

¿Que tipo de investigación desarrollar para favorecer la transmisión de los conocimientos científicos?

Las representaciones de los alumnos han sido ignoradas sistemáticamente en las enseñanzas científicas. Nosotros proponemos un cambio de actitud frente a las representaciones, formulando la hipótesis de que éstas constituyen, en muchos casos, un “paso obligado”; si se desea promover un saber científico operatorio. En este trabajo exponemos la cuestión del interés didáctico de las representaciones. En un anexo esbozamos una metodología para describirlas y caracterizarlas, discutiendo asimismo el tipo de investigación a introducir para tenerlas en cuenta.

ANDRE GIORDAN*

I. REFLEXIONES PRELIMINARES SOBRE LA ENSEÑANZA CIENTIFICA

La educación científica actual, pese a un cierto número de esfuerzos de renovación, presenta aún graves lagunas, muchas de las cuales denunciábamos ya en 1976 (1). Numerosos investigadores, tanto en Europa como en EE.UU., han puesto de manifiesto que la mayor parte de los conocimientos científicos enseñados en la actualidad a lo largo de la escolaridad, son olvidados al cabo de unos años o, incluso, de unas semanas, si es que fueron realmente adquiridos. Dichos conocimientos resultan ser poco operacionales y difícilmente transferibles a otro nivel de aprendizaje. Es frecuente oír decir a los profesores de enseñanza superior: «la culpa es de la enseñanza media», mientras los de ésta repiten a coro: «es culpa de la primaria». En todo caso, es evidente que estos conocimientos no cumplen una función integradora, sobre todo si se tiene en cuenta el flujo constante de información que llega desde los medios de comunicación social. Difícilmente será aplicable este saber científico a la vida diaria o la vida profesional para orientar una decisión (2).

No desarrollaremos estos temas aquí, pero los ilustraremos anecdóticamente comentando una encuesta sobre la nutrición, realizada en diferentes niveles de enseñanza.

Preguntamos a niños de diez a doce años, tres semanas después de haber recibido un curso impartido por un profesor cualificado que seguía los métodos habituales de enseñanza, qué ocurre con un trozo de pan y un vaso de agua, una vez absorbidos.

El análisis de los resultados muestra que estos alumnos habían logrado memorizar los conocimientos expuestos, pero presentaban un cierto número de dificultades para resolver la cuestión propuesta, como las siguientes:

- Importancia del estómago: centro de la digestión, a expensas de los demás órganos.
- Ausencia de relaciones o relaciones insuficientes entre los tubos digestivos y las diversas glándulas.
- Presencia de dos sistemas digestivos separados para los líquidos y para los sólidos.
- Incomprensión de la absorción intestinal.
- Incomprensión de la función de la digestión.

Estas dificultades pueden comprenderse en alumnos de corta edad. Por ello, hemos propuesto esta misma cuestión a alumnos de catorce y de diecisiete años, tres semanas después de haber trabajado el tema, y también a adultos (maestros en formación), para completar la muestra.

Esta vez los resultados nos han sorprendido, pues encontramos sistemáticamente las mismas dificultades, incluso después de haber seguido cursos bien estructurados, según los criterios habituales. Todo ello nos ha llevado a preguntarnos sobre las aportaciones sucesivas que hace la escuela.

II. LA CRISIS DE LA ENSEÑANZA CIENTIFICA

Se habla mucho, por múltiples razones, de la crisis de la enseñanza de las matemáticas o de la lengua nativa; la de la enseñanza de las ciencias no es menos grave, sobre todo teniendo en cuenta que se produce en un mundo profundamente transformado por las ciencias.

En efecto; cada año se producen dos millones de comunicaciones científicas en las materias más diversas; seis millones de científicos se reúnen en ese mismo periodo de tiempo para poner en común temas tan diferentes como **«cromatografía de líquidos sobre columna»**, **«teoría espectral de los operadores diferenciales»** o **«diferenciación y organogénesis de los carasios»**, etc., por poner algunos ejemplos de coloquios, simposios o conferencias, y sin contar los científicos que trabajan en secreto en centros de estudio o de producción de armamento.

