



FUNDAMENTOS

De las concepciones de los alumnos a un modelo de aprendizaje alostérico

André Giordan (*)
L.D.E.S. Universidad de Ginebra

RESUMEN

En este artículo se hace una caracterización de las concepciones de los alumnos, su génesis y los procesos de cambio de las mismas, proponiendo un "Modelo de Aprendizaje Alostérico" para explicar la progresión en la construcción del saber científico.

1. El concepto didáctico de "concepción"

Iniciándose en los años setenta, los trabajos sobre las concepciones de los alumnos poseen hoy día un lugar destacado entre las investigaciones realizadas sobre la enseñanza. Estos estudios introducen una alteración de las perspectivas sobre los procesos de aprendizaje que puede resumirse como sigue:

1. Los métodos habituales de transmisión del saber y las diversas innovaciones pedagógicas en línea no directiva no producen los resultados esperados. El rendimiento didáctico, en el ámbito de la educación científica, es decir la cantidad de saber adquirido en relación con el tiempo transcurrido, es muy escaso, si no nulo a veces.

2. Un cierto número de "errores" de razonamiento o de ideas "erroneas" renace en

(*) Versión española del original en francés: Pedro Cañal. Dpto. de Didáctica de las Ciencias de la Universidad de Sevilla.

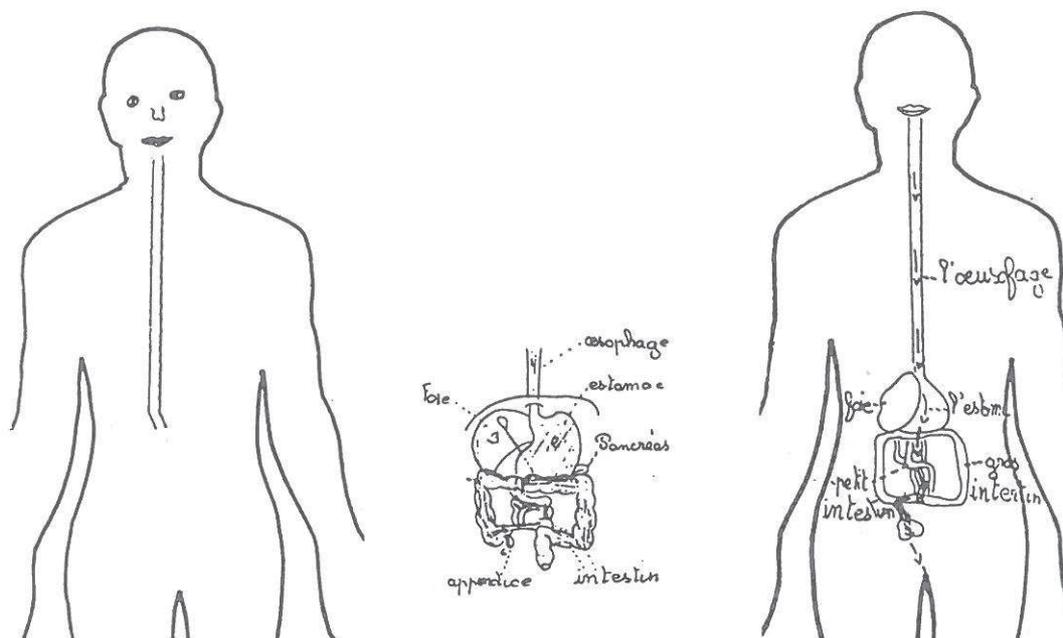


Fig. 1. Ejemplo de concepciones erróneas suscitadas por la enseñanza, incluso teniendo ésta un carácter activo. Los tres esquemas presentan las ideas de un alumno a propósito de la trayectoria de un alimento a lo largo de la digestión: a) antes del curso b) respuesta a esta cuestión a final de curso y c) lo que realmente había comprendido.

nuestros alumnos con una capacidad desconcertante de reproducción, y ello incluso tras múltiples secuencias de enseñanza.

3. Los alumnos poseen previamente a las enseñanzas sistemáticas sobre un objeto de estudio, un cierto número de ideas que denominamos "concepciones".

4. En relación con un fenómeno particular, el número de concepciones de los alumnos no es infinito, sino limitado a algunos grandes tipos que se pueden categorizar y describir con detalle.

5. El aprendizaje de unos conocimientos concretos depende de estas "ideas". El estudiante interpreta las informaciones a través de las concepciones que posee.

6. Si la enseñanza no lo tiene en cuenta, las "ideas" existentes constituirán un obstáculo y las nociones enseñadas serán deformadas por el alumno. En el mejor de los casos, lo enseñado se "pega" o permanece aislado del saber anterior.

7. El conocimiento de las concepciones permite adaptar mejor la enseñanza e incluso proponer una estrategia didáctica más eficaz en cuanto a sus componentes: situaciones, in-

tervenciones del enseñante (o del equipo de enseñantes), ayudas didácticas y "arquitectura" didáctica.

