

INTERES DIDACTICO DE LOS ERRORES DE LOS ALUMNOS

GIORDAN, A.

Universidad de Ginebra.

(Versión española de Concha San Valero. I.B. Font de Sant Lluís II - Valencia)

1. INTRODUCCION

La pedagogía clásica atribuye generalmente los errores de los alumnos al proceso de aprendizaje.

Desde Bachelard se desarrolla una postura completamente opuesta en la investigación e innovación pedagógica, (Bachelard, 1938), que sin embargo no ha llegado todavía al medio escolar. Para él, el error es un «paso obligado», puesto que el saber se construye, y esta construcción se enfrenta a ciertas resistencias: las primeras evidencias, las ideas preconcebidas, los hábitos, que representan obstáculos epistemológicos frente a la construcción del saber.

Canghilhaem (1968) recogiendo en este punto las ideas de Bachelard, dice que el error es necesario y no solo como algo externo al conocimiento sino para «el propio acto de conocer».

En el plano de la didáctica de las ciencias, hemos encontrado este problema (Giordan, 1978) en numerosos conceptos biológicos, en particular en el ejemplo ya «célebre» de la respiración de los peces, donde tras una enseñanza sistemática, los alumnos son capaces de decir:

«Los peces respiran por branquias, absorben el oxígeno disuelto en el agua y expulsan el anhídrido carbónico».

Y, cuando se les incita a investigar más sobre el tema, quieren hacer la disección de un pez ¡para ver sus pulmones!.

Siguieron a este algunos trabajos que trataban de comprender por qué se mantienen ciertos errores a pesar del aprendizaje sistemático, incluso bien hecho (Astolfi, 1989; Rumelhard, 1980), de caracterizar dichos errores (Giordan, 1983; Weil, 1984), o de valorarlos dentro del proceso de aprendizaje (Elbin, 1983; Raichvag, 1983; Ducros, 1983; Bazan, 1984).

A Martinand (1981) se debe un acercamiento de los trabajos de epistemología y de didáctica de las ciencias.

Ha insistido en el cambio de óptica que subyace al concepto de obstáculo: «el error no es un defecto de pensamiento sino el testigo inevitable de un proceso de búsqueda». Además es válido tanto para el paso del conocimiento común al conocimiento científico como en el interior del propio conocimiento científico.

Se plantean, en la actualidad, un gran número de cuestiones en el plano didáctico, puesto que ya no se puede seguir en una pedagogía del error sin más, heredada de un bachelardismo demasiado dogmático (Raichvag, 1983). Se aprende no solo «contra», sino también «con» y «gracias a» los errores, es decir es tan ilusorio «purgar» o «provocar una catarsis» de las ideas falsas, como impartir las clases frontalmente. Se trata, por lo tanto de definirlos mejor, situarlos y conocerlos a fin de tenerlos en cuenta en el proceso educativo.

Formulemos, para ello, algunas de las cuestiones que surgen en clase:

- ¿por qué no comprende el alumno (o construye) lo que nosotros queremos transmitirle?
- ¿cuál es el origen de su fracaso? ¿a qué hace referencia? ¿a qué otras dificultades están asociados? etc.

Y estamos también obligados a interrogarnos sobre su sistema de pensamiento: las cuestiones que se plantea, su marco de referencia, (lo que sabe o cree saber), su sistema de operar (los argumentos que acepta o no acepta), las formas de razonamiento que utiliza, su disponibilidad.

A continuación, y puesto que el profesor no puede construir el conocimiento en el lugar del alumno, se trata de buscar las situaciones o las intervenciones que «obligan» al alumno a romper con sus conocimientos anteriores y los instrumentos que le ayudan a reorganizar sus conocimientos.

Es decir, se tratará también de plantearse cómo hay que

apoyarse en estos obstáculos para ayudar a los alumnos a progresar:

- ¿Cómo tenerlos en cuenta para favorecer los aprendizajes?
- ¿Se puede/debe evitarlos? ¿Darles un rodeo?
- ¿Se pueden eliminar? ¿Rectificar, desplazar? ¿En qué momento? ¿De qué forma?
- O incluso, ¿no se les podría utilizar provisionalmente?

