

LA GENERACIÓN AUTÓNOMA DE «CONFLICTOS COGNOSCITIVOS» PARA FAVORECER CAMBIOS DE PARADIGMAS EN EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

COLOMBO DE CUDMANI, L., SALINAS DE SANDOVAL, J. y PESA DE DANÓN, M.
Instituto de Física. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.

SUMMARY

Researches agree to show that students have their own conceptual, not instructional schemata, that they use to interpret reality. The learning of Physics would then consist of producing conceptual changes from spontaneous to scientific paradigms. In this work it is outstanding that the learning will be significant not only when such a change is achieved, but fundamentally when it develops in the students strategies and skills that allow them modify the interpretative schemata *in an autonomous way* whenever the situation requires so. Starting from these ideas we dig into the characteristics of a learning mode significant and operative autonomous and self-generated, and we propose didactic strategies that could favour autonomy in learning.

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

En los últimos años parece haber consenso entre los investigadores respecto a que los estudiantes poseen esquemas conceptuales propios, no instruccionales, que usan para interpretar la realidad. Se trata de esquemas más o menos estructurados pero que adolecen de pobre objetividad, poca claridad y precisión conceptual, con contradicciones e incoherencias.

De acuerdo con esta perspectiva, el aprendizaje de una disciplina se habrá logrado cuando se produzca un cambio conceptual (Posner et al. 1982) desde el paradigma espontáneo a un paradigma científico.

Sin embargo, ningún modelo o teoría científica está totalmente libre de inconsistencias (ni siquiera las construcciones axiomáticas de la matemática), de modo que es de esperar que, en un momento u otro, el nuevo paradigma científico revele limitaciones.

En efecto, los sistemas científicos adolecen de inconsistencias y contradicciones (Feyerabend 1984), no están total ni definitivamente convalidados (Popper 1985, Bunge 1981, Lakatos 1983) y tienen, debido a los límites de validez impuestos por los supuestos de sus modelos, un ámbito de aplicación, una exactitud y una profundidad que no son ilimitados (Bunge 1985).

A pesar de estas limitaciones, en contraposición con los esquemas conceptuales del sentido común (poco estruc-

turados, con pobre interrelación y gran incoherencia), un sistema científico tiene una estructura mucho más sólida, con fuertes interconexiones, de gran validez y consistencia.

¿No cabría esperar, entonces, que, desde un punto de vista cognoscitivo, un paradigma científico sea aún más difícil de modificar que los espontáneos?

Algunas investigaciones muestran cuán difícil es sustituir ciertas estructuras cognoscitivas adquiridas en etapas previas de la instrucción. Así, por ejemplo, es muy difícil lograr reemplazar el modelo de la onda monocromática ideal de la teoría ondulatoria de la óptica física elemental por el de trenes de onda no correlacionados, necesario para comprender muchos problemas de óptica física (Cudmani, Salinas, Pesa 1990).

Frente a esta realidad parecería que el aprendizaje de las ciencias no puede limitarse a realizar cambios hacia paradigmas *generalmente preestablecidos y seleccionados por el docente*, sino que debe intentar desarrollar estrategias que permitan al estudiante modificar sus paradigmas, sus esquemas interpretativos, en forma autónoma, autogenerada, cada vez que lo requieran las situaciones problemáticas a las que se enfrenta.

Puede ser útil señalar aquí que un paradigma engloba tanto las estructuras conceptuales como las estructuras

sintácticas que ayudan a construirlas y a convalidarlas. Los caminos, las estrategias mediante las cuales «la disciplina se mueve desde los datos (...) hasta las conclusiones» (Schwab 1973), vale decir, la estructura sintáctica de esta disciplina, no son ajenos a las conceptualizaciones mismas.

Estructura del conocimiento y contenido conceptual del conocimiento son facetas complementarias indivisibles tanto en la construcción y convalidación como en el aprendizaje de la ciencia. Una postura epistemológica empirista e inductivista convive con conceptualizaciones fenomenistas, no explicativas, y con un aprendizaje repetitivo y memorista. Una postura epistemológica positivista limita la capacidad de trascender los hechos que tienen las conceptualizaciones, oscurece la compleja y rica relación entre modelo y realidad y genera un aprendizaje excesivamente cuantitativo en desmedro de lo cualitativo, de lo conceptual.