Estos estudios muestran, pues, que en el aprendizaje, el pensamiento (o la mente) de un alumno no se comporta de ninguna manera como un sistema de registro lineal y pasivo. No funciona como una simple estructura de memorización, capaz de formar un concepto como una *estructura de comprensión* bien determinada provista de un modo de funcionamiento y de una coherencia propias.

Esta estructura se constituye progresivamente, a través de la enseñanza, de los medios de divulgación y, sobre todo, a través de las experiencias de la vida cotidiana. Mediante ella se decodifica la información y se da un sentido a las nuevas situaciones. Y es así como se insertan y organizan los nuevos datos, según reglas específicas y en estrecha relación con las cuestiones subyacentes.

Para "dar" una enseñanza que tenga un mínimo de éxito, será necesario, pues, explorar y *conocer estas concepciones* tal como funcionan realmente (y no como se supone que lo hacen) e *interferir* con ellas.

El problema central del aprendizaje no consistirá, pues, hoy día, en el desglose de la materia a enseñar en unidades elementales de conocimiento, referida cada una a un ejercicio particular, o bien en la simple decodificación de elementos verbales transformables en elementos abstractos. Sino más bien en tomar en consideración modelos que pongan el acento en la relación entre una estructura de pensamiento ya constituida y los elementos de conocimiento exteriores.

Puede darse al respecto una atención particular a los trabajos de Ausubel (1968) y de Novak (1976). Para estos autores, el aprendizaje de conocimientos supone una integración en una estructura cognitiva ya existente, que facilita la memorización, y constituye un punto de anclaje para nuevos datos. La integración es facilitada por la existencia de "puentes cognitivos" (Novak, 1976) que hacen significativa la información al relacionarla con la estructura global preexistente.

De la misma manera, la teoría de Piaget, que se basa en las ideas de "asimilación y acomodación", conduce a una "abstracción reflexiva": el alumno introduce en su organización cognitiva personal los datos del mundo exterior. Las nuevas informaciones se tratan en función de las adquisiciones anteriormente constituidas; y ello puede originar acomodación, es decir transformación de los esquemas de pensamiento existentes en función de las nuevas circunstancias.

A estos especialistas en aprendizaje en sentido estricto (sería preciso citar también a Wallon, Vigotski, Bruner, Le Ny,...), es pre-

ciso añadir Bachelard (1936, 1940, 1949) y Canguilhem (1965), que no se incluye habitualmente en esa categoría. Sus trabajos de epistemología son, no obstante, útiles en este contexto.

Bachelard presupone que ante un conocimiento científico, la cabeza del alumno no está "vacía", sino que posee ya una cierta estructuración inicial de la experiencia. Las ideas previas están en el punto de partida de los procedimientos de elaboración de los conceptos y si estos saberes previos se ignoran, no serán suprimidos sino tan sólo alejados temporalmente.

No obstante, es preciso avanzar hasta la actualidad, en donde nuestros trabajos de didáctica, confirmados en parte por estudios de psicología cognitiva, de inteligencia artificial y de epistemología, muestran que se conoce a la vez "gracias a" (Gagné), "a partir de" (Ausubel) y "con" (Piaget), nuestros conocimientos anteriores y, al mismo tiempo, se aprende "contra" (Bachelard) estos últimos.

Además, la producción de aprendizajes descansa primordialmente en dos aspectos: por una parte, las condiciones que el aprendiz debe poner en marcha para provocar la autotransformación de su estructura conceptual y, por otra, puesto que no hay espontaneísmo en la materia, su corolario didáctico: la necesidad de un *entorno didáctico* adecuado, indispensable para favorecer esa evolución. Y sobre estos dos niveles, se comprueba que las principales teorías psicológicas o epistemológicas no ofrecen nada que permita avanzar.