De este modo, formularemos la hipótesis didáctica de que las «tonterías» de los alumnos, simples faltas o errores a evitar, a eliminar, pueden convertirse en un instrumento didáctico que permite el diagnóstico, y a partir de ahí sugerir un tratamiento pedagógico mejor adaptado.

Podrían, igualmente, en último término, considerarse un *instrumento de diagnóstico*:

- Para preconizar un cierto tipo de estrategias educativas frente a una familia de problemas.
- ¿Para considerar si un determinado objetivo es posible o deseable?
- ¿Para examinar si cierto alumno está preparado para abordar el aprendizaje?
- ¿Para investigar los conocimientos previos que hay que introducir? etc.

En este texto, quisiéramos en primer lugar abordar la metodología que nos parece adecuada en la etapa actual para precisar esta cuestión. A continuación, intentaremos presentar un cierto número de obstáculos que hemos descubierto en alumnos de 10 a 14 años sobre el concepto de fecundación. Finalmente quisiéramos exponer algunas consideraciones sobre sus orígenes, o sus funcionamientos en la construcción del saber.

2. METODOLOGIA

¿Cómo poner de manifiesto los obstáculos? ¿Cómo localizarlos, analizarlos, categorizarlos? ¿Mediante qué situaciones adquieren sus significados? ¿Cómo centrarse principalmente en los bloqueos limitantes? ¿Cómo señalar los adelantamientos, los rodeos, las rupturas?

Algunas de estas cuestiones no son nuevas, y se conocen algunos elementos de respuesta. Aunque algunas respuestas nos resulten útiles y globalmente fecundas, no estamos satisfechos: han favorecido, esquematizando las estructuras, las operaciones y de esta forma han minimizado los contenidos, ya sean de física, biología o química. Mientras que, en didáctica de las ciencias, a lo que nos enfrentamos es precisamente a la adquisición de estos saberes.

Estas inadecuaciones y la insatisfacción parcial a la que nos relegan los trabajos cognitivistas clásicos nos han llevado a definir nuevos marcos teóricos (Giordan,

1983) y a proponer una metodología adaptada a estos problemas.

En efecto, los obstáculos no son ni evidentes, ni transparentes. Deben *inferirse* a partir de los elementos observables de los que se puede disponer, o que eventualmente puedan provocarse: acciones y palabras de los alumnos en situaciones, señales simbólicas producidas por los alumnos (formulación escrita, dibujos, esquemas,...)

Con este fin esta metodología descansa sobre dos momentos (a menudo en interacción), una fase de recogida de información y otra de tratamiento de esta información. Describiremos esquemáticamente las características principales de estos dos componentes, del siguiente modo:

2.1 Recogida de información

En esta fase, en la que se trata de obtener una información viable sobre la que sea posible «trabajar», debe darse preferencia a tres aspectos:

- La necesidad de recurrir a diversos métodos.
- La construcción de situaciones que sean significativas para el alumno.
- La importancia de los momentos de observación en clase

2.1.1. La observación de la clase

Sin ser una panacea, es una buena aproximación que revela un conjunto de fenómenos específicos que se deben analizar (en este caso obstáculos). Nos proporciona, además, un cierto número de elementos que se deben confrontar con otros, provenientes de otras fuentes de información. Permite, finalmente, reencontrar con sentido didáctico hechos descritos por otros métodos.

Sin embargo se trata de una técnica que todavía hay que mejorar, y debe utilizarse con extrema precaución. Vergnaud muestra que dicha técnica plantea problemas similares al método de entrevista clínica, que los piagetianos supieron, en su tiempo, superar. En cualquier caso, carece de sentido, a menos que se sepa explicitar lo que se quiere observar y los instrumentos metodológicos (problemática e hipótesis) utilizados por una parte, y se interpretan los datos recogidos en función de las condiciones didácticas que están en su origen.

2.1.2. Los cuestionarios y las entrevistas

Estos dos métodos, en nuestra opinión, son complementarios; mientras que el cuestionario permite recoger información de un gran número de alumnos, la entrevista, que necesita más tiempo, permite registrar con detalle momentos especialmente interesantes. Por otra parte a menudo utilizamos juntas ambas técnicas por razones pragmáticas. Pasamos un cuestionario a un

gran número de alumnos, y después escogemos algunos alumnos «significativos» para interrogarlos con mayor detalle, a partir de las respuestas obtenidas en el cuestionario escrito.