Los resultados de estos trabajos contribuyen a configurar nuestra vida diaria en aspectos tales como los transportes, las comunicaciones, la informática o la medicina, pero igualmente en otros menos previsibles a priori como la alimentación o la sexualidad.

El saber científico enseñado en la escuela o difundido por los medios de comunicación difícilmente se implanta en la población. El espíritu y las capacidades científicas están aún menos extendidos en nuestra sociedad que los conocimientos a que antes nos referíamos: son ejemplos claros de ello los tipos de argumentos que se emplean en la vida diaria o en la política. Es más, desde hace algún tiempo se observa un aumento del número de videntes, echadores de cartas, curanderos de todo tipo y sectas públicas encubiertas, así como un incremento del espacio ocupado por los horóscopos en la prensa o de la tirada de libros sobre las creencias más diversas. Se pueden contabilizar, en este sentido, unos diez mil videntes en la región parisina (estimación en 1982 del Ministerio del Interior), con un gasto anual en 1981 de 4,4 millones de francos (estimación del Ministerio de Hacienda). En fin, para terminar con los datos de este tipo, unos doce millones de franceses creen en los platillos voladores y en los **«marcianos»** (encuesta Dubois-Kapferer).

No argumentaremos aquí sobre las diversas causas que originan estos problemas: reformas sucesivas generalmente desconectadas de la investigación y de las características de la escuela, concepciones epistemológicas sobrepasadas, ausencia de reflexión global sobre el lugar y el papel del saber científico en la sociedad europea, horarios limitados y medios insuficientes, o incluso ausencia de formación rigurosa de las enseñanzas, etc. Querríamos centrarnos aquí en una componente poco mencionada, pero que juega un papel limitante: la educación científica olvida a quien va dirigida, al alumno.

Actualmente el alumno es el «presente-ausente» del proceso educativo. Si se analizan situaciones de clase, por ejemplo, se constatará un desfase considerable entre el maestro, que concibe su materia con su lógica de adulto y de especialista en un campo, y el alumno, que intenta comprender su discurso con la ayuda de sus propias representaciones.

En efecto; tradicionalmente el enseñante se preocupa poco o nada por el marco de referencias y las representaciones de los alumnos cuando prepara o imparte su materia. Esta la configura en base a los programas habituales o a los libros de texto; en el mejor de los casos consulta el estado de los conocimientos científicos sobre el tema o la transposición que efectúan los libros de divulgación.

Ahora bien, nuestros trabajos han evidenciado, y ello se encuentra hoy en día confirmado, que frente a un problema científico o un fenómeno ocurrido en su propio entorno, el alumno dispone siempre de una forma de explicar esa realidad. Y es por medio de esa explicación personal como el alumno intenta comprender -cuando está motivado- las actividades que se desea que haga o los razonamientos que se le dirigen.

Si el enseñante no tiene en cuenta lo anterior, no deberá sorprenderse de que el conocimiento que desea transmitir no logre desplazar a las ideas previas del niño.

Para precisar más lo anterior expondremos un ejemplo extraído de nuestra propia clase.

Un grupo de cinco alumnos estudiaban, mientras los criaban, la respiración de los animales acuáticos. Anteriormente habían investigado la respiración de la carpa roja. El análisis del resumen que ' habían realizado en su momento, incluido en su cuaderno de ciencias del año anterior, mostraba que habían observado los movimientos respiratorios del agua y las branquias. Habían hecho, además, preparaciones microscópicas. En resumen, se podía leer en su cuaderno:

«¿Cómo respira el pez rojo? El agua con oxígeno disuelto entra por la boca y sale por las agallas después de haber bañado las branquias. El oxígeno pasa entonces a la sangre. La apertura y el cierre alternativo de la boca y las agallas aseguran la circulación del agua.»

