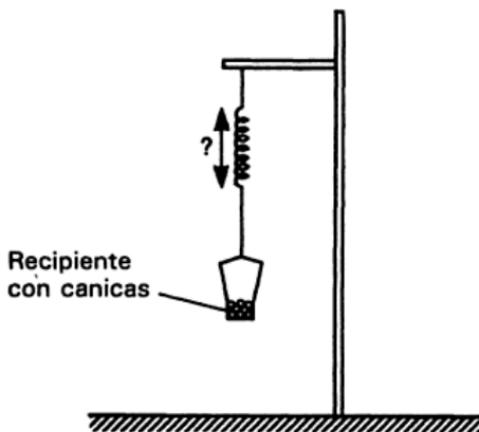


Figura 1.1.

Descuelga el muelle, lo eleva y mide de nuevo su longitud. Aparentemente satisfecho de que la longitud no haya variado, continúa el experimento. Más tarde, cuando se le pidió que explicase la razón para hacer esto, Tim cogió dos canicas, sosteniendo una más alta que la otra y dijo:

“ésta está más arriba y la gravedad tira de ella más fuerte que de la otra. Cuanto más elevada, mayor es el efecto de la gravedad porque si te pones de pie allí y alguien le lanza una piedra, le daría, pero no le haría daño. Pero si la lanza desde un avión, se aceleraría cada vez más y cuando le diese a alguien en la cabeza lo mataría”.

La idea de Tim sobre el incremento del peso cuando los objetos se elevan, alejándose de la superficie de la Tierra no es irracional, como indica su argumento (aunque desde el punto de vista del científico parezca referirse aquí a la energía potencial gravitatoria).

Como Tim, muchos niños llegan a sus clases de ciencias con ideas e interpretaciones de los fenómenos que estudian, aunque no hayan recibido ninguna enseñanza sistemática al respecto. Los niños crean estas ideas e interpretaciones a partir de las experiencias cotidianas en todos los aspectos de sus vidas: a través de actividades físicas prácticas, de las conversaciones con otras personas acerca de aquéllas y de los medios de comunicación.

Este libro presenta las concepciones descubiertas en niños de edades comprendidas entre 10 y 16 años, en diferentes aspectos físicos, y señala su importancia para los profesores y para aquellas otras personas relacionadas con la educación científica.

## **¿Qué podemos decir en relación con esas ideas?**

¿Las ideas de los niños representan modelos coherentes de los fenómenos que se presentan con frecuencia en los ambientes de clase? Los profesores experimentados comprueban que los estudiantes tienen sus propias concepciones sobre los fenómenos, aunque a veces éstas puedan parecer incoherentes, al menos desde el punto de vista del pro-

fesor. Asimismo, se comprueba que a menudo persisten aunque no concuerden con los resultados experimentales o con la explicación del docente. En otras palabras, pueden ser ideas estables. Expondremos ahora con mayor detalle estas características de las ideas de los niños: su naturaleza personal, su coherencia y su estabilidad.

### **Estas ideas son personales**

Cuando los niños de una clase escriben sobre el mismo experimento pueden hacer diversas interpretaciones. Cada uno lo ha "visto" e interpretado a su modo. Nuestra propia conducta es semejante: cuando leemos un texto o discutimos un tema con otra persona, podemos o no modificar nuestro punto de vista. La medida en que modifiquemos nuestra forma de pensar depende, al menos, tanto de nuestras ideas de partida como de lo escrito o dicho. Cuando diversas personas escuchan la misma conferencia o leen el mismo libro, incluso un texto científico, no necesariamente aprehenden o retienen los mismos aspectos.

Los sujetos interiorizan su experiencia de una forma propia, al menos parcialmente: construyen sus propios significados. Estas "ideas" personales influyen sobre la manera de adquirir la información. También encontramos esta forma personal de enfocar los fenómenos en el modo de generarse el conocimiento científico. La mayoría de los filósofos de la ciencia aceptan que las hipótesis o teorías no representan los llamados datos "objetivos", sino que constituyen construcciones o productos de la imaginación humana. Según esto, las observaciones de los hechos están influenciadas por las estructuras teóricas del observador. Las observaciones que hacen los niños y sus interpretaciones de las mismas también están influenciadas por sus ideas y expectativas<sup>1\*</sup>.

