

LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS CIENTÍFICOS EN EL AULA. REFLEXIONES DESDE LOS PLANOS DE ANÁLISIS Y DESARROLLO

ALBERTO F. LABARRERE SARDUY*
MARIO R. QUINTANILLA GATICA**

Resumen

En este artículo se plantea un modelo teórico acerca de los niveles o planos del desarrollo en el que se mueven los estudiantes (y, en consecuencia, sus profesores) cuando se enfrentan a situaciones problemáticas. Se caracterizan los diferentes planos y se analiza la lógica de enseñanza y aprendizaje que subyace a este modelo teórico. A manera de ejemplo consideramos solamente el caso de ciencias experimentales y matemáticas, pero el análisis se extiende (y es pertinente) a otras áreas del conocimiento.

Abstract

This article describes a theoretical model that explains various developmental levels students and teachers use when they encounter classroom issues. The analysis of these levels and the logic of teaching and learning processes within different areas of knowledge are discussed.

* Doctor en Ciencias Psicológicas de la ex URSS. Académico e investigador del Departamento de Didáctica de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

** Doctor en Ciencias de la Educación, mención Didáctica de las CCEE y de las Matemáticas de la Universidad Autónoma de Barcelona (España). Académico e investigador del Departamento de Didáctica de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Introducción

En la actualidad existe bastante consenso en las instituciones formadoras de profesores de ciencia respecto a que la enseñanza de la solución de problemas científicos en la escuela es uno de los medios principales para el desarrollo del “pensar teórico” (por ejemplo, Schoenfeld, 1985) e incluso, como ha afirmado uno de nosotros (Labarrere, 1987), para propiciar la formación de una “cultura” en la solución de problemas en los alumnos que favorezca asimismo ambientes de aprendizaje creadores de conocimiento científico escolar.

El tránsito al pensamiento científico y la cultura en este dominio del conocimiento, como aspectos primarios a atender en la actividad didáctico-pedagógica, marcan una toma de conciencia de que el aprendizaje de las ciencias, basado simplemente en la adquisición de conocimientos y el desarrollo de recursos algorítmicos y heurísticos, resulta insuficiente para que el alumno alcance verdadera competencia y comprensión de los fenómenos científicos e interprete el mundo con teoría. En este sentido, también se reconoce la necesidad de trascender la representación del alumno individual como sujeto del aprendizaje y se comienza a considerar un “sujeto colectivo”, es decir, el grupo de alumnos que trabaja en equipo y actúa como comunidad generadora de conocimientos científicos escolares y procesos básicos a partir de los cuales se debe llevar a cabo la educación científica, bajo ciertos modelos de la realidad, del conocimiento y de los procesos de aprendizaje. Desde este punto de vista asumimos este colectivo como “distinto” a la “comunidad científica” de referencia, puesto que los primeros constituyen un grupo heterogéneo, dada la naturaleza de sus intereses, motivaciones y finalidades; y los segundos se definen como un grupo homogéneo en cuanto la especificidad de su campo de conocimiento y los propósitos que persigue.

Es evidente, entonces, la necesidad de conducir oportuna e intencionadamente a los estudiantes hacia ámbitos más amplios, y a la vez profundos, acerca de la ciencia, su método y naturaleza. En esta dirección, el enfrentamiento y la solución de problemas desempeñan

una función clave en las situaciones de aprendizaje. Sin embargo, estamos seguros que la cuestión principal radica en trascender la simple preparación de los estudiantes para enfrentar y solucionar problemas, y pasar a un contexto cultural y didáctico de acción, en el que ellos mismos puedan emplearlos con fines más extensos y profundos, haciéndolos un medio para lograr niveles mayores en su desarrollo personal y social acerca de la ciencia, su método, naturaleza y sus finalidades.

En el presente artículo se formulan algunos puntos de vista respecto a la relación que existe entre el *enfrentamiento* y solución de problemas científicos y el *tipo de desarrollo* de los alumnos en este campo. La dirección principal de nuestros planteamientos teóricos reside en que hasta el presente la solución de problemas científicos ha sido utilizada de una manera muy limitada, centrando la atención en ella como medio para que el alumno se apropie de conocimientos y de procedimientos de acción más o menos generales, dejando a un lado la verdadera función de desarrollo que puede desempeñar esta importante actividad dentro de la clase de ciencias.