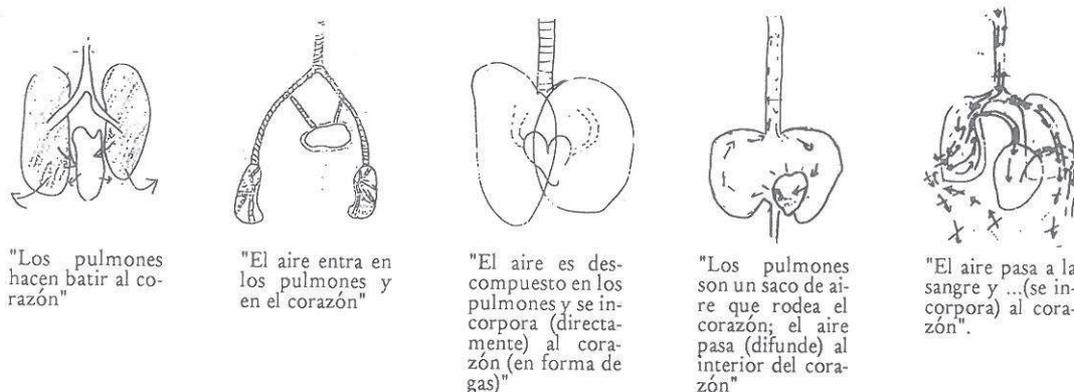


Fig. 2. Ejemplos de concepciones sobre el funcionamiento de los pulmones-corazón

1. TEMPERATURA DE LOS OBJETOS

Observaciones de los alumnos	Concepciones subyacentes
<ul style="list-style-type: none"> ● "El marmol y el hielo son fríos". "La ropa de lana es caliente" 	<p>Para la mayor parte de los aprendices, la temperatura depende de la naturaleza de los objetos. Ciertas sustancias son consideradas como más frías o más calientes que otras. La temperatura de cada sustancia es encarada, en general, separadamente. Lo que hace que una misma habitación pueda parecer evidente atribuir a cada cual una temperatura diferente.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● "El chaleco tiene calor, es más cálido que la camisa" "Siento que la llave es fría" "El poliestireno contiene un poco de frío y un poco de calor" 	<p>Esta temperatura depende de la <i>sensación</i> que produce tocar el objeto. El frío y el calor son percibidos a veces como dos fenómenos diferentes.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● "La lana caliente" "La nieve nos enfría" 	<p>Ciertas sustancias son consideradas como fuentes de calor primario (o fuentes de frío). Se cree generalmente que "si se mete una botella de agua fría en un abrigo de piel, el agua se calentará", independientemente de la temperatura externa.</p>

2. AUSENCIA DE DIFERENCIA ENTRE CALOR Y TEMPERATURA

Observaciones de los alumnos	Concepciones subyacentes
<ul style="list-style-type: none"> ● "La temperatura del agua caliente hace fundir el hielo" "El hielo no tiene mucho calor" "Con el calor que hace, la nieve se fundirá" 	<p>Las frases de los niños contienen indiferenciadamente las palabras temperatura y calor. La utilizan generalmente (e implícitamente) como <i>sinónimos</i>.</p>

3. EL CALOR Y EL FRÍO SON "SUSTANCIAS"

Observaciones de los alumnos	Concepciones subyacentes
<ul style="list-style-type: none"> ● "La camiseta no deja entrar el calor" "El poliestireno toma calor y lo guarda." "El termo impide salir el calor" "El poliestireno no deja pasar ni el frío ni el calor; el aluminio deja salir el calor o el frío" 	<p>Para los alumnos (y ello es válido para la mayoría de los adultos) el calor es una sustancia "El hielo se funde más rápido en la mano porque ésta le da calor" "El calor se desplaza por la cuchara" (cuando se la calienta por un extremo).</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● "El hielo se funde más rápido en la mano porque ésta le da calor" "El calor se desplaza por la cuchara" (cuando se la calienta por un extremo) 	<p>Es frecuente asimismo este razonamiento para el frío, si bien el que no se use la palabra frialdad ("froideur" en francés) plantea algunos problemas al respecto.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● El hielo "da frío al agua" La habitación (calentada previamente) "da calor al agua" 	<p>Como indicábamos antes, el frío y el calor aparecen a veces como dos "fluidos" en competición. Estos fluidos son a menudo identificados con la materia en sí misma (o con una cierta parte de la materia).</p>

Fig. 3. Categorización de las concepciones de los alumnos sobre la respiración y el calor.

Auto-transformación de las concepciones

La necesidad de dar cuenta de los dos aspectos contradictorios antes descritos y de considerar detenidamente el contexto del acto de aprendizaje, todo ello nos ha llevado a formular un esbozo de modelo, que hemos denominado *Modelo de Aprendizaje Alostérico*, haciendo referencia a cierto número de analogías entre los procesos de aprendizaje y determinados aspectos de la estructura y el funcionamiento de las proteínas.

Como todo modelo científico, éste comporta un cierto número de componentes y un motor de inferencias, que pone en relación estos elementos.

Componentes del modelo

Existe consenso hoy día sobre un conjunto de puntos acerca de la manera en que los alumnos elaboran sus conocimientos. A fines expositivos, los agruparemos en cuatro componentes.

1. Todo aprendizaje es la resultante de una actividad de elaboración de un aprendiz que moviliza sus concepciones (preguntas, referentes, significaciones, operaciones, símbolos). El estudiante introduce estrategias para lograr codificar las informaciones espigadas a lo largo de las actividades.

Sus concepciones constituyen "estructuras de acogida" que permiten relacionar las nuevas informaciones. Sirven, asimismo, de punto de anclaje para producir nuevos significados en función de las cuestiones en juego.

El aprendiz va así a elaborar su saber, mediante una interacción entre estas concepciones y las informaciones que puede procurarse e interpretar a través de ellas.

Este proceso no es inmediato; se observa, muy a menudo, que los nuevos conocimientos no son "comprendidos" enseguida, por muchos tipos de razones.