Investigamos siempre con la meta de recoger el máximo de indicaciones significativas para multiplicar los artículos técnicos y para hacer reagrupaciones.

Con tal fin hemos dispuesto una batería compuesta por:

- Un cuestionario o entrevista con soporte verbal o visual (dibujos, diapositivas) o audio-visual (film, dibujos animados).
- Un cuestionario con burbujas de comic (como se muestra en la fig. 1).
- Situaciones estandarizadas.
- Respuestas contrastables con las de otros alumnos o con la realidad (documentos, experiencias).
- O incluso repetición de cuestiones, por ej. en un cuestionario, 3 preguntas (nº 3, 9 y 11) tratan del mismo aspecto de la fecundación:
 - p. 3: ¿Cuál es el papel del padre en la fabricación del niño? ¿Y el de la madre?
 - p. 9: ¿A partir de qué se crea el niño?
 - p. 11: ¿Qué es la fecundación?

2.1.3. Estudio de la evolución de las representaciones

Las técnicas anteriores permiten lanzar la hipótesis de

algunos obstáculos, sin embargo deben completarse con métodos centrados en la evolución (o no) de las representaciones.

Estos métodos consisten en poner a prueba las representaciones en situación real de confrontación. Se basan en los principios de la evaluación sumativa (pre-test / post-test) con situaciones didácticas «tipificadas». El pre-test y el post-test se harían por medio de las metodologías descritas más arriba recogiendo la acción pedagógica (sonido, sonido-imagen) para facilitar el análisis posterior.

También se pueden poner en práctica evaluaciones formativas para 2, 3 alumnos o para equipos de alumnos. En este caso, además de los pre-tests y post-tests, se graba todo el conjunto de actividades de la clase y observadores externos siguen a algunos alumnos, releen sus trabajos, anotan las interacciones entre ellos o con el profesor, y en algunas ocasiones les dirigen inmediatamente después algunas preguntas.

Se trata, en estos últimos casos, de métodos con gran coste temporal, pero permiten con mayor grado de seguridad separar las respuestas anecdóticas (el «cualquier cosa», la respuesta para «agradar»), las respuestas «sugeridas» y las concepciones verdaderamente significativas. Proporcionan, además, la ocasión de comprobar sus resistencias. Permiten, por último, al mismo tiempo, obtener datos sobre las situaciones didácticas y las intervenciones facilitadoras del enseñante o por el contrario enmascaradoras o bloqueantes.