El centro de nuestra argumentación se fundamenta en el hecho de que para promover el desarrollo del pensamiento científico de los alumnos es necesario tener en cuenta el sentido que cobra su implicación en actividades de solución de problemas específicos; además poner de manifiesto las transformaciones esenciales que se producen en ellos como sujetos independientes y en los grupos como totalidades cuyas diferencias individuales aportan a la confluencia de objetivos comunes en un proceso centrado en la tarea y en las condiciones particulares del aprendizaje de las ciencias. En este sentido, intentamos una aproximación a las repercusiones deseables que, para los estudiantes, deben tener los procesos de solución de problemas científicos, concebidos con fines de alcanzar transformaciones profundas, no sólo en sus estructuras de conocimientos específicos y de los recursos formales, axiomáticos y/o heurísticos, sino sobre todo en aquellas que definen el sentido personal de esa actividad y las posibilidades de operar sobre su propio desarrollo a través de ella en un

ambiente de comprensión teórica de las mismas actividades y de los criterios u obstáculos para lograrlas, en un proceso de autorregulación sistemático de los aprendizajes tal y como lo han venido planteando varios autores en este sentido (Angulo, F., 2002; Sanmartí, N., 1995; Copello, M. 1998).

Planos de análisis y desarrollo durante la solución de problemas científicos en el aula

Cuando se analizan detenidamente las representaciones predominantes sobre el proceso de solución de problemas, que predominan tanto en la acción práctica de la enseñanza de las ciencias en el aula, en la literatura psicológica y pedagógica sobre el tema así como en las teorías implícitas de los profesores, uno se maravilla de la simplicidad con que aparece tratada esta compleja actividad humana que es a la vez medio para fomentar el desarrollo y su expresión creadora (Labarrere, L. y Quintanilla, M., 1999).

Es común representarse el proceso de solución sólo como un enfrentamiento del alumno con el problema en particular o general. En este enfrentamiento el estudiante trata de penetrar cada vez más profundamente en los aspectos desconocidos de la situación, de comprender mejor de lo que se trata el problema y hallar los instrumentos más adecuados, que le permitan tener acceso a la solución deseada, la mayoría de las veces solamente desde la lógica del maestro, es decir, intentando “reproducir” la estructura y procedimientos que el profesor de ciencia utiliza habitualmente para enfrentarse a la solución de los problemas.

En esta visión del proceso de solución de problemas los hechos que resultan relevantes para la acción pedagógica y didáctica del maestro tienen que ver sólo con lo que ocurre en la interacción del alumno con el problema o la situación que le ha sido planteada o que él mismo ha formulado. Sin embargo, uno puede cuestionarse si en realidad esta forma de comprender los procesos de solución de problemas científicos en la escuela, como algo que transcurre sólo como

enfrentamiento del alumno con la situación, se ajusta a lo que en realidad ocurre cuando el estudiante resuelve los problemas; si es, además, la representación más adecuada para entender y llevar a cabo los actos (intencionales) dirigidos al desarrollo de los estudiantes que están aprendiendo ciencias. Planteamos, al respecto, la necesidad de avanzar hacia representaciones más complejas y holísticas, que describan y analicen la actividad “científica” de los estudiantes de una forma más comprensiva y amplia, al tiempo que le permitan al profesor de ciencia ser más consciente de los modelos de la actividad del estudiante, de la ciencia que enseña y de sus acciones de enseñanza que subyacen y guían su actividad como formador en un área particular del conocimiento (Sanmartí, N. e Izquierdo, M., 1997).

Las primeras ideas y nuevas aproximaciones

En la literatura más especializada existen algunas ideas, en particular las que plantean que en los procesos de enfrentamiento y solución de problemas es factible identificar determinados momentos (o etapas), las cuales describen el “movimiento” de los sujetos que resuelven los problemas por diferentes planos de la actividad cognitiva o metacognitiva (Pozo, I., 1996; Pozo, I. y Gómez, M., 1998). Esta es una representación estructural del proceso de solución de problemas, que ha sido realizada por ejemplo en los trabajos de Semionov y Stepanov (1983). Dichos planos son diferenciables a partir de aquello que resulta objeto de la actividad, los procedimientos y criterios para abordarla, la naturaleza de las acciones y los productos que se obtienen a partir de ella.