En primer lugar, puede ser que el sujeto no tenga a su disposición una información necesaria. En otros casos, la información necesaria le es accesible, pero no está motivado hacia esa información o la cuestión que le preocupa es otra. En tercer lugar, el aprendiz puede ser incapaz de acceder a ella por cuestiones metodológicas, operativas, referenciales, etc..

Lo más frecuente es, por último, que le falten los elementos adecuados para el desarrollo efectivo de la comprensión.

2. En el caso de los aprendizajes fundamentales, se constata que el saber a adquirir no se integra nunca automáticamente en la línea de los conocimientos anteriores; lo más frecuente es que éstos últimos representen un obstáculo para su integración. Es preciso, pues, una transformación radical de la malla conceptual. Ello implica un cierto número de condiciones suplementarias.

En primer lugar, el aprendiz debe encontrarse en condiciones de superar el edificio constituido por el saber cotidiano. Pero ello no es nada evidente, puesto que las concepciones que él activa constituyen los únicos instrumentos de que dispone; es a través de éstas como codifica la realidad. Le será preciso, pues, poner en cuestión constantemente sus concepciones, pues éstas le conducirán inevitablemente a la evidencia y constituirán así un "filtro" de la realidad.

En segundo lugar, la concepción inicial no se transformará a no ser que el aprendiz se encuentre confrontado a un conjunto de elementos convergentes y redundantes que conviertan a ésta última en algo lleno de contradicciones y, por ello, difícil de utilizar.

En tercer lugar, el sujeto no podrá elaborar una nueva malla conceptual más que conectando de nuevas maneras las informaciones relacionadas, apoyándose fundamentalmente en modelos organizadores que permiten estructurar los saberes de otro modo para responder de forma más pertinente, por ejemplo, a las cuestiones de que se trate.

En cuarto lugar, los conceptos en elaboración exigen, para llegar a ser operativos, una diferenciación progresiva, delimitándose su campo de aplicación en el curso del aprendizaje y consolidándose posteriormente mediante una movilización del conocimiento en situaciones diversas en las que pueda aplicarse.

El aprendiz deberá, pues, avanzar frecuentemente contra su concepción inicial, pero no podrá hacerlo más que "con" esas concepciones, y ello hasta que éstas "mientan", al llegar el alumno a considerarlas limitadas o menos fecundas que otras.

3. El aprendizaje de los conceptos exige que el alumno ejerza un control deliberado

sobre los procesos que rigen esta actividad, y ello en diferentes niveles.

Primeramente, el aprendiz debe reorganizar la información que se le presenta (o que él se procura) en función de la apreciación que hace de cada situación, de los significados que elabora al respecto y de las representaciones del conocimiento que establece. A continuación, debe conciliar el conjunto de los parámetros anteriores para constituir -en el caso en que pueda ser reutilizado- un nuevo conocimiento. Por último, debe reparar en las semejanzas y diferencias entre los antiguos conocimientos y los nuevos y resolver las frecuentes contradicciones.

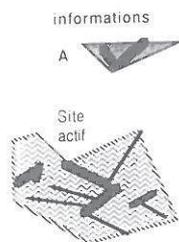
Se puede resaltar aún, que los conceptos objeto de aprendizaje no son comprendidos de golpe por el alumno, que tendrá necesidad de informaciones complementarias o bien de otro sistema de relación. Ahora bien, no podrá efectuar estas actividades necesarias más que si previamente ha verificado que de hecho no ha comprendido la información transmitida o que su sistema de pensamiento no es adecuado. Y, en general, se comprende la estructura de conjunto cuando se hace necesario examinarla para hacerla funcionar o para enseñarla.

4. Para realizar estos procesos múltiples, será preciso tener en cuenta la duración: los aprendizajes fundamentales exigen tiempo, pues requieren necesariamente una serie de etapas sucesivas.

Si no se satisfacen estas condiciones puede comprometerse el aprendizaje de conjunto.

Motor de inferencia del modelo

1. La adquisición de conocimientos de tipo conceptual se sitúa en la prolongación de las adquisiciones anteriores, que proporcionan el marco de cuestionamiento, de referencia y



Zona de estructura de pensamiento inicial activada por el aprendiz.



Introducción de la información en el sistema de pensamiento del alumno.

de interpretación, y, a la vez, en la ruptura con éstas o, al menos, en su desviación. Así, desde el momento en que se produce la comprensión de un fenómeno, cuando se domina un nuevo modelo, el conjunto de la estructura mental del individuo se reorganiza: su aproximación a la realidad será totalmente distinta.

Este proceso conflictivo puede profundizarse comparando el funcionamiento del pensamiento (y de ahí del aprendizaje) con la estructura y funcionamiento de la enzima.