En el curso de su investigación, les pregunto: «¿**Cómo respira el pez rojo?**». Un alumno responde: «**Absorbe el oxígeno disuelto en el agua por las branquias.**»

Les pido entonces que aclaren ese punto. El grupo se pone de acuerdo y responde: «**Vamos a diseccionar un pez para ver donde están los pulmones.**»

Para reponerme de esta sorpresa y para intentar comprender la coexistencia de estas dos explicaciones (branquias y pulmones), les propongo que hagan un esquema explicativo. Ante la imposibilidad de ponerse de acuerdo, los alumnos me proponen dos esquemas distintos:

Esquema 1. Las branquias tienen el mismo papel que los pulmones, llenándose y vaciándose de agua por un juego de válvulas adaptadas al sistema.

Esquema 2. El aire no podría ser útil para la respiración más que en estado gaseoso. Las branquias actuarían filtrando y reteniendo el aire en forma de gas, que sería conducido a los pulmones.

Estos dos esquemas explicativos son muy significativos en cuanto a la distancia existente entre lo que el profesor enseña y lo que comprende el alumno.

Hemos encontrado múltiples ejemplos de este tipo. Cada uno de ellos muestra igualmente que el conocimiento memorizado en la escuela se yuxtapone con un saber anterior, pero tenaz que, a lo más, se deja modificar parcialmente para afianzarse con mayor firmeza.

De ahí deriva la idea que ha inspirado nuestros trabajos posteriores: la enseñanza científica no puede ignorar ni eliminar las representaciones de los alumnos; es preciso conocerlas, reconocerlas y tenerlas en cuenta a fin de provocar la interacción con ellas.

III. IMPORTANCIA DE LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS

Lo que intentamos promover es, pues, una actitud diferente a través de la hipótesis didáctica de que es el alumno el que construye su propio saber en confrontación, frecuentemente con sus ideas previas e inmediatas.

Esta hipótesis, que hemos intentado corroborar mediante una serie de estudios (3), va en contra de la actitud más generalizada en la actualidad, una actitud de indiferencia hacia el marco de referencia de los alumnos; y ello, porque el enseñante supone o bien que sus alumnos van a reemplazar espontáneamente sus representaciones o bien que su mente está totalmente virgen respecto a los conocimientos de que se trate.

Muchos enseñantes piensan, como escribe Gramausseil, que el pensamiento del alumno está constituido **«como una red de hilos tenues y embrollados que puede romperse en cada momento si se la intenta poner en orden»**. Partiendo de este principio, resulta inútil y falta de interés entretenerse en ello, puesto que se trata de creencias manifiestamente opuestas a la realidad que, naturalmente, serán sustituidas por la lógica del pensamiento adulto. Desde este punto de vista, las ideas del alumno sirven tan sólo para ser eliminadas como ejemplos de un verbalismo sin interés, útil como mucho para hacer tontos, sustentándose la concepción del alumno como **«ese insaciable ansioso que se satisface con cualquier respuesta que se le dé»**.

La ignorancia de las representaciones del niño posee, pues, profundas raíces, y se mantiene en tanto que lo que se busca es grabar sobre la mente del alumno los razonamientos y los marcos de referencia propios del profesor -para **«seguir el programa»**- sin interesarse por lo que el alumno aprende realmente; es decir, en tanto que se preocupe tan sólo de lo que el alumno ha memorizado y contesta en el examen de la semana siguiente y no de lo que ha adquirido válidamente como instrumentos heurísticos.

Pero no es fácil adquirir un conocimiento operatorio ni cambiar rápidamente de modelo explicativo. Bachelard (4) observó y puso en evidencia la dificultad del cambio de modelo, fundamentándola en el hecho de que **«las explicaciones científicas no pueden medirse» con respecto a las ideas que posee en alumno y es necesario ante todo «cambiar el nivel de la cultura»**.

Nuestros trabajos han insistido posteriormente sobre la dificultad de poner en cuestión las ideas que fueron elaboradas mucho tiempo atrás, en su mayor parte muy relacionadas con la práctica cotidiana y, por ello, asimismo, sobre la importancia de lo que Rumelhard (5) denomina **«ya aquí» (6)**, en la medida en que, pensamos, el saber no viene a llenar un vacío, sino que más bien parece ir sustituyendo progresivamente a las representaciones espontáneas (7), que expresan la visión que el alumno posee ya del entorno. Así, pues, si bien relativamente vaporosas, difícilmente expresables y no derivadas de un análisis riguroso, estas representaciones traducen, en cierta forma, una percepción de lo real y son muy raramente puestas en cuestión por los mismos alumnos, incluso cuando el análisis efectuado desde nuestro punto de vista de adulto y especialista descubre las contradicciones internas existentes en ellas.