Semionov, por ejemplo (1983), distinguió dos planos: el relativo al *contenido*, vinculado con las representaciones respecto al problema y a las acciones y operaciones que es posible realizar para su solución, y el *plano del sentido*, relacionado con el significado personal que alcanzan dicha acciones y operaciones. Nosotros, en correspondencia con las ideas desarrolladas por Labarrere (1990), diferenciamos tres planos fundamentales en el abordaje de problemas

científicos en el aula: el instrumental-operativo, el personal-significativo y el relacional o que también podría denominarse plano interactivo de transferencia o plano cultural.

El **plano instrumental-operativo** identifica aquellos momentos o fragmentos del enfrentamiento y solución de los problemas en que los recursos del sujeto o del grupo que los resuelve están centrados en aspectos tales como el contenido, las relaciones que lo caracterizan, las soluciones posibles y las estrategias, procedimientos, y así por el estilo. Cuando actúan en el plano instrumental-operativo los sujetos intentan representarse aquello de qué se trata en el problema, las relaciones que mantienen entre sí los datos, a la vez que activan sus bases de conocimientos estratégicos relativos a los modos de solución, es decir, los instrumentos que convencionalmente posibilitan la solución de dichos problemas de acuerdo a la formalización característica de la ciencia en este plano (fórmulas, cálculos, gráficos, tablas de datos, axiomas, etc.). En cierto sentido, lo anterior remite a eso que en la literatura sobre solución de problemas fue denominado como espacio del problema y sus soluciones posibles.

En este plano, por estar la atención del alumno dirigida hacia el problema, los recursos destinados al control consciente de la actividad mantienen el dominio de la ejecución que está teniendo lugar y suelen expresarse también en la anticipación del curso de la solución.

El movimiento por el **plano personal-significativo** nos sitúa en otro ángulo. En este, los procesos y estados personales de quien resuelve el problema resultan ser los relevantes y la atención del sujeto deja a un lado el análisis de la situación, la búsqueda activa de instrumentos, las representaciones de finalidades vinculadas con la solución esperada y se centra en la persona, como sujeto de la solución.

En el plano personal se construyen los significados y sentidos de los “contenidos problémicos” vinculados con el cotidiano del sujeto que aprende. Aquí adquieren relevancia los por qué y para qué del enfrentamiento y la solución de los problemas; también desempeñan un papel importante los puntos de vista, las representaciones y

creencias sobre los problemas, la solución esperada y acerca del propio sujeto como solucionador del problema. Desde nuestro punto de vista, cuando se habla de la existencia del plano personal y del movimiento del sujeto por él, se introduce la existencia de un espacio en el que actúan y se generan los sentidos o significados personales, vinculados con la experiencia personal y los contextos cotidianos de solución de problemas científicos.

Desde nuestro punto de vista, este plano de solución, por ser el núcleo generador de significados personales, desempeña una función cardinal en los procesos de formación científica de los estudiantes. Sin embargo, la solución de problemas científicos en el contexto educacional formal adquiere un nuevo matiz de complejidad e integridad, si se considera que esencialmente es un hecho de interacción social entre diversos sujetos. En el caso más específico asume la forma de “interacción sistemática y progresiva” entre los alumnos y el profesor o de los alumnos entre sí. Por lo anterior es que nosotros reconocemos la existencia del plano relacional o interactivo de transferencia, delimitado sobre todo para los hechos de solución en que los fines formativos son centrales al espacio cultural del sujeto que aprende ciencias.

En el **plano relacional-social (o cultural)**, identificado como espacio generado en la solución grupal de problemas o en la interacción netamente pedagógica, hace referencia no sólo a las relaciones que constituyen la trama que se teje en los procesos comunicativos de los alumnos, sino también al conocimiento y la representación que los sujetos tienen de esas interacciones, así como al dominio y la conciencia que ellos alcanzan respecto a la producción de relaciones deseables, ya sea para la solución de los problemas en cuestión o para los propios procesos formativos en los cuales están involucrados.

El movimiento del sujeto por los planos o espacios de la solución de un problema científico puede tener lugar en un solo plano o como tránsito de uno a otro; de manera que sí, a partir de los frag-

mentos del discurso o de la observación de la actividad de solución, se elabora determinado perfil del movimiento, se observa una línea quebrada donde se suceden fragmentos de la solución, y en los que se evidencia que en momentos diferentes quienes resuelven un problema persiguen objetivos diversos, aun cuando se hayan explicitado los objetivos comunes. Esto es muy importante para lo que supone orientar la autorregulación y metacognición de los procesos de aprendizaje científico.