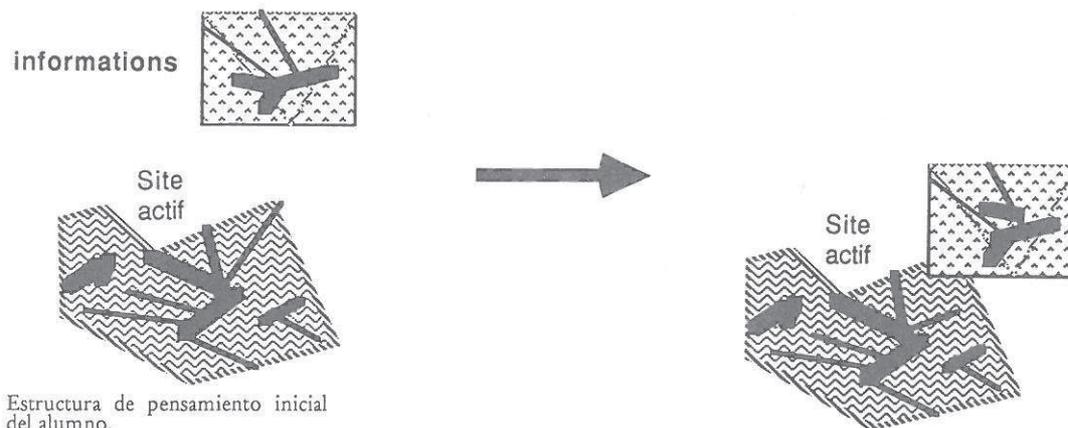
De la misma manera que el saber se constituye a partir de informaciones, las proteínas están constituidas por cadenas de aminoácidos unidos entre sí. Pero en los dos casos lo que es significativo, no es directamente la sucesión o el orden de los elementos en las cadenas sino las diversas relaciones establecidas entre partes de la cadena o entre distintas cadenas. Estas últimas relaciones son las constitutivas, las que crean la estructura de la macromolécula, su fisonomía interna y externa.

2. En el aprendiz, es la malla de relaciones establecidas entre las informaciones registradas y su sistema conceptual lo que es pertinente para el aprendizaje, y no el orden de registro de los datos. Esta malla de relaciones constituye la trama de su sistema de pensamiento, la guía de cuestionamiento y análisis que el alumno activa para interpretar las informaciones recibidas.

Estas últimas no serán comprendidas, y en su caso almacenadas, a no ser que se interconecten significativamente con el marco de pensamiento del aprendiz. Es posible, a ese nivel, definir unos "sitios activos conceptuales" por donde las nuevas informaciones podrían conectarse. Esta es la base del proceso de adquisición de datos habitual, la que funciona generalmente cuando se lee el periódico o se presencia un debate en televisión.

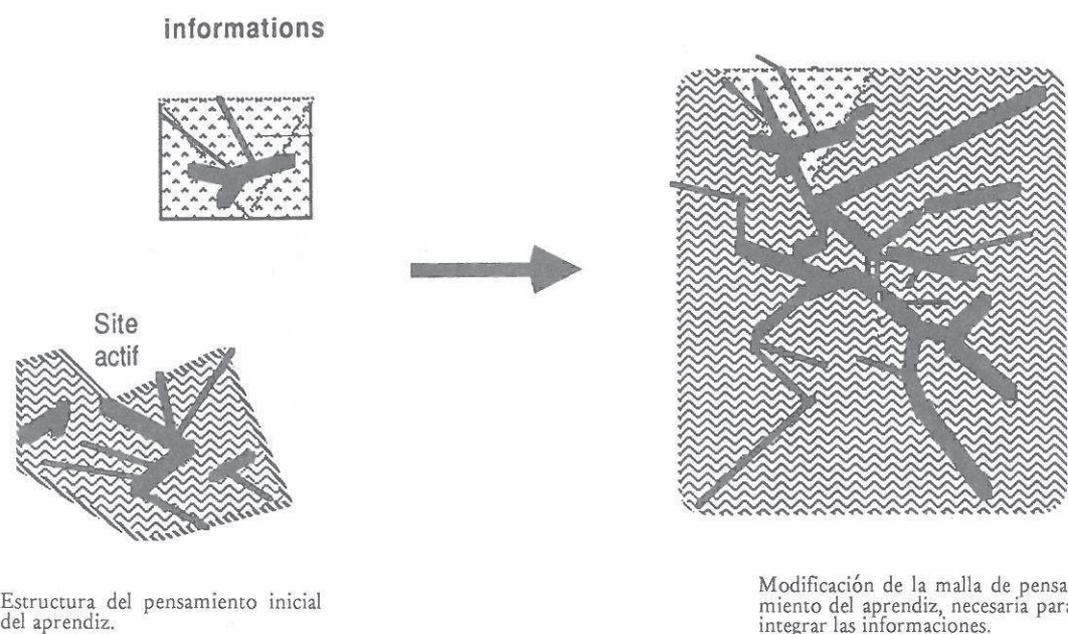
Sobre cierto contenido, las nuevas informaciones no pueden integrarse directamente sobre la estructura conceptual existente. En

el mejor de los casos estas se "pegan", pero lo más común es que se eludan o queden aisladas.