A continuación iniciamos una serie de trabajos para desvelar las razones por las que ciertas representaciones se mantienen a pesar de las enseñanzas sistemáticas, incluso bien realizadas (Astolfi 1980, 1983), para definir y categorizar estas representaciones (Rumelhard 1980, Giordan et al., 1983, Weil Barais, 1984), o para tener en cuenta estos obstáculos en los procesos de aprendizaje (Zimmermann et al., 1982, Elbin 1983, Ducros 1983, Bazán, 1984).

Martinand (Seminario DEA, París VII, 1981) teoriza al respecto, acercando los trabajos de epistemología y de didáctica de las ciencias. Insiste en el cambio de óptica que existe tras la noción de **«obstáculo»** que se encuentra vehiculada por el concepto de representatividad (8).

Estas investigaciones están en pleno desarrollo, como queda demostrado por las actas de las Jornadas Internacionales sobre Educación Científica, en las que se han intentado recopilar.

IV. PRIMER BALANCE Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACION

Se puede intentar, en un primer balance, una aproximación al interés de las representaciones en el plano didáctico.

Los trabajos mencionados parecen tener el mérito de haber atraído la atención sobre el lugar que ocupa el alumno, y sobre las etapas que franquea, en la construcción de su propio saber.

Se avanza así hacia un mejor conocimiento de por qué ciertas representaciones se mantienen mucho tiempo, escapando por un lado a la confrontación con la realidad y, por otro, por qué estas representaciones hacen que se desvíe el discurso y las explicaciones del maestro, sin lograr desplazarlas.

El no tener en cuenta las representaciones de los alumnos conduce, de hecho, a la coexistencia en la mente de éstos de dos sistemas explicativos paralelos, sin disputas entre ambos. Mientras uno es empleado en las situaciones escolares orientadas por los profesores, el otro reaparece invariablemente cuando la situación es menos escolar.

Es necesario, no obstante, desarrollar estas líneas de investigación en mayor profundidad, tanto en lo referido a la comprensión de los mecanismos existentes, como en cuanto a lo que concierne a los diversos contenidos concretos.

Estas investigaciones podrían dividirse en la práctica en dos grupos complementarios. Un primer grupo de trabajos podría desarrollarse a partir de la pregunta siguiente: ¿cómo construye el saber científico el alumno (en el amplio sentido de todo aquel que aprende) en la escuela, fuera de ella o integrando lo escolar y lo extraescolar?

Es una pregunta cuya respuesta, en la práctica, suele ser eludida, lo que explica el enorme desfase entre lo que el maestro enseña y lo que comprende el alumno.

Es necesario reconocer que, hasta el momento, tan sólo los psicólogos se han interesado en dar respuesta a esa cuestión, a pesar de que las corrientes psicológicas interesadas en ello han dado prioridad a la investigación encaminada a caracterizar globalmente los desarrollos operatorios o las estructuras lógicas, minimizando o descartando los mecanismos de aprendizaje, los procesos de conocimiento y los contenidos sobre los cuales funcionan **(9)**, elementos todos ellos necesarios para la educación científica.

Estas consideraciones y la insatisfacción que nos producen la mayor parte de los trabajos psicológicos en esta línea, deberían conducir al planteamiento de una nueva problemática, así como de unos nuevos contenidos temáticos.

V. UNA PEDAGOGIA DE LAS REPRESENTACIONES

Una segunda serie de estudios podría centrarse en la pregunta siguiente: ¿cómo ayudar al alumno a construir un saber científico, apoyándose en sus procesos de aprendizaje (preguntas, razonamientos, argumentaciones, marco de referencias)?