Por ejemplo, si un alumno que resuelve un problema está tratando de establecer cuál es el contenido de este, si se puede referir o no a la teoría atómica y si es posible coordinarle determinado procedimiento de solución, entonces él se está moviendo en el plano instrumental operativo; en este caso, los objetivos que actúan se refieren a la comprensión de la estructura del problema, el conjunto de relaciones que la singularizan (modelos de átomo) y los instrumentos de solución que pueden resultar viables según “la densidad y coherencia” del modelo que tenga acerca del contenido específico (teoría atómica).

El tránsito hacia el plano personal, donde se elaboran los significados y sentidos de la *actividad científica escolar*, se produce, por ejemplo, cuando quien resuelve el problema comienza a preocuparse por aspectos como su rendimiento y competencia, o en las ocasiones que valora el porqué de la ejecución de una actividad que presupone determinado esfuerzo mental, aproximándolo a zonas donde su competencia puede ser juzgada por otras personas. En tales circunstancias, los significados y los sentidos que se construyan o actualicen pueden influir notablemente sobre la implicación de los sujetos en los procesos de solución que están teniendo lugar o en otros posteriores.

El desplazamiento u orientación de los sujetos por el plano relacional ocurre por lo común en condiciones “naturales o espontáneas”, o en los casos en que el grupo está formalmente constituido a los efectos del aprendizaje, cuando el sujeto o los sujetos enfilan su

atención hacia la relación con el otro en cualesquiera de sus dimensiones (solicitud-ofrecimiento de soporte, esclarecimiento, colaboración, etc.), aproximándose a dicha relación con determinado grado de *acceso consciente*; es decir, haciendo objeto específico del análisis o la reflexión algún aspecto de la relación o de la interacción.

Puede asumirse que el desplazamiento por alguno de los planos o de un plano a otro presupone cierta “desconexión” más o menos duradera de los otros planos. Así, cuando un estudiante está tratando de establecer el *contenido científico* de un problema, sus tramas (o redes) estructurales y los posibles instrumentos de acceso, entonces al mismo tiempo no podrá situarse en los *significados personales* de la actividad, ni tampoco en el plano relacional.

Podría pensarse que los casos en que se pide ayuda para solucionar un problema científico, es decir, cuando se busca la solución mediante el soporte del otro (el grupo/el profesor), sean evidencias del desplazamiento, por los planos instrumental operativo y social, a la vez; pero aunque asumiéramos que la ocurrencia de los hechos, aquí, resulta simultánea, debemos recordar que la acción en el plano relacional-cultural, como la hemos definido, requiere de un acceso más o menos consciente, y por tanto es imposible que ambas finalidades emerjan al unísono en la conciencia tanto del sujeto que aprende como en el marco lógico del profesor de ciencia.

El desplazamiento por un plano o de uno a otro como alcance de finalidades

La desconexión de los planos a que aludimos es un elemento muy importante en lo que a la solución de problemas científicos en condiciones pedagógicas respecta. En efecto, resulta factible plantear que durante la solución de problemas con fines pedagógicos alguno de los planos puede adquirir una función rectora, en el sentido de que los productos deseables tienen que ver directamente con lo que ocurre en dicho plano y las finalidades que se persigan. Así por

ejemplo, si nos interesa que el alumno adquiera habilidades para el análisis del contenido específico de las ciencias y de sus diversos niveles de problemas y se apropie de los instrumentos de solución correspondientes, entonces el énfasis principal estará puesto en el plano instrumental operativo, lo que ocurre en los otros pasa a un segundo orden. Si, contrariamente, nos preocupa el desarrollo de creencias favorables y de actitudes positivas hacia la solución, entonces el plano personal toma relevancia y, de manera similar, puede plantearse la cuestión a los efectos del relacional.