Es indispensable una deformación de la estructura del pensamiento del aprendiz. En este último caso, relativo a los aprendizajes en profundidad, es cuando el modelo alostérico adquiere toda su significación. Del mismo modo que la estructura de la proteína puede

modificarse totalmente por la introducción de un nuevo aminoácido, de un óligo-elemento (transformación alostérica), la estructura conceptual del aprendiz puede transformarse igualmente cuando ciertos elementos nuevos se introducen e integran en el conjunto.



En ese momento, se constituye una nueva organización del saber que puede llegar a ser funcional y enriquecerse si se moviliza, como habíamos visto anteriormente.

Esbozo del modelo alostérico

Una perspectiva como la expuesta conduce a poner el acento sobre la importancia de los esquemas de estructuración que existen entre los conceptos. Ello plantea el problema de la integración de estos últimos en un conjunto que produce un significado particular en respuesta a una problemática específica: ciertos conceptos poseen un papel de "encrucijada", es decir de organizadores, en tanto que otros parecen más secundarios.

Para explicitar esto, proponemos la metáfora siguiente. De la misma manera que la proteína establece relaciones funcionales privilegiadas con óligo-elementos o fosfolípidos en puntos muy precisos de su estructura, el alumno aprende relacionando las informaciones exteriores, pero no linealmente, unas tras otras, como pretende la pedagogía expositiva o transmisiva, sino poniendo en relación estas informaciones con sitios específicos de su malla conceptual.

Estos sitios característicos, que permiten la codificación de la información y la puesta en relación con la misma, se "activan" por la situación de aprendizaje. Y son igualmente esos sitios los que son activados y transformados prioritariamente para permitir la integración de los nuevos datos.

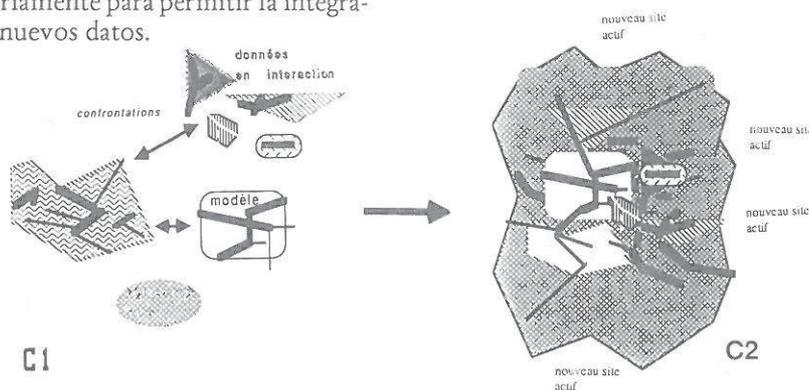


Fig. 4. Modelo alostérico de apropiación del saber. Se puede constatar en este caso relativo a los aprendizajes fundamentales, que la estructura de pensamiento activada por el aprendiz llega a ser totalmente reorganizada, apoyándonos en el esbozo introductorio del modelo. Una vez que la nueva estructuración se realiza, el alumno cambia de nivel de conceptualización y se generan nuevos sitios activos, permitiendo tomar en consideración un mayor número de informaciones.

Todo lo anterior conlleva a su vez la elaboración de un nuevo nivel de formulación del saber. En el caso de los aprendizajes fundamentales, el nuevo dato no se inscribe en la línea de los conocimientos anteriores; éstos representan frecuentemente un obstáculo para su integración. En este caso, igualmente, el modelo alostérico propone elementos de comprensión: se observa, en efecto, modificaciones totales de la organización de ciertas proteínas bajo la influencia de un elemento suplementario. La secuencia de los aminoácidos permanece idéntica, pero se producen nuevas relaciones inter-cadenas, que provocan, en el caso de las enzimas, una modificación importante de su estructura y, por ello, de sus propiedades intrínsecas.

En el caso de los aprendizajes conceptuales, es preciso encarar una deformación intelectual de los sitios activos de la estructura del pensamiento del aprendiz. Y, al igual que para las proteínas, esta deformación puntual puede desembocar en una transformación radical de la malla conceptual.

Permanecen las mismas informaciones, pero éstas no serán "leídas" y entresacadas de la misma manera. Los conceptos son, en ese momento, conectados por otras relaciones que les proporcionan otra significación. Su importancia relativa llega a ser diferente: otra estructuración del pensamiento llega a ser funcional.

Un entorno didáctico

Nuestras investigaciones didácticas nos aclaran, al mismo tiempo, las razones del fracaso, tanto de diversas prácticas pedagógicas tradicionales como de ciertas innovaciones. La adquisición de conocimientos procede de la *actividad de elaboración* de un aprendiz, confrontando la nueva información y sus conocimientos movilizados y produciendo nuevas significaciones más aptas para responder a los interrogantes que se plantea.