Por paradigma, entonces, entendemos la indivisible unidad de aspectos que, como el conceptual y el sintáctico, sólo pueden separarse artificialmente de los fines del análisis. De esta manera se elimina «el molesto divorcio entre método y contenido» (Schwab 1973) y se echa luz sobre las polémicas entre quienes priorizan los procesos y quienes priorizan los contenidos (Millar y Driver 1987) como aspectos centrales para las estrategias docentes.

Del mismo modo, entendemos por «estructura cognitiva» todo el sistema conceptual y sintáctico con que el individuo aborda el conocimiento de la realidad.

En muchos casos, la enseñanza ha logrado modificar el paradigma espontáneo por otro más científico, pero no ha generado las habilidades y estrategias necesarias para producir los nuevos cambios que requerirá el aprendizaje futuro de nuevas teorías necesarias para enfrentar nuevos problemas.

Más aún, la Física, que es la disciplina a aprender, revisa permanentemente sus estructuras conceptuales (Gil, Sennet y Solbes 1988, Okun 1989) y sintácticas. Por lo tanto, el aprendizaje será significativo no sólo si logra el cambio hacia los paradigmas científicos adecuados y aceptados en ese momento para un determinado campo factual, los «paradigmas dominantes» (Posner et al. 1982), sino también cuando se habilite para:

—generar cambios autónomos en esas estructuras conceptuales y sintácticas;

—comprender y adoptar operativa y autónomamente nuevos cambios en dichas estructuras.

No sólo debe preocuparnos cómo lograr que el estudiante cambie sus «erróneas concepciones aristotélicas» de la mecánica, por el «correcto» paradigma newtoniano. También es fundamental que desarrolle estrategias de cambio que le permitan pasar de la concepción newtoniana a la relativista, a la cuántica o a la estadística, según sus estadios de aprendizaje y la índole de los problemas que debe resolver.

Cada uno de estos paradigmas se revelará como inadecuado para determinadas situaciones problemáticas. No existe un paradigma científico al que deba arribar, victorioso, el estudiante. Para un mismo campo factual, la ciencia maneja simultáneamente diferentes modelos y teorías de acuerdo con sus necesidades de precisión, de predicción, de explicación, etc. El alumno también lo hace cuando, por ejemplo, debe optar entre teorías de óptica geométrica o de óptica física para enfrentar un problema.

Esto parece indicar, insistimos, que las estrategias docentes para favorecer aprendizajes significativos deben, no sólo considerar el importante aspecto de la generación del conflicto cognitivo capaz de favorecer el cambio de paradigma, sino también la fundamental cuestión de la búsqueda de la autonomía en el difícil camino del cuestionamiento y la superación de las propias estructuras cognoscitivas del que aprende.

LA HÉLICE AUTOGENERADA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO AUTÓNOMO

Preocupa mucho a los docentes e investigadores cómo presentar el nuevo paradigma que debe ser aprendido. Y es muy importante lo que sostiene Ausubel respecto a «averiguar y tener en cuenta lo que el alumno ya sabe y enseñar en consecuencia» (Ausubel 1978). También es importante que «el profesor tenga que asegurarse que el estudiante encuentra que el nuevo contenido es "inteligible, plausible y útil"» (Hewson y Hewson 1983) y es fundamental «concebir el currículo no como un cuerpo de conocimientos o habilidades, sino como el programa de actividades a través de las cuales dichos conocimientos y habilidades pueden ser construidos y adquiridos» (Driver y Oldham 1986).

Lo que no parece claro ante estas enunciaciones es cómo se irá logrando la autonomía, el aprendizaje autogenerado, sin necesidad de un agente externo (el docente) que ofrezca las condiciones favorables al cambio de paradigma.

Consideramos muy valioso enfrentar al alumno «a situaciones que actúen como verdaderos conflictos cognitivos» (Gil Pérez 1983), pero en algún momento él deberá desarrollar sus propias estrategias para detectar y enfrentar estos conflictos. Será necesario que adquiera la capacidad de cuestionarse, de detectar lagunas, incoherencias, contradicciones, paradojas... en su estructura cognitiva.

En este proceso cuestionador, no sólo se afianzará la comprensión de la estructura cognoscitiva con que trabaja y desarrolla su sistema de operaciones, su esquema de asimilación (Piaget 1973-1975), con el que elabora la información, sino que también aparecerán las limitaciones e inconsistencias que actuarán como motores generadores de los nuevos cambios paradigmáticos.

