

SITUACIONES PROBLEMÁTICAS Y MODELOS DIDÁCTICOS: UNA GLOBALIZACIÓN

Nicolás Elortegui Escartín, I.E.S. "César Manrique". Santa Cruz de Tenerife.

José Fernando Rodríguez García, C.P. "San Fernando". Santa Cruz de Tenerife.

Teodomiro Moreno Jiménez, I.B. "Anaga". Santa Cruz de Tenerife.

José Fernández González, Centro Superior de Educación. Universidad de La Laguna.

Palabras clave: Aprendizaje, Ciencias Experimentales, Internivelar, Resolución de problemas, Investigación cualitativa.

Uno de los movimientos más claramente definidos entre el profesorado de ciencias en las últimas décadas es el de trasladar al aula el método de trabajo científico. Es muy difícil encontrar un profesor de ciencias que no defienda el método científico como elemento fundamental de la enseñanza, pero es más difícil aún llegar a un acuerdo sobre cómo debe integrarlo en el trabajo cotidiano con los alumnos. En el debate surge inevitablemente la relación entre el trabajo experimental y el conocimiento científico teórico, así como las dificultades para integrar ambos ámbitos.

En este contexto, parte del profesorado de ciencias está intentando lograr una nueva síntesis de teoría y práctica, de trabajo en el aula y de trabajo en el laboratorio, que supere las contradicciones a que lleva su separación. Desde diversas interpretaciones de *método científico*, esa síntesis busca la familiarización del alumno con la duda sistemática, el análisis, la generación de hipótesis y la contrastación con la realidad, con una llamativa falta de acuerdo sobre el *cómo*. Especialmente en el *cómo relacionamos teoría y práctica en ciencias*. He aquí el problema.

En nuestro trabajo queremos desarrollar una visión de conjunto que nos permita abordar este problema comprendiendo el fundamento de las diferentes posturas mantenidas (en general, con gran vehemencia) por muchos de nuestros compañeros de profesión.

En primer lugar señalaremos cómo una gran variedad de situaciones que se dan en el aula asociadas a la teoría o a la práctica y que denominaremos **situaciones problemáticas**, pueden considerarse como distintos aspectos de un solo objeto didáctico. La diferenciación entre las diversas visiones de las situaciones problemáticas se deberá al sesgo provocado por el pensamiento del profesor.

Y a continuación haremos una revisión de varios prototipos de pensamiento docente, que reflejaremos en unos modelos didácticos a través de sus diferentes posturas sobre las situaciones problemáticas y su puesta en práctica en el aula. De este modo podremos caracterizar prácticas didácticas reconocibles en nuestros centros de enseñanza, a veces contradictorias, pero que coexisten en ausencia de un debate y análisis sobre sus bondades y carencias.

Situaciones problemáticas.

En función de los planteamientos docentes bajo los que se examinen, las situaciones científicas y las situaciones cotidianas estarán más o menos alejadas. Pero, si la educación debe prepararnos para enfrentarnos a la realidad, en algún momento del proceso de aprendizaje se hace necesario establecer un nexo entre ambos niveles. Este

Publicado en: Elórtgui, N.; Rodríguez, J.F.; Moreno, T.; Fernández, J. Situaciones problemáticas y modelos didácticos: una globalización. V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. 10-13 Septiembre 1997. Murcia. Actas V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, pp 449-50.

nexo entre el mundo conceptual científico y el entorno de cada día se establece en la escuela mediante puestas en situación, más o menos realistas, en las que se busca que el alumno aplique u obtenga conocimientos científicos abstractos.

Hay una gran variedad de situaciones de este tipo: según los casos, se denominan ejercicios, problemas de lápiz y papel, prácticas, experiencias de laboratorio, trabajos prácticos, pequeñas investigaciones, problemas abiertos, etc. y se diferencian unas de otras, entre otras cosas, en el mayor o menor grado de reproducción controlada de la realidad y en el sentido que toma la situación de aprendizaje: desde los conceptos científicos hacia el mundo real o viceversa.

Poco a poco van abriéndose paso planteamientos que integran estas diferentes situaciones de aprendizaje, a las que denominamos **situaciones problemáticas**. Con ellas está surgiendo una nueva metodología, la *enseñanza mediante la resolución de situaciones problemáticas*, poco formalizada aún, pero de gran potencial didáctico.