La actividad personal del individuo es así reubicada en el corazón del proceso de aprendizaje: será éste el que seleccione, analice y organice los datos para elaborar su propia respuesta. En todo caso este proceso no será el fruto del azar, sino que se establecerá en función de las estructuras de pensamiento existentes (preguntas, marcos de referencia y operaciones dominadas) y de los riesgos que percibe en la situación.

Entre el aprendiz y el objeto de conocimiento debe instalarse un amplio sistema de interrelaciones. Esto no es instantáneo, sino que depende mucho de la situación, del entorno en que uno y otro se sitúan. Debe ser fuertemente favorecido, por ello, lo que denominamos un "entorno didáctico", puesto a disposición del alumno por el enseñante.

La probabilidad de que el aprendiz pueda "descubrir" sólo el conjunto de elementos necesarios para transformar los interrogantes, formulaciones, relaciones múltiples y posibles reformulaciones es nula, prácticamente, en un tiempo limitado, a no ser que sea puesto en situaciones adecuadas (situaciones cuestionantes, múltiples confrontaciones), que tenga a su disposición un cierto número de elementos significativos (documentación, experimentación, argumentación) y que posea unos formalismos mínimos (simbolismos, gráficos, esquemas o modelos) que pueda *emplear en el proceso*.

Puede añadirse que un nivel de saber no sustituye al anterior más que si el aprendiz encuentra en éste un interés y aprende a utilizarlo. Debe poder enfrentarse a ciertas situaciones adaptadas y a informaciones seleccionadas para permitirle un cambio rentable.

Es preciso, pues, abandonar la idea de dejar a los alumnos que elaboren los conceptos a partir de la observación o la experiencia de clase exclusivamente. Ello no significa que sea necesario volver indefectiblemente a un proceso expositivo tradicional; somos conscientes de que "dar" o "mostrar" una noción no es algo operatorio, salvo excepciones en la que la estructura de pensamiento está lista para aceptar directamente la nueva información, lo que es acorde con el modelo "alostéorico" expuesto.

Entre los parámetros significativos que deben estar presentes, necesariamente, en el entorno didáctico pueden destacarse una serie de ellos.

Primeramente, es preciso *inducir los desequilibrios conceptuales pertinentes*. Se trata de hacer nacer en el aprendiz una actividad constructiva. Para ello, es útil motivarlo en relación con la cuestión a tratar (o al menos hacer que entre en ella). Es necesario igualmente que posea un cierto nivel de actitud y de dominio de los procesos científicos (Giordan, 1978). Debe ser capaz de explicitar su pensamiento y de ponerlo a prueba.

Será indispensable la *confrontación auténtica* de sus ideas (alumno-realidad, alumno-alumno, alumno-información, alumno-maestro). Todo ello debe convencer al aprendiz de la inadecuación de sus concepciones en relación con el problema tratado. De ahí la necesidad de diversos argumentos y no de uno sólo y presentado rápidamente. Esta argumentación deberá llevarle a relacionar un conjunto de nuevos datos para enriquecer su experiencia en el aspecto estudiado. Y éstos le inducirán a relativizar el valor de sus evidencias anteriores y, muy frecuentemente, a reformular el problema o/y a encarar otras relaciones.

En segundo lugar, es importante que el sujeto que aprende *tenga acceso a un cierto formalismo*, en tanto que ayuda para la reflexión. Este formalismo, que puede ser de diversa índole (simbolismo, esquematización, modelación), debe ser fácilmente utilizable para permitirle organizar los nuevos datos y servirle de punto de anclaje para producir la nueva estructuración del conocimiento.

Las principales dificultades que el alumno se encuentra en este sentido consisten fre-

cuentemente, bien en no saber como relacionar lo conocido con lo nuevo, bien en no llegar a actualizar las informaciones conocidas, o bien, por último, en no encontrar un mismo denominador para un conjunto de fenómenos comunes. Si lo que ha aprendido anteriormente no le es accesible, es importante emplear procedimientos que ayuden al alumno a relacionar los nuevos datos y lo que ya sabe, así como a producir nuevos significados. Lo que éste percibe permanecerá aislado si está demasiado ligado por adherencias a la situación de origen. Sus concepciones permanecerán en un marco organizador antiguo.

En todos estos planos, la inducción de nuevos modelos pueden permitir una visión renovada de la realidad, sirviendo de "nucleo resistente" para relacionar las informaciones y producir un nuevo saber.

En el plano didáctico, están en curso numerosas investigaciones y aparecen diversos procedimientos utilizables con éxito, según los momentos. Como primera etapa, se revela que, sobre un contenido dado es más económico que el profesor proporcione un esbozo de modelo. Ello debe rodearse en todo caso de ciertas precauciones: es útil que este premodelo sea legible, comprensible, adaptado a la percepción que el alumno se hace del problema. Ante todo, es necesario que éste tenga ocasión de familiarizarse con su uso, es decir, que tenga la posibilidad de "hacerlo funcionar" y producir algo con él.