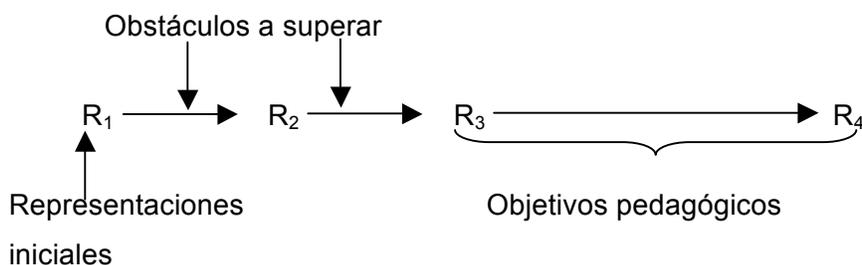
El trabajo basado en las representaciones abre a una nueva perspectiva; en adelante la relación pedagógica se transforma, logrando el alumno, el que aprende, un lugar en ella.

Los resultados de los estudios realizados en esta línea proporcionan unos elementos para el diseño de otra práctica pedagógica. Restan aún por conformar unos modelos (en el

sentido científico del término) de interacción didáctica; desgraciadamente, es aún demasiado pronto para pensar en ellos.

En el estado actual de la cuestión, es necesario ser muy pragmáticos. Nosotros preconizamos, en el plano de la práctica diaria de clase, el considerar las representaciones (y los obstáculos que éstas señalan) como indicadores que permitirán a los profesores desarrollar una práctica pedagógica análoga, en una comparación atrevida, a la de la Medicina. En efecto; al igual que el médico se interesa ante una enfermedad por los síntomas, no para tratarlos, sino para hacer un estudio y proponer un tratamiento a partir de los datos obtenidos, el enseñante podría utilizar los obstáculos como elemento de diagnóstico **(10)**, a fin de inferir el tipo de tratamiento adecuado, es decir las estrategias pedagógicas precisas.

El análisis comparado de investigaciones diversas sobre este punto podría conducir al establecimiento de teorías «del cambio» en relación con situaciones de aprendizaje formal y no formal, centrándose más particularmente en los tipos de situaciones y de intervenciones favorables en función de los obstáculos observados.



Se va dibujando un cierto movimiento en este sentido, pero ¿no sería necesario ampliarlo? La aproximación más racional a los problemas no ha sido nunca una tendencia espontánea; históricamente fue, incluso, una conquista. Es, pues, necesario impulsar este tipo de investigaciones y popularizar sus posibilidades.

De ahí el interés de una reflexión sobre la orientación a emprender y de establecer un cierto consenso explícito sobre este tipo de investigación, llegándose a construir así, junto a las ciencias de la educación y las ciencias básicas, y en relación con ellas, lo que podríamos denominar «**ciencias para la educación**», y más concretamente, en el dominio que nos concierne, «ciencia para la difusión y apropiación de las ciencias».

Martinand propone definir estas ciencias en forma pragmática por analogía con las «ciencias de la ingeniería», teniendo como objetivo no la producción de recetas pedagógicas, sino al desarrollo de una diversidad de herramientas necesarias para los profesores y también para los políticos que toman las decisiones en el campo de la educación, a fin de permitir una elección justificada en los diversos planos de la educación.

ANEXO. METODOLOGIA

La inadecuación y la insatisfacción parcial que nos producen los estudios cognostivistas clásicos, nos ha llevado a definir unos nuevos marcos teóricos, así como a investigar el desarrollo de una metodología original para esos problemas didácticos.

Los obstáculos para el aprendizaje no son evidentes ni transparentes. Deben SER INFERIDOS a partir de los elementos observables de que se pueda disponer o que sea posible provocar: actos y palabras de los alumnos en una situación dada, trazos simbólicos producidos (formulaciones escritas, dibujos, esquemas), etc.

Esta metodología se desarrolla en dos momentos (frecuentemente en interacción). En primer lugar, una fase de recogida de información, seguida de otra de tratamiento de la información.

1. Recogida de información

Para obtener una información fiable sobre la que poder trabajar, deben tenerse en cuenta tres factores fundamentales: la necesidad de recurrir a varios métodos distintos, la de diseñar situaciones suficientemente significativas para el alumno y, por último, la importancia de los momentos de observación en clase.