El carácter personal de estas ideas, sean del niño o del científico, no significa necesariamente que no puedan ser compartidas por muchas personas (en la historia de la cien-

\* Los números volados remiten a la bibliografía del final del capítulo.

cia ha ocurrido en diversas ocasiones que científicos distintos han desarrollado y utilizado independientemente la misma estructura teórica). Los capítulos siguientes pondrán de manifiesto que los estudiantes, aun de países diferentes, pueden tener las mismas ideas o hacer idénticas interpretaciones de hechos semejantes.

### **Las ideas personales del niño pueden parecer incoherentes**

¿Qué profesor no ha quedado sorprendido por las distintas y a veces contradictorias interpretaciones de fenómenos propuestas por los alumnos en clase? Aun cuando el docente enfrente a los estudiantes con lo que parecen contradicciones, éstos no se darán necesariamente cuenta de ellas. Además, veremos que el mismo niño puede mantener diferentes concepciones de un determinado tipo de fenómeno, empleando a veces argumentos distintos que conducen a predicciones opuestas en situaciones que son equivalentes desde el punto de vista del científico e, incluso, cambiando de uno a otro tipo de explicación del mismo fenómeno. A lo largo de este libro veremos muchos ejemplos de estas contradicciones del pensamiento de los estudiantes. ¿Por qué se producen? La necesidad de coherencia y los criterios para la misma, tal y como los perciben los estudiantes, no son los mismos del científico: el niño no dispone de un modelo único que incluya el conjunto de fenómenos que el científico considera equivalentes. Por otra parte, no siente indefectiblemente la necesidad de una perspectiva coherente, puesto que puede parecer que las interpretaciones y predicciones *ad hoc* acerca de los hechos naturales funcionan perfectamente en la práctica.

### **Estas ideas son estables**

Con frecuencia podemos apreciar que, incluso después de enseñada una cuestión, los estudiantes no modifican sus ideas a pesar de los intentos del profesor para combatir las

mediante pruebas en contra de las mismas. En los capítulos que siguen aparecen unos cuantos ejemplos que ilustran el problema: los niños pueden ignorar las pruebas en contra, o interpretarlas de acuerdo con sus ideas antecedentes. Aunque las nociones infantiles pueden ser persistentes, como hemos manifestado ya, el estudiante no tiene por qué tener un modelo completamente coherente del fenómeno presentado, al menos en el sentido científico de la palabra "coherente". Sus interpretaciones y concepciones son a menudo contradictorias, pero no menos estables.

### **¿Cómo afectan estas ideas al proceso de aprendizaje? Un posible modelo**

Las mentes de los niños no son tablas rasas capaces de recibir la enseñanza de modo neutral; por el contrario, se acercan a las experiencias de las clases de ciencias con nociones previamente adquiridas que influyen sobre lo aprendido a partir de las nuevas experiencias de formas diversas. Esas nuevas experiencias abarcan las observaciones de hechos, las interpretaciones ofrecidas sobre esas observaciones y las estrategias que utilizan los estudiantes para adquirir nueva información, incluyendo la lectura de textos y la experimentación.

El niño, aun cuando es muy pequeño, tiene ideas sobre las cosas, y esas ideas desempeñan un papel propio en las experiencias de aprendizaje. Muchos autores, como AUSUBEL, PIAGET y WALLON, incluyeron esta noción como elemento integrante de sus teorías. Lo que los niños son capaces de aprender depende, al menos en parte, de "lo que tienen en la cabeza", así como del contexto de aprendizaje en el que se encuentren.

El modelo introducido por los científicos cognitivos se ajusta bastante bien a lo que conocemos de la interacción entre las distintas ideas del niño y la forma de evolución que experimentan con la enseñanza. Este modelo se basa en la hipótesis de que la información se almacena en la memoria de diferentes formas y de que todo lo que decimos y hace-

mos depende de los elementos o grupos de elementos de esta información almacenada, que han sido denominados "esquemas"\* . Un esquema puede referirse al conocimiento del sujeto acerca de un fenómeno específico (por ejemplo, a la sensación de frío suscitada por un objeto metálico), o a una estructura de razonamiento más compleja (por ejemplo, la asociación de una variable con otra que lleva a que algunos niños prevean que "cuanto más brille la bombilla, mayor será la sombra"). Por tanto, el término "esquema" denota las diversas cosas almacenadas e interrelacionadas en la memoria. Asimismo, estos esquemas influyen sobre la forma de comportarse y de actuar una persona con el ambiente y, a su vez, puede ser influida mediante retroalimentación (*feedback*) por ese mismo ambiente.