Diferentes puntos de vista didácticos determinan la utilización de todas las variantes de ejercicios, problemas, prácticas, investigaciones, etc., es decir, de **situaciones problemáticas** en general, para establecer vínculos entre los conceptos y los métodos de trabajo científico.

En toda **situación problemática** hay un aspecto que se muestra como punto de partida: el enunciado, la descripción del fenómeno sobre el que se pretende trabajar. Aparentemente, el tipo de situaciones que se pueden plantear y la forma de hacerlo es muy limitada, lo que lleva a cierta uniformidad en la presentación escrita de ejercicios, problemas y prácticas.

La diferenciación entre las diversas concepciones de situación problemática estará en:

- La apertura o cierre de los planteamientos iniciales y de las posibles soluciones.
- El mayor o menor grado de reproducción controlada de la realidad.
- El sentido que toma la situación de aprendizaje: desde los conceptos científicos hacia el mundo real o viceversa.

Intentamos mostrar en la figura 1 cómo según los planteamientos se hacen más abiertos, menos diferenciadores de teoría y práctica, la posibilidad de analizar situaciones posibles se amplía, puesto que aumenta el número de situaciones abordables en el aula.

Modelos didácticos y percepción de las situaciones problemáticas

Detrás de cada planteamiento hay muchas intenciones que diferencian las distintas formas de hacer este tipo de "tarea docente". Según el "modelo didáctico" por el que se opte, se aplicarán diferentes formas de resolución, emergiendo las diferentes concepciones de la Ciencia, de la escuela y del mundo real que tienen los profesores y los alumnos. Es decir, aparecen diversas formas de ver una misma situación.

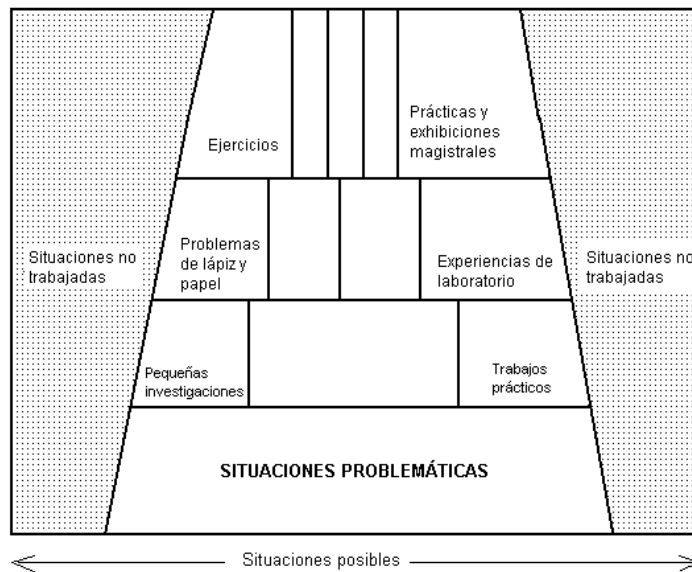


Figura 1.

Para examinar los planteamientos docentes que subyacen detrás de las diferentes concepciones didácticas, hemos utilizado los modelos didácticos descritos en un trabajo anterior (Fernández y Elortegui, 1996) aplicándolos a las diferentes modalidades de situación problemática que utiliza cada uno. Ello nos ha permitido esclarecer cómo se entienden éstas desde cada modelo didáctico y esquematizarlas según diferentes pautas de actuación.

Hacer un análisis de cada concepción, implica definir una serie de preguntas-indicadores que nos permitan diferenciar las pautas de actuación de cada modelo:

- ¿Qué es lo que el profesor desea que suceda al plantear la situación?
- ¿Cuál es su concepción de *la solución*?
- ¿Qué instrucciones e información da?
- ¿Cómo pretende que reaccionen los alumnos?
- ¿Cuáles son las destrezas que pretende desarrollar en sus alumnos?
- ¿Cómo es la modelización que se hace del fenómeno estudiado, la abstracción que se hace de la realidad (ideas, procedimientos, valoraciones, etc.)?
- ¿Qué procedimientos o algoritmos utiliza para buscar la solución?
- ¿Qué uso hace de los resultados?