En cierto modo el aprendizaje puede visualizarse como una hélice de radio creciente. Los círculos sucesivos

representan momentos más o menos estables del proceso: la aceptación de un paradigma dado, es decir, de una estructura sintáctico-conceptual.

El área del círculo podría interpretarse como la capacidad del paradigma para dar respuestas «mejores y más científicas» a las cuestiones que se plantean.

El borde del círculo, la zona de frontera, representaría los nuevos interrogantes que el paradigma plantea.

Obsérvese que en esta representación, un aumento en el área (en la capacidad de «dar respuestas» del paradigma) implica también un aumento en la longitud de la frontera (en el número de nuevos conflictos y problemas a enfrentar).

Uno (o algunos) de estos nuevos interrogantes se convertirá eventualmente en detonante para el nuevo cambio a un estado cognoscitivo más elevado.

Puede ser útil precisar que en esas etapas críticas de conflicto y cuestionamiento, «nunca todos los conceptos son puestos en duda simultáneamente. Sin embargo, la sustitución de un concepto equivocado involucra relaciones con otros conceptos, de modo que todos ellos (el esquema alternativo) entran en crisis, y no sólo un concepto aislado» (Strike y Posner 1982).

Esta imagen concuerda con Piaget: «...el sujeto que aprende y los modelos que desarrolla son bosquejados progresivamente más cerca del objeto real a través de aproximaciones sucesivas que reducen la distancia absoluta que separa a los modelos del objeto real. Pero al mismo tiempo el objeto real retrocede, porque cuanto más conocido se hace, más se revela a sí mismo en toda su complejidad y como fuente de nuevos problemas» (Inhelder 1986).

APORTES DE LA PSICOLOGÍA

La psicología aporta al docente algunos elementos a ser tenidos en cuenta con referencia a la dinámica del conflicto.

Según Pichon Rivière (1961 y 1985), el conflicto es una lucha u oposición entre sistemas de energías, o de impulsos, o de estructuras mentales, y constituye una de las fuentes más importantes de las motivaciones generadoras de los cambios en el individuo. Esta opinión sintetiza el pensamiento de numerosos psicólogos.

El conflicto va siempre acompañado de ansiedad, de un estado de desorganización del organismo cuya intensidad varía. En niveles bajos, es una señal que desencadena los mecanismos para superar el conflicto. Un nivel alto puede llevar a frustraciones y hasta al miedo.

A nuestro entender este importante aspecto debe ser tenido en cuenta frente al conflicto cognoscitivo que desencadena el aprendizaje. Docentes y alumnos debe-

rían tomar conciencia de que el problema motivador no debe superar el nivel de dificultad que lo transforme, de un válido desafío, en una frustración.

«Ningún ser humano realiza en su vida todas las posibilidades de aprendizaje. Y si bien el organismo tiende a responder y organizar sus posibilidades sobre el más alto nivel de integración (...) siempre el mejor para ese momento, no es menos cierto que tiende a estereotiparse, es decir, no sólo a responder a pautas ya aprendidas sino también a organizar las circunstancias de modo que estas pautas sean suficientes. Hay una tendencia a estructurar las situaciones nuevas a fin de operar sobre ellas de la manera más adecuada; una de las posibilidades es la de asimilar las situaciones nuevas a situaciones ya conocidas o resueltas». Esto no es posible si aparecen conflictos (Bleger 1974, Pichon Rivière 1985).

Por su parte, la teoría piagetiana considera el desequilibrio cognoscitivo y el correspondiente proceso de equilibración como factores fundamentales para que se produzca el cambio conceptual.

En forma simple, la secuencia sería la siguiente: cuando el sujeto reconoce un conflicto, una contradicción «entre lo que se anticipó y lo que se interpreta que ocurrió, o bien, cuando se advierte una discontinuidad en el conocimiento» (Rowell 1984), opera un proceso constructivo compensatorio de equilibración para remover el desequilibrio, «un mecanismo de auto-regulación, que gobierna el desarrollo de la inteligencia en el individuo» (Furth 1981, citado por Rowell 1984). El resultado no representa una solución final, definitiva, sino que habrá una secuencia de construcciones compensatorias con equilibrio temporario, debido a la aparición de nuevos conflictos cognitivos (Inhelder y Piaget 1985).

«HIPÓTESIS AUDACES Y CONTRASTACIONES RIGUROSAS»

De acuerdo con lo expresado hasta ahora, parece claro que si se busca desarrollar autonomía en el aprendizaje del estudiante, es fundamental favorecer el desarrollo de su capacidad de cuestionarse, de generar por sí mismo los conflictos que actuarán como motivadores.