Es por tal razón que en todo **proceso didáctico** sustentado en un modelo de ciencia y de enseñanza de la ciencia, la lógica de los procesos formativos más integrales hace que la solución de problemas científicos deba ser concebida como tránsitos del estudiante, y del profesor, por los tres planos referidos. Esta es una de las necesidades que están vinculadas a los modelos de formación inicial y permanente del profesorado de ciencias y donde los planos de análisis y desarrollo también “ajustan” los procesos de enseñanza y autocontrol del maestro aun en espacios restrictivos (Labarrere, A. y Quintanilla, M., 1999, 2000).

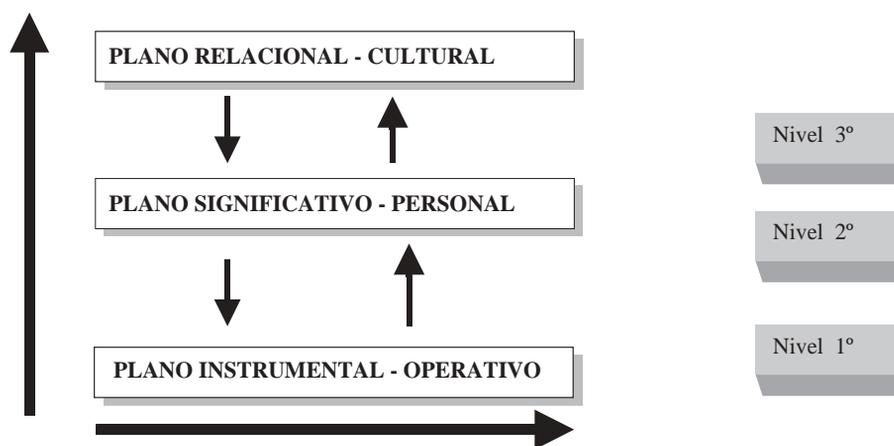


Figura 1. El Desplazamiento por los diferentes planos de la solución de un problema científico escolar.

Unidad e interdependencia de los planos de análisis y desarrollo

En realidad, cuando nos estamos refiriendo a alguno de los planos y considerándolo de forma aislada, no estamos haciendo otra cosa que privilegiando un conjunto de indicadores que nos resultan relevantes a ciertos fines para la enseñanza, evaluación y aprendizaje de las ciencias, con lo cual dejamos de tener en cuenta otros, que circunstancialmente no poseen el mismo grado de relevancia para nosotros en ese momento. De forma tal que para los diversos momentos formativos existen planos de actividad que resultan fundamentales respecto a la intencionalidad que en ese momento guía la formación y el aprendizaje científico, mientras que la actividad en los otros pasa a ocupar un lugar secundario, estimado por el grado de conciencia y reflexión que los sujetos manifiestan en ese momento no sólo con relación al contenido en particular, sino también en consideración al contexto cultural de resolución de la tarea. En consecuencia, considerando los planos con un sentido de integridad, los hechos que en ellos ocurren podrían ser expresados de la siguiente manera:

Cuando el alumno da muestra de haber accedido a los procedimientos que le permiten solucionar determinadas clases de problemas científicos, resulta necesario que estos procedimientos alcancen significado y sentido; o dicho en una forma más apropiada, sólo cuando se llenan de significado y sentido, el alumno puede transferirlos a otras situaciones de solución más o menos lejanas. Así, lo que ocurre en el plano instrumental operativo se realiza más plenamente y alcanza fuerza en el plano personal, en la esfera de las creencias y convicciones personales, puesto que el objetivo central de nuestro modelo de ciencia y de enseñanza de la ciencia es que el alumno interprete el mundo con teoría. Esta relación de los planos supone una mirada explicativa del mundo “científico y cotidiano” del alumno, donde el lenguaje opera en un sentido observable tanto en el posicionamiento de los planos como en la intensidad y frecuencia con que el sujeto opera en ellos con el contenido científico y su coherencia.

Lo expresado se grafica en la Figura 2.

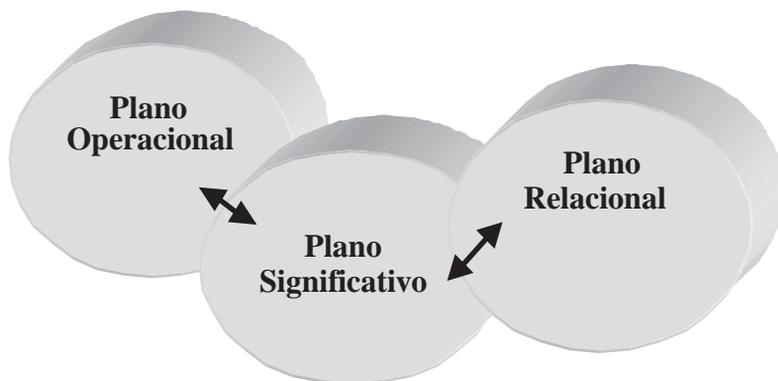


Figura. 2. Relación restrictiva de los planos del desarrollo. La solución del problema científico ocurre en un plano o en combinación con otro de ellos.