A modo de síntesis presentamos algunas características que perfilan la resolución de situaciones problemáticas desde cada modelo didáctico.

Modelo transmisor

En este modelo, el profesor pone en acción actividades en las que trabaja ampliamente la resolución de ejercicios con un enunciado cerrado, con hincapié en los algoritmos y aplicación de modelos matemáticos.

El ejercicio es la traducción numérica y de cálculo cuantitativo de algún aspecto teórico, en el que la operatividad sobre magnitudes, sistemas de unidades y

Publicado en: Elórtgui, N.; Rodríguez, J.F.; Moreno, T.; Fernández, J. Situaciones problemáticas y modelos didácticos: una globalización. V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. 10-13 Septiembre 1997. Murcia. Actas V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, pp 449-50.

cálculos de cierta complejidad matemática son la base de trabajo. Éstos son considerados terminológicamente con la denominación de problemas, porque intentan con su redacción presentarse como las dificultades reales de la vida diaria, reservándose la concepción de "ejercicio" para algo más trivial, de cálculo inmediato.

En clase se resuelven habitualmente problemas cerrados, con los datos justos y necesarios para las preguntas numéricas (que son obvias una vez conocida la teoría), siendo el resultado único y de valor calculable. Su dominio se consigue a través de la resolución de ciertos "ejercicios-tipo". Lo que el profesor quiere que los alumnos hagan es que sigan las instrucciones del algoritmo correspondiente al ejercicio en que se describió la solución de la situación.

En general, en este modelo se carece de parte experimental y, en caso de existir, predomina la demostración magistral con una gran carga de aprendizaje técnico o la comprobación de lo visto previamente en una explicación de la teoría. Hay una fuerte separación entre teoría y práctica.

El trabajo experimental es una reproducción controlada de la situación que sirve para corroborar que las leyes de la Naturaleza se cumplen.

El trabajo de laboratorio es secundario, porque lo principal es el cuerpo teórico, por lo que el laboratorio debe ser complemento interesante de lo que se va estudiando en la teoría, para que el alumno pueda comprobar experimentalmente la validez de algunas leyes estudiadas previamente, y conozca a título de ejemplo cómo opera la Ciencia en el laboratorio. Con observar (o practicar) el método alguna vez, se consigue tener una idea de cómo opera la Ciencia.

Es muy frecuente la *experiencia de cátedra* como medio de mostrar el cumplimiento de las leyes, bien utilizando material de precisión, bien apoyándose en la superior destreza en el laboratorio del profesor. En ambos casos se busca evitar imprevistos que lleven a que el resultado no se aproxime a la ley que rige el fenómeno. En el caso de realizarse prácticas de laboratorio, éstas suelen ser impartidas por otro profesor (considerado auxiliar o con menos experiencia) y, frecuentemente, están alejadas en el tiempo del estudio de la teoría correspondiente. Esto permitirá que se domine la teoría antes de entrar al laboratorio y llevar a cabo un plan de prácticas que posibilite su uso organizado y la preparación previa de los montajes experimentales.

El ejercicio se concibe como una versión simple de un problema y éste suele implicar varios conceptos teóricos y su traducción numérica. El trabajo práctico es algo diferente y en otro contexto: el laboratorio, donde se hacen experimentos de observación y, posiblemente, se obtienen datos que correlacionar. El planteamiento de situaciones de difícil solución, problemáticas, suele evitarse con el argumento de que "no tienen solución".

Modelo tecnológico

Según este planteamiento, la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias debe enmarcarse en tres campos: el teórico, los problemas numéricos y las prácticas de laboratorio. Esta separación permite estructurar con más facilidad la docencia y utilizar métodos de trabajo específicos para cada campo.

La resolución de ejercicios es entendida como trabajos de cálculo con solución cerrada. A los alumnos se les prepara para convertir la situación en un modelo

Publicado en: Elórtogui, N.; Rodríguez, J.F.; Moreno, T.; Fernández, J. Situaciones problemáticas y modelos didácticos: una globalización. V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. 10-13 Septiembre 1997. Murcia. Actas V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, pp 449-50.

matemático y para obtener un resultado numérico. A veces se introducen algunos ejercicios problemáticos de resultado desconocido, pero que tienen solución bajo condiciones supuestas.