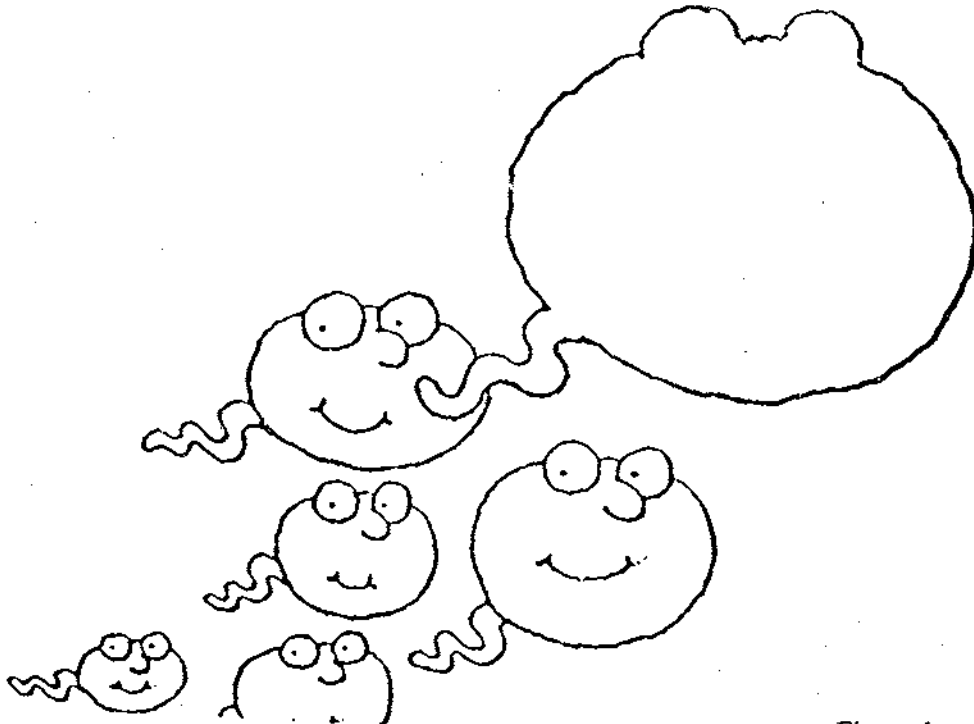


Figura 1

2.2. Tratamiento de la información

El análisis de la información recogida a fin de poner en evidencia los obstáculos es un momento importante, que exige técnicas de probada eficacia basadas en la repetibilidad de los acontecimientos para establecer hechos didácticos.

En el estado actual de la investigación en este campo, es imposible satisfacer al pie de la letra este principio que ni siquiera se alcanza por completo en múltiples ramas científicas. Tratamos sobre todo de acercarnos mediante comparación de elementos y construcción de algunos instrumentos (indicadores, esquemas de análisis).

2.2.1. Comparación de elementos

Esta comparación se realiza por medio de distintas fuentes de información (comentadas más arriba) y con ayuda de las confrontaciones e interpretaciones de varios analistas que han trabajado con estos mismos elementos. Esta comparación se enriquece — y así mismo se refuerza su fiabilidad —, cuando los observadores pertenecen a categorías diferentes: enseñantes, psicólogos, científicos y eventualmente epistemólogos, historiadores de las ciencias.

2.2.2. Construcción de instrumentos

Es necesario elaborar una serie de instrumentos con los que se puedan marcar y analizar las regularidades en la distribución de las representaciones, de las operaciones de los alumnos y por consiguiente de los obstáculos. Se trata, o bien de simples recogidas de indicadores que caracterizan el comportamiento, las operaciones o el marco de referencia de los alumnos, o bien de paneles de análisis más complejos que categorizan estos indicadores.

Estos paneles de análisis permiten estudiar una población de alumnos. Sin embargo, con el fin de precisar el pensamiento de un alumno, se pueden construir marcos de representación, en analogía al estudio de casos (de la psicología clínica). Estos marcos de representación se elaboran agrupando elementos significativos de los alumnos, provenientes de las entrevistas, producciones escritas u orales.

Se trata de una interpretación o más bien de una meta-interpretación consecuencia de un análisis con «varias voces». Permiten observar con detalle numerosos fenómenos relacionados con el marco de referencia, la formulación, la explicación y sus evoluciones o no y a partir de aquí los obstáculos al aprendizaje.

3. OBSTACULOS RECOGIDOS SOBRE EL CONCEPTO DE FECUNDACION

Los obstáculos encontrados con respecto al concepto de fecundación se presentan a todos los niveles: origen del huevo (elementos del padre y de la madre), fe-

cundación, condiciones anejas, embriogénesis del huevo, desarrollo del embrión, modalidad de la fecundación, etc...

Algunos son idénticos en distintos alumnos, otros son muy diferentes e incluso opuestos en su origen. Sin embargo, no aparecen en número muy elevado: se encuentran continuamente las mismas categorías de obstáculos y también sus combinaciones.

Algunos parecen muy lábiles: una simple palabra por parte del profesor permite superarlos, otros son tenaces y se sitúan únicamente en el plano cognitivo, un tercer grupo lo es aún más por hacer referencia a las vivencias del niño (su vida afectiva y sus fantasmas), o a su sistema de razonamiento.

Para terminar esta presentación nos limitaremos a citar algunos bloques encontrados en el plano cognitivo y más en particular sobre el origen del huevo: tomado en el sentido de punto de partida del futuro bebé.