Pero no basta con detectar la inconsistencia, la incompreensión, la contradicción... Para poder buscar posibles soluciones es necesario que el estudiante sepa explicitar el problema correcta y convenientemente, delimitarlo, precisarlo, dentro de un marco conceptual que le confiera significado.

Excluyendo el azar (estrategia inaplicable en un proceso de aprendizaje dirigido), es imposible acertar en el centro si se ignora dónde está el blanco.

Antes de intentar una respuesta, se trata de redescubrir el problema de modo cualitativo. Por eso es importante el cambio de razonamiento cualitativo en que Piaget centra sus estudios (Piaget 1975).

Una vez que el problema esté convenientemente planteado, se podrán formular las hipótesis para encararlo.

En esta etapa todos los recursos son válidos. La búsqueda de información, la creatividad, el pensamiento divergente, las «hipótesis audaces» de que habla Bunge cuando afirma que «acaso la única regla del método científico (sea): audacia en el conjeturar, rigurosa prudencia en el someter a contrastación las conjeturas» (Bunge 1985).

Todos los recursos son válidos para la formulación de las hipótesis, pero no todas las hipótesis así formuladas son válidas, pues deben estar sujetas al juicio crítico y a la autoconciencia de sus límites.

Esta restricción no establece una relación biunívoca entre problema e hipótesis explicativa. En efecto, en la ciencia coexisten modelos alternativos. Su consideración por parte del estudiante podría ser una excelente oportunidad para que emerjan el grado de adecuación y las limitaciones de cada uno para explicar una dada situación. Se intentaría así desplazar del docente al alumno, cuando ello sea posible, la decisión sobre el paradigma adecuando al caso en estudio.

Creemos que es posible practicar este «desplazamiento» en múltiples oportunidades, siempre que el docente se proponga favorecer ese comportamiento a cada paso, sea de elevado o de bajo nivel la hipótesis en consideración: ¿Se considerarán o no las fuerzas de roce? ¿El péndulo, se considerará matemático o físico? ¿Se deformará el cuerpo, o actuará como rígido?... No debe suponerse que los paradigmas científicos alternativos requieren necesariamente de niveles elevados de instrucción.

La hipótesis deberá ser convalidada, contrastándola duramente, rigurosamente. Con criterios de convalidación internos (coherencia, consistencia lógica ...) y externos (compatibilidad con conocimientos y teorías bien confirmados, observaciones y experimentos cuidadosamente controlados...). (Salinas 1990). El análisis crítico riguroso de todos estos elementos permitirá extraer conclusiones sobre la validez o no de las hipótesis o sobre la forma de reformularlas.

¿Cuál es la importancia de esta metodología para los fines de este trabajo? Cuanto más crítica y rigurosa sea la contrastación de la hipótesis, mayor será el número de nuevos problemas que aparece.

Estos problemas podrán ser detonantes de nuevos lazos de aprendizaje. El problema genera la tensión que motiva el aprendizaje; su solución produce la gratificación que restablece el equilibrio pero al mismo tiempo saca a luz nuevas cuestiones motivadoras de mayor aprendizaje.

Un alumno entrenado en el cuestionamiento y en el control cualitativo y cuantitativo riguroso de las hipótesis habrá adquirido capacidades para detectar autónomamente conflictos cognoscitivos en los paradigmas de la disciplina y en su propia estructura cognoscitiva.

IMPLICACIONES PARA LA DOCENCIA

Ante el planteo esbozado en este trabajo cabe preguntarse cuál es el rol que debiera asumir el docente. ¿Cuáles serían las estrategias didácticas a seguir para promover esa autonomía en el aprendizaje?

Estamos ensayando algunos caminos en búsqueda de respuestas efectivas y eficientes a estos interrogantes. Presentaremos aquellas líneas que parecen más promisorias. Pero antes, dos observaciones:

–Rescatamos como valiosos para este enfoque las «estrategias de enseñanza» y los «roles del profesor» tal como los conciben Posner y sus colaboradores (Posner et al. 1982, Strike y Posner 1982), pues se trata de propuestas para generar el conflicto, por lo que se convertirán en fuentes de cuestiones problemáticas. Las complementamos tratando de poner más énfasis en la búsqueda de la autonomía del estudiante.