Frecuentemente, los ejercicios numéricos se presentan como problemas que se suelen agrupar en colecciones para cada tema, las "hojas de problemas", que incluyen, a veces, el resultado para que el alumno pueda comprobar si alcanza la solución deseada.

De cara al trabajo experimental se enseña el método científico de Observación, Hipótesis, Experimentación y Teoría, buscándose dominar este método en todos sus pasos como culminación de la formación científica. Para ello se considera que se debe comenzar el aprendizaje por la adquisición de destrezas manuales típicas del laboratorio y por el dominio de métodos de trabajo ya comprobados que se suministran al alumno en forma de guiones de prácticas.

Se acometen con gran intensidad las prácticas de laboratorio, que están orientadas por un material específico. Son prácticas comprobatorias de algunas situaciones de lo que se enseña en la teoría. Se va del aula al laboratorio. Estas prácticas están estructuradas en guiones descriptivos del procedimiento, empleando recetas pormenorizadas.

Los guiones de prácticas suelen ser muy detallados para que haya la máxima probabilidad de que salgan bien y suelen incluir unos cuestionarios adecuados que dirijan al alumno al objetivo: reconocer y comprobar en la práctica la ley que rige el fenómeno. Una práctica que no sale bien, es decir, que no se adapta a la formalización aceptada, frustra al alumno y al profesor y siembra la duda sobre lo estudiado en las clases teóricas.

El trabajo de laboratorio debe suministrar a los alumnos datos y observaciones objetivas suficientes como para poder comprobar, a partir de ellas, las leyes que las rigen. Es una reproducción controlada para contrastar los datos técnicos y experimentales con la teoría.

Modelo artesano

En esta concepción didáctica se pierde la nitidez de la separación entre la teoría y la práctica, reduciéndose también la importancia que se da a la resolución de ejercicios numéricos. Los profesores cercanos a este modelo están convencidos de que lo más importante es el trabajo en el medio, la toma de contacto con la realidad, la actividad, el trabajo práctico en clase, el trabajo de laboratorio, las experiencias y experimentos, la salida al campo, la educación medio ambiental, etc.

El supuesto de este planteamiento es de concepción "positivista", del carácter práctico del aprendizaje. Se aprende haciendo. Se tiene la convicción de que la realización de actividades produce aprendizaje porque desarrolla destrezas que permiten resolver otras situaciones. La concepción de las actividades es de tipo muy abierto y sin secuencia alguna. Junto a las explicaciones del profesor se intercalan actividades o recíprocamente. Cuando éstas son experiencias de laboratorio el profesor pretende (con los alumnos que están a su alrededor) seguir un método empírico-inductivo.

El trabajo práctico tiene un cierto toque empirista y se intercala continuamente con la explicación, para apoyarla e ilustrarla. Es frecuente que, ante una duda de los

Publicado en: Elórtégui, N.; Rodríguez, J.F.; Moreno, T.; Fernández, J. Situaciones problemáticas y modelos didácticos: una globalización. V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. 10-13 Septiembre 1997. Murcia. Actas V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, pp 449-50.

alumnos o una división de opiniones sobre cómo suceden las cosas, se improvise un montaje que muestre una situación de la que inducir una conclusión más general. Se trata de encontrar pautas en los fenómenos que nos permitan correlacionar causa y efecto. Con cuestiones, prácticas caseras y experiencias sobre el entorno, se pueden obtener los datos necesarios para encontrar la causa del fenómeno y obtener el modelo aplicable.

Este profesor no es exigente en necesidades de recursos, se adapta bien a los materiales que consigue él o sus alumnos y por ello tiene gran variedad y flexibilidad en la elaboración y uso de los recursos de los que dispone. Las actividades prácticas que realiza buscan una relación cercana con el entorno y se pueden utilizar como punto de partida a partir del cual deben trabajar los alumnos. Suele ser una estrategia de uso común plantear cuestiones de dificultades del entorno como problemas de fácil solución.

La resolución de los ejercicios utilizando métodos originales y poco ortodoxos es destacada ampliamente por el profesor para incitar al resto de los alumnos a no utilizar siempre métodos establecidos de resolución.