Ahora bien, desde nuestro punto de vista, la verdadera realización de cualquier procedimiento o serie de ellos, enfocados en su dimensión formativa, da muestra de que cumplen una función personal y de que el sentido que se les asigna lo obtiene el alumno, no única ni fundamentalmente en su encuentro individual con los problemas científicos del mundo, sino actuando sobre ellos desde y en la interacción con el otro, a partir de la comunicación, ya sea con el profesor o con el grupo de compañeros. Como han planteado otros autores, el acceso al conocimiento científico debe realizarlo el alumno desde la interacción, desde la acción estructurada en un contexto determinado, donde exista la necesidad de argumentar los puntos de vista, de demostrar la valía de un procedimiento, entre otras condiciones (Candela, A., 1999; Benloch, M., 1997; Jorba, J.; Gómez, I. & Prat, A., 2000). Por último, la manera real en que los planos de análisis y desarrollo se presentan ante nosotros es conformando una unidad, superponiéndose los unos a los otros y complementándose en su función y estructura, tal como lo muestra la Figura 3.

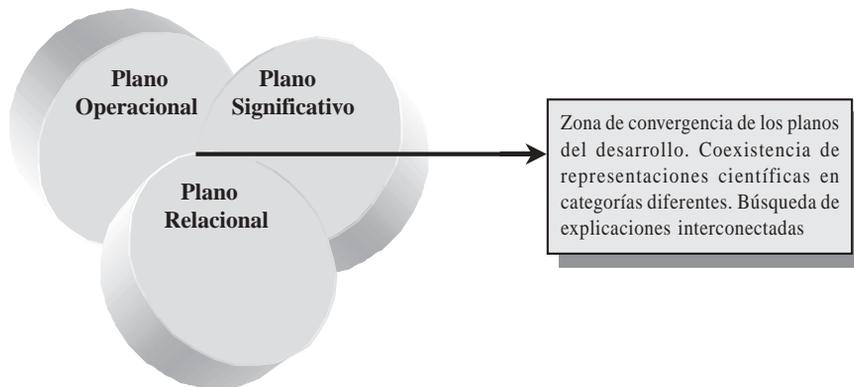


Figura. 3. La integración de los planos del desarrollo en un proceso formativo que es divergente frente a la solución de un problema científico en el aula. La persistencia e intensidad de estas “vías de comunicación” determinan la calidad de la solución del mismo problema.

Trascender el plano instrumental operativo

Hasta aquí hemos señalado la unidad e interdependencia mantenida por los planos de análisis y desarrollo, que como afirmamos son a la vez planos de análisis y desarrollo durante la solución de problemas en condiciones didáctico-pedagógicas específicas, esto es, la clase de ciencias. Sin embargo, cuando se observa detenidamente lo que en la actualidad ocurre en la enseñanza de la solución de problemas, como parte de la formación científica de los alumnos, lo mismo que en la investigación correspondiente, uno puede constatar un énfasis desproporcionado o exagerado en el plano operativo-instrumental, con menoscabo de los otros dos.

Es bastante común que los profesores y los propios alumnos centren su actividad en el establecimiento y la comprensión de las relaciones axiomáticas o formales o de otra índole que subyacen en el problema, y dejen a un lado lo que atañe a los significados y sentidos que tiene la actividad para quien está resolviendo dicho problema. Si en algún momento la atención se vuelve hacia el plano personal, esto ocurre como un hecho más bien accidental que planificado, la mayo-

ría de las veces no reconocido por el profesor; o bien aparece como un aporte secundario que “desvía la clase programada”. Los hechos que aquí ocurren, y que se manifiestan en la actividad comunicativa de los contenidos o fenómenos propios de la ciencia, su método y naturaleza o en las actitudes de los alumnos, sean favorables o desfavorables para la actividad, por lo común son ignorados y no cobran relevancia por parte del profesor (Bernstein, B.; 1993; Lemke, J., 1997).