3.1. Orígenes y roles de los elementos sexuales participantes

Las intervenciones del padre y de la madre parecen evidentes para los alumnos de 9 a 14 años; sin embargo sus roles se perciben de formas muy diversas:

- El padre tiene un papel activo: «fecunda», «suministra», «da», «aporta», «deposita», «pone algo», (la semilla, el/los esperma/s, el/los espermatozoide/s).
- La madre tiene con frecuencia un papel más pasivo: «desarrolla» o «trae al mundo el niño», «sirve de hogar» (nido), «alimenta»... y, a veces, «fabrica».

El huevo, según diversas modalidades, resulta ser:

- El producto de los elementos del varón solo.
- Más raramente el resultado del óvulo solo.
- El producto de los dos. En este último caso, también hay distintas explicaciones:
 - El elemento masculino puede encontrar «alimento de la mujer», o con mayor frecuencia «la sangre de la regla».
 - El elemento masculino puede «encontrarse con el óvulo», donde halla «alimento y protección para desarrollarse».
 - El elemento masculino tiene una función desencadenante del «desarrollo» del óvulo: es el «activador», «disparador», que «pone en marcha»...

Por lo que respecta al elemento masculino, se constata:

- Frecuente confusión entre esperma (s), espermatozoide (s) o incluso pequeña semilla, y esto por razones diversas.

— «El esperma es el plural de espermatozoides». La palabra espermatozoide es muy completa para esta edad (en general el vocabulario introducido en este capítulo es demasiado abundante y complejo), pero también hay razones de confusión o desconocimiento del continente y el contenido.

También existen confusiones entre ovario, óvulo y huevo.

El origen de los elementos del padre y de la madre también es muy variado. La fabricación de los gametos masculinos se sitúa con frecuencia en los «vesículos» o en el «epididimos», pero también en los «riñones» y el «cerebro»...

El papel predominante asignado al padre se ha introducido sin duda por la analogía, utilizada abundantemente desde hace unos 15 años, en los libros infantiles y textos escolares: «El papá deposita una pequeña semilla».

Esta analogía, que tiene el mérito de desmitificar el fenómeno, tiene el inconveniente aún mayor de introducir la idea de que es el padre quien desempeña el papel más importante: el papel activo. La madre queda reducida a un receptáculo. Incluso puede llegar a inducir la idea de que es el padre quien fabrica por completo al niño, «algo que contiene al niño» o «dando al niño». A partir de este momento la madre sólo tiene que desarrollarlo, alimentarlo y protegerlo hasta su nacimiento.

Esta analogía produce pues un obstáculo muy importante, excesivamente difícil de superar para construir la idea del papel complementario de los dos sexos en la transmisión de caracteres hereditarios. El papel del óvulo, al introducirlo en la enseñanza, se deforma a menudo debido a esta idea preconcebida. Se convierte en «nido», o en un lugar de «alimento» y «protección» para el espermatozoide o en una «máquina para fabricar los bebés con los elementos del padre».

3.2. La fecundación

Las explicaciones que dan los alumnos de la fecundación en sentido estricto, son asimismo variadas, cada una de ellas puede caracterizar un tipo particular de dificultad.

Traducen:

- O bien una acción global: «el hombre fecunda a la mujer» y después la mujer tiene la posibilidad de «hacer bebés, tal como un músculo permite andar».
- O una acción a distancia: «el espermatozoide se acerca al óvulo y el óvulo se convierte en un bebé».
- O un encuentro / contacto: «el óvulo, descendiendo, va al encuentro de un esperma».
- O una reunión / unión: «el óvulo y el espermatozoide se reúnen y se colocan juntos».

— O una penetración: «los espermatozoides encuentran al óvulo en las trompas y uno de ellos penetra en su interior, introduce su cabeza dentro».

— O una fusión, etc...: «solo uno penetra en el óvulo y se mezcla con él, lo que produce una célula».

En las clases o en los libros de texto se constata, además, el empleo abusivo de la palabra fecundación con connotaciones muy diversas.

Incluso algunas de las explicaciones dadas inducen representaciones particulares en ciertos alumnos. Así, la idea de «ascenso rápido», «se dirigen todos juntos lo más rápidamente posible hacia el óvulo» sugiere la idea de carrera en los alumnos: «es el esperma..., el primero que llega, el que fecunda al óvulo». Esa misma idea conlleva otra idea que hace difícilmente aceptable la penetración de un sólo espermatozoide en el óvulo: en efecto la idea de carrera introduce la idea de línea de meta, la membrana. Entonces, «¿cómo hacen los espermatozoides que llegan a toda velocidad para no entrar?».