A lo largo de toda la clase puede que corrija sólo algunas respuestas de las erróneas, pues prefiere que sean los mismos alumnos los que lleguen a la conclusión del hecho de la existencia de un error a través de su trabajo, mediante la realización de los ejercicios, o tras una explicación teórica.

Modelo descubridor

En este modelo, el profesor enseña bajo la convicción de que el trabajo experimental, la medición objetiva, es el punto de partida del trabajo del científico. A partir de un conjunto adecuado de datos correctos se inducen las leyes de la naturaleza que rigen los fenómenos estudiados. Los resultados son adecuados y correctos si coinciden con los validados por la comunidad científica del momento.

Mediante el trabajo experimental se trata de redescubrir las leyes de la ciencia, pudiendo hacerse este trabajo tanto en el centro como en los lugares donde se encuentre en tema de estudio, que suele presentarse al alumno como situaciones nuevas que suponen problemas experimentales de investigación.

El trabajo práctico no se asocia a un recinto cerrado, practicándose frecuentemente la docencia en la naturaleza (aulas de la naturaleza, aulas del mar, trabajos de campo, etc.) o en el entorno (arqueología industrial, itinerarios tecnológicos, etc.). No se hacen prácticas de laboratorio separadas de la teoría, porque el trabajo gira en hacer experimentos que formen parte de pequeñas investigaciones. Esto requiere siempre un material adaptado y específico al problema que se investiga.

Las prácticas pueden no tener guiones del profesor, ya que son los alumnos los que hacen sus propios guiones ayudados u orientados. La teoría como tal no tiene sentido, no se debe estudiar aparte, no ha de haber "clases de teoría" ya que cada alumno elabora su propia teoría a partir de su trabajo en el laboratorio, los libros de consulta y demás documentación de que dispone. El profesor ha de intervenir lo mínimo posible en este aspecto, tan sólo para orientar, profundizar o aclarar, ya que las actividades de aprendizaje han de ser planificadas y realizadas por los alumnos, aunque la mayor preocupación de éstos sea que las líneas de trabajo que se les ocurran les lleve a callejones sin salida. El

papel básico del profesor en el trabajo práctico es facilitar los medios necesarios para que el alumno pueda investigar.

Al alumno se le prepara para observar con detalle, clasificar hechos, detectar relaciones e implicaciones, buscar nuevos enfoques, desarrollar el ingenio para reproducir situaciones y desmenuzarlas.

La realización de pequeñas investigaciones de larga duración supone que la búsqueda de información y el trabajo práctico son las principales actividades. Los alumnos, individualmente o en grupos, solucionan por su cuenta problemas, cuestiones o experiencias, recogiendo datos de los que inducir las leyes que los rigen. Su mayor preocupación es no tener ideas originales con las que abordar la situación.

Los ejercicios-problema de cálculo numérico surgen de las necesidades cuantitativas de la investigación y de las estimaciones de tratamiento de los datos experimentales, para obtener las conclusiones pertinentes en forma de leyes. Este planteamiento merece la desaprobación de algunos autores:

"Los términos "laboratorio" y "método científico" se volvieron sacrosantos en las preparatorias y universidades norteamericanas, los estudiantes eran obligados a imitar los aspectos triviales del método científico.....aprendieron poco de la materia y menos aún del método científico". (Ausubel, 1978)

Sin embargo también es una posición que cuenta con bastantes defensores:

"Hacemos ejercicios y problemas relacionados con lo que hemos estudiado, procurando contextualizarlos de manera que se hagan reconocibles para el alumno: "un móvil", "una masa" son imágenes amorfas que distancian al alumno de lo que está haciendo."

Modelo constructor

Este tipo de profesor utiliza un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en la resolución de dificultades, en situaciones problemáticas que se dan en la vida real, tal cual aparecen. Lo hace en la convicción de que, para conseguir un aprendizaje significativo relevante, es más importante trabajar en el alumno el proceso de resolver dificultades (forma de resolver el problema, "procesar la ambigüedad"), que el hecho de dejar resuelta la dificultad (preocupación por el producto o por el resultado final).