La observación en clase. Sin ser una panacea, constituye una buena forma de aproximación para descubrir un conjunto de fenómenos específicos, obstáculos en este caso, que es útil analizar. Provee, asimismo, de un cierto número de elementos que es necesario confrontar con otros originados por otras fuentes de información. Ello permite, igualmente, dar un sentido, a veces didáctico, a hechos descritos por otros métodos.

No obstante, se trata en la práctica de una técnica a poner a punto aún, y a utilizar con múltiples precauciones. Vergnaud expone que esta técnica conlleva problemas análogos al método clínico, que los piagetianos supieron superar en su momento. En todo caso, esta técnica no tiene sentido más que si se sabe explicitar lo que se desea observar y los instrumentos metodológicos (problemas e hipótesis) que se utilizarán y, además, si se interpretan los datos recogidos en función de las condiciones didácticas en que se han originado.

Los cuestionarios y entrevistas. Son dos métodos complementarios. El cuestionario permite obtener información de un gran número de alumnos, en tanto que la entrevista, que exigirá una mayor cantidad de tiempo, permitirá explorar en el momento detalles de difícil explicación que pasarían desapercibidos en los cuestionarios.

Nosotros empleamos complementariamente estas dos técnicas, pasando un cuestionario a un gran número de alumnos, seleccionando algunos de los más significativos y entrevistando a fondo a los alumnos correspondientes a partir de sus respuestas al cuestionario escrito.

Estudio de la evolución de las representaciones. Las técnicas citadas anteriormente se complementan con los métodos centrados en la evolución (o ausencia de ésta) de las representaciones. Consisten en probar las representaciones en situaciones reales de confrontación. Reposan en los principios de la evaluación formativa (pre-test, post-test), con un período intermedio de situaciones didácticas tipificadas. El pre-test y el post-test se basan en los métodos antes descritos y en un registro de la acción pedagógica (sonido, sonido/imagen) que facilita el análisis posterior.

La evaluación formativa se utiliza a veces conjuntamente para dos, tres o más alumnos. En este caso, además de los test previo y posterior, se registra el conjunto de las actividades de la clase por observadores exteriores, que observan los actos y las producciones de algunos alumnos, releen sus escritos y eventualmente les preguntan inmediatamente después **(11)**.

2. Tratamiento de la información

El análisis de la información, dirigido a poner de relieve los obstáculos, es un proceso difícil, que exige técnicas depuradas basadas en la repetitividad de los acontecimientos con el fin de establecer **hechos didácticos**.

En el estado actual de la investigación en este campo, es imposible satisfacer al pie de la letra este principio (la repetitividad), que tampoco ha sido alcanzado por completo en otras numerosas ramas científicas. Intentamos aproximarnos a él a través de la confrontación de

elementos y la construcción de ciertos instrumentos metodológicos (indicadores, tablas de análisis).

Confrontación de elementos. Se realiza mediante la utilización de diferentes fuentes de información (reseñadas anteriormente) y la ayuda de la confrontación de interpretaciones procedentes de distintos análisis sobre unos mismos elementos. Esta confrontación se enriquece, y refuerza su fiabilidad, cuando los observadores pertenecen a distintas profesiones: enseñantes, psicólogos, científicos, epistemólogos, historiadores de las ciencias, etc.

Construcción de instrumentos. Para localizar y clarificar las regularidades en la distribución de las representaciones, las operaciones de los alumnos y los obstáculos, se han elaborado una serie de instrumentos de análisis. Se trata, bien de simples listas de indicadores que caracterizan las conductas, bien de tablas de análisis más complejas que categorizan estos indicadores.

Las tablas de análisis permiten, por lo general, hacer el escrutinio de una población de alumnos. Sin embargo, pueden construirse cuadros de representaciones, por analogía al estudio de casos (psicología clínica), a fin de precisar el pensamiento del alumno. Estos cuadros son elaborados a partir del reagrupamiento de los elementos significativos de los alumnos seleccionados tras las entrevistas, conversaciones, producciones escritas y orales. Se trata de una interpretación o, más aún, de una metainterpretación que se origina de un análisis a muchas voces. Estas técnicas permiten observar en detalle numerosos fenómenos relativos al marco de referencia, la formulación, la explicación y sus evoluciones..., y de ahí los obstáculos (12).