– Puesto que gran parte de los conflictos desencadenantes del aprendizaje se encuadran en la búsqueda de una explicación, consideramos que la profundización en el estudio de los mecanismos lógicos, psicológicos, epistemológicos y sociológicos involucrados en ella, puede constituir un camino promisorio para encontrar criterios capaces de favorecer la generación de aprendizaje autónomo.

En la respuesta a preguntas tales como: ¿Qué constituye una explicación científica según las distintas corrientes epistemológicas? ¿Cuándo un estudiante considera aceptable una explicación?, es muy posible que se encuentren guías válidas para el problema que nos ocupa.

En el estado actual de nuestras investigaciones, podemos señalar cuatro aspectos a los que atribuimos singular importancia en nuestra tarea docente, tendientes a promover la autonomía en el aprendizaje:

a) Procuramos no desalentar a los estudiantes, por sus preguntas y cuestionamientos, sino, por el contrario, incentivarlos por todos los medios a nuestro alcance.

Muchas veces, urgidos por la rigidez en la planificación, por la necesidad de «cumplir» con objetivos y programas previamente trazados, por el temor de revelar una inadecuada formación (en la disciplina, en sus estructuras conceptuales y sintácticas, en su desarrollo histórico, en sus actuales logros, etc.), en fin, por variadas razones, los docentes desanimamos los porqués de los estudiantes. Las digresiones, los caminos divergentes, son considerados como «pérdidas de tiempo».

En una interesante discusión sobre el tema, Hanson (1973) manifiesta al respecto: «Si cuando (un estudiante) hace una pregunta que parece periférica, Ud. lo alienta, y si le pudiera mostrar que, aunque su pregunta se aleja ligeramente del tema central, la verdadera determinación de lo que constituye el tema central depende, en gran medida, de propósitos de conveniencia y administración y de problemas presupuestarios de la enseñanza, entonces pienso que tal estudiante podría ser

alentado en mayor grado a explorar los fundamentos y las regiones intermedias de las ciencias.»

b) Procuramos ayudar a nuestros alumnos a dar forma a las preguntas y a las hipótesis formuladas por ellos.

Muchas veces los docentes no tomamos en cuenta los interrogantes y las sugerencias de los alumnos sólo porque no están correctamente formulados.

El diálogo de tipo socrático entre docente y alumno puede revelarse como una metodología valiosa para colaborar en la traducción del cuestionamiento o de la afirmación, en su encuadre en esquemas conceptuales y sintácticos que le confieran significados claros y precisos, delimiten el campo y faciliten su consideración.

En este aspecto, el abrir la posibilidad de los enfoques a más de un paradigma alternativo, brindará al estudiante la oportunidad de formular respuestas alternativas, características del pensamiento divergente.

El análisis crítico de las distintas respuestas es una importante estrategia de aprendizaje y generación de nuevos interrogantes, puesto que, como ya vimos, cuanto más crítica, rigurosa y exacta (tanto cualitativa como cuantitativamente) sea la contrastación de las hipótesis planteadas, mayor cantidad de cuestiones a resolver dejará planteada (Cudmani, Salinas 1989, Cudmani, Pesa 1990).

c) Planificamos actividades capaces de generar en el aula un clima de discusión racional, fundada y contrastada, entre el docente y los alumnos y entre los alumnos entre sí.

El docente intenta actuar como un adversario intelectual

leal y riguroso que exige criterios cualitativos y cuantitativos, racionales y objetivos para las fundamentaciones, las aceptaciones, los rechazos de las hipótesis, y alienta un comportamiento similar por parte de los alumnos.

d) Cada vez que la situación lo permite, dejamos claramente explícito a los alumnos que el número y la calidad de las preguntas que ellos son capaces de plantearse sobre un tema es una mejor medida de su aprendizaje que la cantidad de preguntas que pueden responder.

Esta afirmación es en general muy sorprendente para los estudiantes, y en general, no se la acepta sin discusión. Por ellos actúa como un eficiente revulsivo que lleva a la toma de conciencia de importantes aspectos del aprendizaje.

El estudiante que comprenda y acepte que nunca habrá aprendido definitivamente conceptualizaciones aparentemente elementales como masa, fuerza, trabajo, energía; que su conocimiento de éstos y otros conceptos entrará periódicamente en crisis y deberá reelaborarlos y reestructurarlos en una noción más rica y compleja, estará más preparado para continuar indefinidamente su aprendizaje, más allá de la situación escolar, sin la guía y el apoyo del docente.