Ilustraremos la idea de "esquema" utilizando como ejemplo la noción que un sujeto tiene de un instituto de bachillerato<sup>2</sup>. Este esquema puede incluir relaciones entre hechos o situaciones comprendidas en él y que son, ellas mismas, esquemas. Algunas representan características físicas, p. ej.: uno o más edificios, escaleras, pasillos, salas, campo de deportes; o personas, incluyendo gran cantidad de estudiantes, profesores, técnicos, limpiadoras y un director.

Otros aspectos del esquema general del sujeto pueden incluir los tipos de relaciones o actitudes presentes entre las personas implicadas, como amistad, sumisión y poder, y las actividades de estas personas, como subir o bajar las escaleras, escribir, hablar, tocar instrumentos musicales y enseñar.

Por tanto, este "esquema" relativamente sencillo del instituto contiene diferentes elementos organizados entre sí para formar una estructura. Ésta puede hallarse ligada a esquemas de otras estructuras (por ejemplo, profesores, estudiantes, educación, etc.).

En la teoría científica hay algunos "esquemas" muy ela-

---

\* Aquí el término "esquema" no tiene el sentido que le atribuye PIAGET, sino más bien el derivado de los estudios sobre la memoria y el proceso de información.

borados que representan el conocimiento correspondiente a un campo concreto como mecánica, luz o reacciones químicas. Estos "esquemas" científicos, integrados en estructuras, se componen, de manera similar, de elementos y de relaciones entre ellos. Sin embargo, difieren del ejemplo del instituto antes utilizado en que algunos elementos de una teoría científica no corresponden a percepciones directas.

Estos modelos de la organización de esquemas integrados en estructuras pueden ser utilizados para describir el aprendizaje o la adquisición de una nueva porción de conocimientos. En primer lugar, consideraremos una analogía con la agrupación de los estudiantes de una clase. Éstos se relacionan entre sí y forman grupos para actividades distintas, como deportes, teatro o ciencias. Estos grupos no son estáticos, sino que se modifican cuando cambian las amistades y los intereses; algunos estudiantes puede que no se relacionen con los otros y permanezcan aislados. Pensemos en lo que sucede al incorporarse un nuevo alumno. Cuando llega, pueden darse varias posibilidades: puede no relacionarse con ninguno de los otros alumnos, permaneciendo aislado; puede unirse a un grupo ya existente, o su presencia puede provocar la reorganización general de los grupos de amigos. El mismo estudiante se integrará de forma distinta según la clase que lo acoja.

La analogía con el aprendizaje es clara: el modo de asimilación de un nuevo elemento de información depende tanto de la naturaleza de dicha información como de la estructura del aprendiz de "esquemas". Por tanto, la misma experiencia facilitada a los estudiantes en sus clases de ciencias puede ser asimilada de manera muy distinta por cada sujeto.

Estas imágenes de la organización de esquemas y de la adquisición de otros nuevos puede dar cuenta de la existencia de estas ideas personales, contradictorias y estables. Cada uno de nosotros tiene una organización característica de esquemas. La información adquirida está ligada a otra información y, aunque la nueva sea idéntica para varias personas, hay pocas probabilidades de que el enlace establecido entre esta información adquirida y la ya almacenada sea el mismo para dos personas distintas.

Cuando un estudiante manifiesta diversos conceptos contradictorios, se ponen en juego diferentes esquemas; estas ideas pueden ser estables todas ellas en tanto en cuanto los esquemas las mantengan integradas en estructuras, de manera que el cambio de una de ellas requiera la modificación de una estructura y no meramente de un elemento de la misma.

Al aprender ciencias, un alumno puede darse cuenta de que un hecho se opone a sus expectativas, de que no se ajusta a sus esquemas. Sin embargo, la simple comprobación de esta discrepancia no implica necesariamente la reestructuración de las ideas del estudiante; esa reestructuración requiere tiempo y circunstancias favorables. Para ayudar a los niños a llevar a cabo esta reestructuración de su pensamiento acerca de los fenómenos naturales, la enseñanza de las ciencias puede desarrollar un importante papel para proporcionar a los alumnos una amplia muestra de experiencias relacionadas con determinadas ideas clave. En capítulos posteriores se ilustra esta cuestión, especialmente en cuanto a las ideas de los niños respecto a la transferencia de calor (Capítulo IV) y sobre los gases (Capítulo VI). En ambos casos, se presentan y comentan ejemplos que ilustran los "esquemas" conceptuales utilizados por los estudiantes en las clases, señalando que los cambios habidos en algunas de estas ideas no se producen rápidamente, a pesar de las actividades prácticas realizadas por los niños.