La idea de la fecundación de la mujer por el hombre a menudo es inducida. Sin duda todavía planea la idea de que toda la hembra es fecundada por el macho, ¡como en Harvey! Del mismo modo, a menudo es el discurso del profesor o de los textos el que produce la idea del papel activo del esperma o los espermatozoides. Por ejemplo:

«Es el espermatozoide el que fecunda».

«El espermatozoide se acerca al óvulo y lo fecunda».

«Cuando el espermatozoide encuentra al óvulo, lo fecunda (sic)...»

«Cuando uno de ellos (espermatozoides) encuentra un óvulo, puede mezclarse con él: es la fecundación» (Estudios vivos).

«Las semillas parten del pene... Las semillas del hombre se llaman esperma... cuando el pequeño nadador encuentra el huevo, se unen, comienzan a crecer». (Seuil).

3.3. Desarrollo del huevo

El desarrollo del huevo es una «caja negra», un verdadero obstáculo, para la mayor parte de los alumnos. El hecho de saber que existe un «huevo» es explicativo por sí mismo. Esta palabra, para la mayoría de los alumnos, tiene múltiples acepciones, especialmente hacer un bebé «el huevo se desarrolla y ... da un bebé, «el huevo, es el bebé». Las palabras técnicas como «cromosoma», «hormona», «ADN» juegan el mismo papel enmascarador puesto que dan, tanto al niño como al adulto, la impresión de saberlo todo sobre el tema, mientras que, la mayor parte de las veces, no son más que un sonido.

Hay que destacar en este nivel otros obstáculos, relacionados con los que hemos visto. Algunos alumnos no se hacen preguntas a este respecto puesto que el be-

bé está ya formado antes... en el «espermatozoide» o en el «óvulo». El «esperma contiene todos los elementos del bebé... el bebé ya no tiene más que crecer». Nos encontramos así con una de las explicaciones que ha funcionado históricamente para «resolver» este delicado problema. Por el contrario, hay otros alumnos que han oído hablar de desarrollo e incluso de las primeras divisiones celulares. A partir de aquí se establecen dos posturas:

— «Estas primeras divisiones forman partículas y cada partícula constituye un miembro, un órgano del niño».

A este respecto la formación de gemelos, tal como se trata en las clases y en los textos, suele comprenderse mal:

- El 60 % de los alumnos piensa que los gemelos son el resultado de la «fecundación de un óvulo por dos espermatozoides».

- Un 20 % no comprende nada, o no contesta.

- Un 20 % ha comprendido el mecanismo pero se confunde entre gemelos y mellizos.

— Estas primeras divisiones se olvidan para aceptar una explicación muy realista: el óvulo crece y se moldea hasta «adquirir la forma de niño».

Llegados a este punto, los esquemas y los films proporcionan una primera explicación a esta última dificultad. En efecto, en los esquemas de los textos escolares se suelen constatar las divisiones celulares, pero a continuación estas divisiones se hacen muy numerosas, ya no es posible ver las células, y nos volvemos a encontrar con una «bola»: el huevo, presentado exteriormente.

3.4. Fisiología del embrión

Hay que señalar que la vida del embrión plantea otros problemas a los niños, especialmente de alimentación y respiración. Estos últimos se resuelven:

— O bien por el cordón umbilical que sirve para todo, y se le llama a menudo «cordón médico».

— O, de modo análogo, por tubos alimentarios que van hasta la boca, o por tubos respiratorios, a modo de un tubo de buceador.

3.5. Los periodos de fecundidad

Se trata este concepto por lo general, en los distintos países europeos, en relación con el ciclo de la mujer y las menstruaciones. Y son numerosos los obstáculos que aparecen sobre este particular, tanto en chicos como en chicas:

— El punto de partida del ciclo no se suele comprender y rara vez se relaciona con la regla, que se sitúa tanto al principio como al final.