* **Andre Giordan es profesor de la Facultad de Psicología y Ciencias de la Educación de la Universidad de Ginebra (Suiza).**

NOTAS

(1) A. Giordan: «Rien ne sert de courir, il faut partir à point» (tesis Universidad París V, París VII, 1976, incluida en «**Una pedagogía para las ciencias experimentales**» (Centurión, París, 1978). Este libro muestra igualmente la importancia de una actitud científica y de las habilidades de investigación a adquirir previamente al saber científico. A. Giordan (bajo la responsabilidad) PUF, París, 1978.

(2) J. F. Kapterer, B. Dubois: **Echec a la Science**. NER. París, 1981. L. Viennot: **Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire**. Herman. París, 1979. M. Mc. Closkey: **L'Intuition en physique in Pour la Sciencee** (trad.). París, 1983. M. Chastrette: «Quel est le niveau des bacheliers en chimie?». **Actualité Chimique**, 1978. L. Lestournelle: «La grande misère de la formation scientifique». **Cahiner Pédagogique**, 1976. P. Bilbao: «Evaluation de l'information sexuelle faite a l'école frangaise». Thèse 3 cycle Universita. París VIII. París, 1981. A. Giordan: **Présentation des II Journées sur l'education acientifique**. Actes JES 2. París, 1980. P. García Barquero et all: **Conocimientos de biología al terminar el curso de orientación universitaria**. Madrid, 1984.

(3) Es conveniente precisar que esta hipótesis no implica que el alumno pueda hacerlo todo como pretendían las pedagogías no directivas. El lugar del maestro y de las situaciones didácticas que ellos niegan es preponderante.

(4) Bachelard: **La formation de l'esprit scientifique**. París, 1938.

(5) G. Rumelhard: «Construction du concept de géne». Thèse de 3 cycle. Université Paris VII. 1981.

(6) G. Rumelhard: «Thèse de 3 cycle non publiée». Université Paris VII. 1980.

(7) Estas representaciones «espontáneas» son coherentes a los ojos de los niños y de los adolescentes y no tienen nada de juego gratuito.

(8) J. P. Astolfi (sous la direction), 1981; J. P. Astolfi, 1983; Rumelhard, 1981; Giordan, 1980; Weil Barais, 1984; Zimmermann et al, 1982; Vuillemier, 1984; Elbin, 1983; Raichwag, 1983; Cueros, 1984; Bazan, 1984; Martinand, 1981.

(9) El alumno no es solamente el niño tal como lo estudia la psicología genética; se enfrenta a un proyecto educativo que depende del sistema educativo, dispone de un cierto número de ayudas didácticas, comenzando

por el maestro. A esto se ajusta la idea de que la apropiación de los conocimientos y la difusión de éstos constituye un objeto de estudio demasiado complejo para que se pueda esperar comprenderlos por una simple aproximación metodológica.

(10) Se constata, en los estudios sobre la formación de los enseñantes, que éstos son más conscientes de su opción pedagógica cuando han sido sensibilizados por la puesta en común de las dificultades.

(11) Se trata en estos casos de métodos en los que debe emplearse mucho tiempo, pero que permiten, con un grado más alto de precisión, apartar las respuestas anecdóticas (el «noimportaquismo», las respuestas «por agradar»), los artefactos (respuestas sugeridas) y las concepciones verdaderamente significativas. Permiten al mismo tiempo obtener elementos sobre las situaciones didácticas y las intervenciones del enseñante que facilitan el aprendizaje (o al contrario, bloqueadoras).

(12) Pueden obtenerse ejemplos sobre cada uno de esos puntos a través del Laboratorio de Didáctica y de Epistemología de las Ciencias. El poster (3 m. X 1,5 m.) puede ser adquirido igualmente.