El conocimiento de las actividades de elaboración requeridas para efectuar un aprendizaje conceptual puede permitir al enseñante paliar una dificultad del aprendiz orientándolo hacia la realización de la actividad que falta y ayudándole por medio de procedimientos didácticos adecuados que permitan facilitar la actualización de las concepciones o de las actividades relacionadas con éstas.

En todo caso, estos parámetros, siendo necesarios, son insuficientes para una adquisición duradera si no se combinan conjuntamente con otras condiciones.

Así, es útil también el proporcionar situaciones en las que el aprendiz pueda *movilizar su nuevo conocimiento* para comprobar su operatividad y limitaciones. Más allá de esta

aportación directa, estas actividades mostrarán al alumno que los nuevos datos son más fácilmente aprendidos cuando se integran en estructuras de acogida. De esta forma se habituara a insertar lo nuevo sobre lo antiguo, situando este tipo de actividades entre lo que el alumno conoce y lo que está aprendiendo. Aprenderá así a activar los conocimientos anteriores necesarios e incluso, en ciertos casos, a imaginar tipos de guías personales que le permitirán efectuar esa interrelación.

Por otra parte, es importante que estos aprendizajes, con vista a su estabilidad, sufran una *integración vertical mediante ciertos conceptos organizadores*, punto que no desarrollaremos aquí puesto que se refiere a un aspecto diferenciado, en relación con las finalidades educativas.

Finalmente, resaltaremos la necesidad de que el *aprendiz desarrolle un conocimiento sobre el conocimiento*, especialmente en forma de *reflexión sobre* las prácticas conceptuales para percibir la aportación, el interés y tomar conciencia de las "lógicas" subyacentes en los procesos desarrollados. Numerosas dificultades contrastadas muestran que, a veces, el obstáculo en el aprendizaje no está ligado directamente al saber en sí mismo, sino que se deriva de la imagen o de la epistemología intuitiva que el alumno posee sobre el proceso experimental o sobre los mecanismos de apropiación del conocimiento.

De todos los puntos citados, se destaca netamente que el papel del enseñante es primordial e irremplazable: la suma de sus aportaciones, interacciones, la progresión en la puesta en marcha, no puede fijarse en un programa preestablecido. Su función es la de *organizador de las condiciones del aprendizaje*.

Es el aprendiz quien elabora, integra..., en una palabra aprende, y ello a partir de sus propias estructuras de pensamiento. Es él mismo el que, por una u otra razón, debe encontrarse en situación de cambiar sus concepciones. Pero el papel del profesor es básico: debe proponer y situar el *cocktail de elementos* (el entorno didáctico que describimos anteriormente) necesarios para hacer funcionar sus conocimientos científicos y técnicos.

REFERENCIAS

- AUSUBEL, D. P. and all. (1968). *Educational psychology, a cognitive view*, Holt, Rinehart and Winston.
- BACHELARD, G. (1934). *Le nouvel esprit scientifique*, PUF.
- BACHELARD, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*, Vrin.
- DELACOTE, G., TIBERGHIE, A. ed. (1984). Recherches en didactique de la physique, *Les Actes du premier atelier international*, La Londe Ed. CNRS.
- DE VECCHI, G., GIORDAN, A. (1989). *L'enseignement scientifique, comment faire pour cela marche?* Z'Editions.
- DRIVER, R.; ERIKSON, G. (1983). Theories in action: some theoretical and empirical issues in the study of students conceptual frameworks in science, *Studies in science education*, 10.
- DRIVER, R.; GUESNE, A.; TIBERGHIE, A. (Ed.) (1985). *Children's ideas in science*, Open University Press.
- FREINET, C. (1965). *Le tâtonnement expérimental*, Ed. Ecole moderne.
- GAGNE, R. M. (1965). *The conditions of learning*, Holt, Rhinehart and Wiston.
- GIORDAN, A. et all. (1978). *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*, Centurion.
- GIORDAN, A. et all. (1983). *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*, P. Lang.
- GIORDAN, A.; DE VECCHI, G. (1987). *Les origines du savoir*, Dalachaux.
- GIORDAN, A. (sous la direction), (1986). *Histoire de la Biologie*, (2 tomes), Lavoisier, Paris.
- GIORDAN, A.; MARTINAND, J. L. (1988). ed, *Etat des recherches sur les conceptions des élèves en Biologie*.
- GIORDAN, A.; MARTINAND, J. L. ed. (1988). *Annales de Didactique des sciences*.

SUMMARY

We have summarized in this paper pupils' conceptions, their origin and the processes to change them, and we propose an "Allosteric Learning Model" to explain how knowledge construction is going on.

RÉSUMÉ

Dans cet article on fait une caractérisation des conceptions des élèves, sa genèse et les processus de change des memes, en proposant une "Modele d'Apprentissage Allosterique" pour expliquer la progression dans la construction du savoir scientifique.