La metodología que utiliza este modelo de profesor es investigativa, basada en la "resolución de problemas abiertos", entendidos como dificultades sin solución inmediata. Las clases tienen una gran actividad debido a que se practica un cierto descubrimiento guiado para conseguir una elaboración del conocimiento. En ocasiones, se intenta resolver problemas que no tienen solución.

Puesto que la forma de abordar un problema depende de la forma en que cada persona lo percibe, se asume que los enfoques que cada equipo de trabajo desarrolle puedan ser diversos, para después analizar la bondad de cada uno e ir perfilando los más adecuados. En este sentido, el papel del profesor es actuar como referencia experta dentro del aula.

El profesor encarga diseños y sugiere actividades y experiencias relacionadas con el trabajo, para poderlas llevar a cabo en el aula o en el entorno o, incluso, en el labora-

Publicado en: Elórtégui, N.; Rodríguez, J.F.; Moreno, T.; Fernández, J. Situaciones problemáticas y modelos didácticos: una globalización. V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. 10-13 Septiembre 1997. Murcia. Actas V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, pp 449-50.

torio. Así, a veces, algunos alumnos diseñan su trabajo, otros eligen diseños orientativos, y a los menos se les dirige adaptándose a su ritmo.

El profesor pretende que el alumno asocie la situación a lo que ya sabe, y que trate de analizar y encontrar analogías para contrastar posteriormente los hechos. Su mayor preocupación es que la situación problemática no interese suficientemente al alumno y abandone los esfuerzos por resolverlo, bien porque le parece alejado de sus posibilidades o porque lo considere de gran inmediatez y sin interés.

En este esquema de trabajo, la resolución de dificultades o de situaciones problemáticas está caracterizada por:

- Una situación novedosa que no tiene respuesta automática, que requiere, antes de la puesta en marcha de las estrategias de resolución, comprender, dar sentido a la situación y definirla.
- La existencia de propósitos, metas, al iniciar el trabajo.
- La definición de estrategias, planteamientos, marcos de definición, resolución, evaluación, etc., es decir, un proceso de investigación.
- El trabajo sobre cómo el alumno reconoce el problema, lo contextualiza y lo trata.

Conclusiones.

Revisadas estas posiciones, podemos ver que la dificultad de llegar a un acuerdo sobre cómo tratar la relación entre la teoría y la práctica en el aula va más allá de llegar a concluir qué es *lo correcto*.

Simplemente, no podemos definir una opción correcta para todos ya que siempre encontraremos diferentes posturas debidas a que:

- Cada docente ve aquellos aspectos de las situaciones problemáticas que son relevantes en función de su pensamiento didáctico.
- Cada modelo didáctico está sustentado por convicciones referidas a multitud de aspectos (epistemología, psicología, experiencia profesional, sociología, etc.) que constituyen un conjunto coherente de conocimientos y actitudes muy difíciles de modificar.

De momento, nos conformamos con ayudar a que cada cuál sea consciente del lugar en el que está, del que ocupa su interlocutor y, con ello, de dónde está el fundamento de sus diferencias.

Bibliografía.

- FERNÁNDEZ, J. y ELORTEGUI, N. (1996): "Qué piensan los profesores de cómo se debe enseñar Ciencias". Enseñanza de las Ciencias 14(3), 331-342.
- GARRET, R.M. (1995): "Resolver problemas en la enseñanza de las Ciencias". Alambique 5, 6-15.
- GIL PÉREZ, D., (1983): "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias". Enseñanza de las Ciencias 1(1), 26-33.
- GIL, D., DUMAS, A., CAILLOT, M., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. Y RAMIREZ, L. (1988): "La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación". Investigación en la Escuela, nº 6, 3-19.
- KEMPA, R.F. (1986): "Resolución de problemas de química y estructura cognitiva". Enseñanza de las Ciencias, 4(2), 99-110.
- POMÉS RUIZ, J. (1991): "La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetano". Enseñanza de las Ciencias, 9(1), 78-82.
- MARTÍNEZ AZNAR, M.M.; VARELA NIETO, M.P. (1996): "De la resolución de problemas al cambio conceptual. Investigación en la Escuela 28, 59-68.
- POZO, J.I., POSTIGO, Y.; GÓMEZ CRESPO, M.A.(1995): "Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en Ciencias". Alambique. Didáctica de Ciencias Experimentales, nº 5, 16-26.