Más aún, su aprendizaje de la Física se unirá, sin solución de continuidad, a la investigación en Física, cuando deba elaborar sus propios paradigmas a fin de dar respuesta a los problemas.

«El más sabio de los sabios no es el que conoce más soluciones —el erudito—, sino el que sabe lo suficiente para plantear y atacar sistemas problemáticos nuevos y fecundos.» (Bunge, 1985, pág. 237).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D., NOVAK, J., HANESIAN, H., 1978. *Educational Psychology: A cognitive view*. (Holt, Rinehart and Winston: New York).

BLEGER, J., 1974. *Psicología de la conducta*. (Paidós: Buenos Aires).

BUNGE, M., 1981. *Epistemología*. (Seix Barral: Barcelona).

BUNGE, M., 1985. *La investigación científica*. (Ariel: Barcelona).

COLOMBO DE CUDMANI, L., SALINAS DE SANDOVAL, J., 1989. La Física, ¿una ciencia exacta? *Memorias de Sexta Reunión Nacional de Educación en Física (REF 6)*. (Bariolche: Argentina).

COLOMBO DE CUDMANI, L., SALINAS DE SANDOVAL, J., PESA DE DANÓN, M., 1990. Paradigmas en el aprendizaje de la óptica física: resultados de una experiencia piloto, *Revista Enseñanza de la Física*, Vol. 3(2).

COLOMBO DE CUDMANI, L., PESA DE DANÓN, M., 1990. El histograma: una técnica de aprendizaje constructivista, aceptado para su publicación en *Revista de Ensino de Física*.

DRIVER, R., OLDFHAM, U., 1986. A constructivist approach to curriculum development in Science, *Studies in Science Education*, 13, pp. 105-122.

ELAM, S., 1973. *La educación y la estructura del conocimiento*. Compilación. (El Ateneo: Buenos Aires).

- FEYERABEND, P., 1984. *Contra el método*. (Hyspamérica: Buenos Aires).
- FURTH, H., 1981. *Piaget and Knowledge Theoretical Foundations*. (Chicago University Press: Chicago).
- GIL PÉREZ, D., 1983. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), pp. 26-33.
- GIL D., SENNET, F., SOLBES, J., 1988. $E=mc^2$, la ecuación más famosa de la Física: una incomprendida, *Revista Española de Física*, 2(2), pp. 53-55.
- HANSON NORWOOD, R., 1973. Sobre la estructura del conocimiento físico, en compilación de Elam.
- HEWSON, M., HEWSON, P., 1983. Effect of instruction using students prior knowledge and conceptual change strategies on science learning, *Science Teaching*, 20(8).
- INHELDER, B., 1986. Construcción y validación de las teorías científicas. (Paidós: Buenos Aires).
- INHELDER, B., PIAGET, J., 1985. De la lógica del niño a la lógica del adolescente. (Paidós: Buenos Aires).
- LAKATOS, I., 1983. La metodología de los programas de investigación. (Alianza, Madrid).
- MILLAR, R., DRIVER, R., 1987. Beyond Processes, *Studies in Science Education*, 14, pp. 33-62.
- OKUN, L., 1989. The concept of mass, *Physics Today*, 42(6), pp. 31-36.
- PIAGET, J., 1973. *Psicología de la inteligencia*. (Psique: Buenos Aires).
- PIAGET, J., 1975. *Introducción a la Epistemología Genética -2- El pensamiento físico*. (Paidós: Buenos Aires).
- PICHÓN RIVIÈRE, E., 1985. *Teoría del vínculo*. (Nueva Visión: Buenos Aires).
- POPPER, K., 1985. *La lógica de la investigación científica*. (Tecnos: Madrid).
- POSNER, G., STRIKE, P., HEWSON, P., GERTZOG, W., 1982. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, *Science Education*, 66(2), pp. 211-227.
- ROWELL, J., 1984. Many paths to knowledge: Piaget and Science Education, *Studies in Science Education*, 11, pp. 1-25.
- SALINAS DE SANDOVAL, J., 1990. Las experiencias de búsqueda de relaciones entre magnitudes como herramientas para incorporar al aula aspectos de la metodología de la investigación científica. Aceptado para su publicación en *Revista de Ensino de Física*.
- SCHWAB, J., 1973. Problemas, tópicos y puntos en discusión: las estructuras sintácticas de la Física, en compilación de Elam.
- STRIKE, K., POSNER, G., 1982. Conceptual change and science teaching, *European Journal of Science Education*, 4(3), pp. 231-240.