— Existe mucha confusión acerca de las fechas de la ovulación, de fecundidad y los sistemas «naturales» de control de natalidad. La fecha de la ovulación y por lo tanto de fecundidad es el decimocuarto día. Pero aparecen también con frecuencia otros errores:

«Al final del ciclo, el óvulo está mejor preparado».

«Durante la regla», sobre todo los alumnos que piensan que el niño «es resultado del esperma y de la regla».

La regla, con frecuencia, se elimina a pérdida de sangre, de origen desconocido: «vagina», «ovario», «cuerpo amarillo», «trompas». Además, en la mayor parte de los casos se trata de sangre acumulada para alimentar al bebé y si no hay bebé «se elimina». El óvulo, casi siempre, se elimina junto con la regla.

El origen de los obstáculos es fácilmente identificable, estando implícita a menudo la presentación de este punto. En particular algunas incompresiones las introducen los profesores o los libros de texto puesto que se dan pocos elementos al alumno; rara vez se indica que el comienzo del ciclo es una convención, que se basa en el único fenómeno externo observable: la regla.

CONCLUSION

Estos estudios, en su estado actual, pueden recoger, caracterizar y, a veces, explicar cierto número de obstáculos. Muestran asimismo que un conocimiento anterior puede interferir con un nuevo aprendizaje, y la forma en que esto sucede. Nos proporcionan también un cierto número de elementos para formular prácticas pedagógicas nuevas.

Esta etapa, siendo necesaria, es insuficiente si no se articula con otras etapas de investigación. Quedan por establecer modelos, en el sentido científico, de intervención educativa.

Desgraciadamente, la investigación en didáctica y epistemología de las ciencias es todavía demasiado joven para plantearse, fundamentadamente, desembocar en perspectivas que solo a medio plazo verán la luz. En el momento actual, se trata ante todo de ser pragmático, y por esta razón proponemos considerar los obstáculos, en la práctica cotidiana de la clase, como indicadores que nos permiten a los profesores regular la práctica pedagógica según una analogía con la medicina. En efecto, igual que el médico no da un tratamiento a priori a un enfermo, sino que se interesa por los síntomas para hacer diagnóstico y proponer tratamiento, el profesor podría utilizar las representaciones y los obstáculos que manifiestan como elementos de diagnóstico a fin de inferir las estrategias educativas.

Y de hecho las evaluaciones efectuadas en la formación del profesorado muestran que estos ven facilitada su elección didáctica cuando están sensibilizados para descubrir dificultades de aprendizaje de los alumnos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASTOLFI, J. P., 1978. Les representacions des élèves en situation de classe. *Revue Francaise de Pédagogie*. Vol 45 pp. 126, 128.
- BACHELARD, G., 1938. *La formation de l'esprit scientifique* (7^a ed. 1972. Vrin: Paris). Hay traducción castellana en Siglo XXI.
- BAZAN, 1984. La Respiration. *Thèse 3^{ème} cycle* (Université de Paris VII: Paris).
- CANGUILHEM, G., 1962. *Etudes d'histoire et de philosophie des Sciences*, (Vrin: Paris).
- DUCROS, 1983. Representations d'élèves d'école primaire sur la circulation du sang. *Memoire. Séminaire de recherche*. (Université de Paris VII: Paris).
- ELBIN, 1983. Animation pédagogique. *Mémoire. Séminaire de recherche*. Université de Paris VII: Paris).
- GIORDAN, A., 1978. *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. (Centurion: Paris).
- GIORDAN, 1984. Le sottisier: un outil pédagogique. *Actes 6^{èmes} Journées Internationales sur l'Education Scientifique* (Paris).
- GIORDAN et al, 1983. *L'élève et / ou les connaissances scientifiques*. (P. Lang: Berna).
- MARTINAND, 1982. Les obstacles épistémologiques. *Cours DEA*. (Université de Paris VII: Paris).
- RAICHWEG. 1983. Representations d'élèves d'école primaire sur la sexualité. *Memoire. Séminaire de recherche*. (Université de Paris VII: Paris).
- RUMELHARD, 1980. *Thèse 3^{ème} cycle*. Universidad de Paris: VI.
- WEIL BARAIS, J.P. ASTOLFI et al, 1984, *Expérimenter* (Privat: Toulouse).