### **¿Qué ganamos al comprender las ideas de los estudiantes?**

Una de las estrategias, si bien no es la única, que permite adaptar mejor la enseñanza a los estudiantes consiste en tener en cuenta sus ideas previas. Esta adaptación puede darse de diversos modos:

(1) *La elección de los conceptos que se enseñarán.* En ciertos esquemas de enseñanza utilizados con alumnos de secundaria algunos conceptos se consideran obvios y se dan por sabidos al planificar el curso. Sin embargo, como indi-

can los descubrimientos de los Capítulos IV y VIII, el estudio de las ideas de los niños sugiere que incluso nociones aparentemente tan sencillas como la conservación de la materia o la naturaleza intensiva de la temperatura pueden no ser captadas por muchos estudiantes de secundaria. La incompreensión de estas ideas fundamentales puede, en tal caso, llevar a posteriores y más serios problemas de aprendizaje.

(2) *La elección de experiencias de aprendizaje.* Si conocemos las ideas previas de los estudiantes, podemos atacárlas de modo directo mediante experiencias que entren en conflicto con las expectativas, de manera que les obliguen a reconsiderarlas. No obstante, no es suficiente, para promover tal cambio, ponerlas en tela de juicio; hay que presentar otras alternativas, que han de ser consideradas por los estudiantes no sólo como necesarias, sino como razonables y plausibles. El conocimiento de las ideas infantiles nos permite escoger actividades de aprendizaje que puedan ser interpretadas más fácilmente por los estudiantes en el sentido que pretendemos. Tenemos un ejemplo en el caso de la reflexión de la luz por los objetos, descrito en el Capítulo II. La mayoría de los niños de 13 y 14 años reconocen que un espejo tiene la propiedad de reflejar la luz, pero piensan que los otros objetos no lo hacen. En apoyo de esta idea, manifiestan que con un espejo podemos iluminar un objeto o lanzar ráfagas hacia alguien. El profesor puede proponer experiencias semejantes para convencerles de que la luz es reflejada por los objetos corrientes. A mediodía, en verano, un trozo de papel blanco deslumbra cuando recibe la luz del sol. En una habitación oscura, podemos percibir con facilidad un objeto ligeramente coloreado cuando lo iluminamos mediante la luz reflejada por una hoja de papel blanco. Por otra parte, vemos también que el conocimiento de las concepciones de los niños nos permite rechazar algunos experimentos clásicos de la enseñanza que no son interpretados por el niño en el sentido deseado.

(3) *La presentación de los objetivos de las actividades propuestas.* Al formular los objetivos de las tareas de aprendi-

zaje es importante tener en cuenta que los alumnos pueden reinterpretar las intenciones del profesor a su modo. El siguiente ejemplo, de unas alumnas de enseñanza secundaria que seguían la programación de una serie de actividades en fichas de trabajo, ilustra esta cuestión. Un grupo de niñas realizaba un experimento en el que se colocaba un calentador por inmersión en bloques de igual peso, pero de diferentes metales (Figura 1.2). El experimento pretendía demostrar la variación del calor específico entre los distintos metales. Las alumnas tenían que dibujar un gráfico que relacionara temperatura y tiempo cuando calentasen cada bloque. Hacia el final de la clase, se pidió a las niñas que mirasen los gráficos y los comparasen, proponiendo una explicación de lo observado en ellos. La profesora (P) toma parte en la conversación.

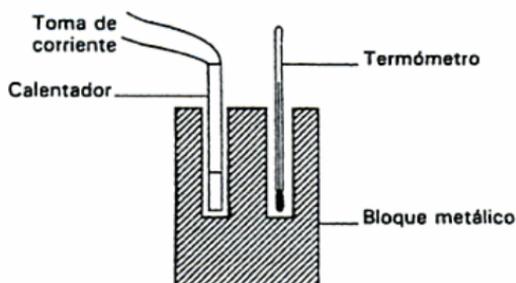


Figura 1.2.

P: ¿Qué os muestra el experimento?

A2: Que los diferentes... mm..., que los materiales diferentes y que... vemos cómo puede viajar el calor a través de ellos.

P: ¿Qué habéis descubierto?

A1: Bueno... pues... que el calor iba a través del... del... hierro más fácilmente que a través del esto...

A2: Aluminio.

Las alumnas habían tenido una experiencia directa: recogieron los datos, pero los habían incorporado a un esquema relacionado con la conductividad, en vez de al que se pretendía.

Si bien es necesario tener en cuenta las ideas de los alumnos al enseñar, ciertamente no es fácil llevar esta exigencia a la práctica. El profesor tiene la responsabilidad de la clase como un todo y puede considerar poco realista prestar atención a las distintas nociones de cada estudiante.

Una de las ideas que aparecen reiteradamente en los estudios revisados en los capítulos siguientes es que, aunque los conceptos que los alumnos emplean para interpretar los fenómenos son diferentes, existen ciertas pautas generales en los tipos de ideas que tienden a utilizar los niños de diversas edades. Los estudios de las concepciones infantiles relativas a cierta cantidad de temas científicos se han realizado en distintas partes del mundo con niños cuya experiencia de enseñanza formal de ciencias variaba considerablemente. A pesar de ello, estudios de investigación independientes entre sí han mostrado que los niños mantienen pautas semejantes de ideas. Por ejemplo, los estudios efectuados en el área de las concepciones de los alumnos sobre la dinámica (Capítulo V), sobre sus puntos de vista acerca de la Tierra (Capítulo IX) y acerca del calor (Capítulo IV) se han realizado en países distintos y los resultados muestran un cuadro coherente con la afirmación de que las experiencias previas de los niños con los fenómenos dominan su pensamiento. Los estudios mencionados en relación con la teoría de partículas de la materia en los Capítulos VII y VIII muestran lo difícil que resulta para muchos estudiantes asimilar aspectos de ese modelo, a pesar del cuidado puesto en el diseño de las secuencias de enseñanza. El informe sobre las ideas de los niños en cuanto a la electricidad del Capítulo III muestra un hallazgo bastante perturbador: domina a lo largo de la enseñanza secundaria la proporción de estudiantes que utilizan un modelo de "secuencia" de corriente eléctrica incorrecto.

Los estudios de este tipo muestran que, a pesar de la aparente variedad de ideas sugeridas en las clases de ciencias, puede ser útil tratar de tener en cuenta las tendencias generales del pensamiento infantil, tanto para planificar las actividades de aprendizaje como para mejorar la comunicación interna de la clase.

En este capítulo, hemos subrayado una perspectiva particular del aprendizaje; en la que consideramos que éste tiene lugar en la interacción entre, por una parte, las experiencias del aprendiz y, por otra, las "entidades mentales", las "ideas" o "esquemas", utilizados para interpretar y dar sentido a aquellas experiencias.

A lo largo de los capítulos siguientes, utilizaremos diversos términos para describir estas "entidades mentales" y cada uno con connotaciones ligeramente distintas. Algunos términos, como "noción intuitiva" o "intuición" se refieren a los orígenes de las ideas; otros, como "concepción", "regla" o "visión prototípica", se relacionan con la generalidad del uso de las ideas. En ciertos casos, la organización de las ideas y la relación entre ellas se realza mediante el empleo de expresiones como "estructura cognitiva", "estructuras" o "modelos de los niños". En otros casos, el término empleado se califica con la palabra "alternativo" (p. ej., "concepción alternativa", "estructura alternativa"), haciendo hincapié en la diferencia entre las ideas de los niños y la teoría científica aceptada.

A nuestro parecer, esta pluralidad de términos refleja tanto la naturaleza polifacética como la variabilidad que caracterizan las ideas infantiles; variabilidad que se manifiesta de un tipo de fenómeno a otro, entre contextos y entre los mismos niños.

No hemos tratado, por tanto, de imponer una terminología común a lo largo de los siguientes capítulos. Como en el cuento del ciego que describe un elefante, cada término utilizado refleja algunos aspectos del tema central de este libro: la descripción del pensamiento de los niños acerca de los fenómenos del mundo natural.

## Bibliografía

<sup>1</sup>Driver, R. (1983). *The Pupil as Scientist?* Open University Press: Milton Keynes.

<sup>2</sup>Tiberghien, A. (1980). "Quel rapport y a-t-il entre ce que les élèves 'ont dans la tête' et ce qu'ils font ou disent"? En *Sciences Physiques*, pp. 197-202. Livre du Professeur 3<sup>ème</sup> coll Libres Parcours, Hachette, Paris.