Obviamente, el plano relacional recibe mucho menos atención, pues los alumnos y profesores casi nunca se sitúan en él, a fin de identificar y trabajar sobre los aspectos relacionales que implica la actividad de solución. Además, existe la representación “cultural” de una ciencia axiomática, más instrumental que dialógica e interpretativa del mundo.

Pero desde nuestro punto de vista, los procesos pedagógicos de solución de problemas científicos, o de otra naturaleza, deben producirse teniendo como objeto específico de la atención el desplazamiento de los estudiantes por los tres planos diferenciados; el trabajo sistemático en cada uno de ellos durante la formación científica de los alumnos tiene una fuerte repercusión que está en la mayoría de los casos condicionada por la formación científica del profesor (Pozo, J. I., 1987; Porlán, R. y Rivero, A., 1998).

Por ejemplo, en la actualidad se hace un énfasis considerable en que la solución de problemas con fines pedagógicos debe generar contextos de intercambio (comunicación, diálogo, trabajo en equipo), en que los alumnos actúan a la manera en que lo hacen los científicos; suele hablarse de la creación de contextos donde los alumnos actúen para “hacer ciencia”. En este sentido, la didáctica de las ciencias opera con la metáfora de que la solución de problemas científicos no sólo nos debe dar pautas sobre “qué ciencia aprendemos”, sino que además sobre “qué es la ciencia, su método y naturaleza”.

Sin embargo, en las ocasiones en que esta forma de pensar se trata de hacer realidad, casi siempre la trama de interacción se teje en torno a los métodos de solución o las soluciones encontradas, las

estrategias y otros elementos del quehacer científico, que pueden ubicarse limpiamente en el plano instrumental operativo con menoscabo de los otros dos planos que hemos venido desarrollando en este artículo.

Sin embargo, los científicos cuando actúan en comunidad no sólo desarrollan una fuerte discusión de aspectos estratégicos. Una comunidad de científicos en acción productiva se describe también por las interacciones afectivas que produce y por los significados, creencias y sentimientos que en ella se comparten o rechazan, por los valores y sentidos que se construyen y actualizan; o sea, que la comunidad científica en acción trasciende el plano operativo-instrumental, para situarse en cada uno de los otros, mostrando un perfil de actividades e intencionalidades sumamente complejo, que resulta relevante para su existencia.

Cuando nosotros pretendemos situar la acción de los alumnos en “comunidades científicas”, pero restringimos su ejecutoria al plano instrumental operativo, estamos reduciendo las potencialidades formativas del contexto cultural en que ellos se mueven. Estamos construyendo una comunidad que podría denominarse de segundo grado de artificialidad, precisamente por hacer abstracción de lo anteriormente señalado; al mismo tiempo, se está simplificando y otorgando una homogeneidad que no presenta realmente, a la trama de representaciones científicas y de la ciencia que sirve de base a la acción pedagógico-didáctica.

Así, en la labor pedagógica se hace necesario operar con una representación más amplia y actualizada del quehacer científico en comunidad, situándose en cada uno de los planos descritos y la competencia de los alumnos requiere ser trabajada en cada uno de ellos, de manera intencionada y consciente. Presupone además el empleo de un modelo de evaluación que supere la visión tecnológica de los aprendizajes científicos. En consecuencia, trascender el plano operativo-instrumental y generar en los otros dos resulta necesario, a fin de hacer que lo que ocurre durante el enfrentamiento y solución de los problemas científicos adquiera un significado más amplio y cons-

tructivo; que se revierta en productos generalizados, estables y, fundamentalmente, en el desarrollo del propio estudiante que interpreta el mundo con teoría a la luz de sus propias ideas y de cómo las vincula con el mundo, el lenguaje, el aprendizaje, los valores y las actitudes.

Referencias bibliográficas

- Angulo, F.** (2002). “Aprender a enseñar ciencias: Análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria, basada en la metacognición”. Tesis doctoral no publicada. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- Benloch, M.** (1997). *Desarrollo cognitivo y teorías implícitas en el aprendizaje de las ciencias*. Ed. Aprendizaje Visor. Madrid. España.
- Bernstein, B.** (1993). *La estructura del discurso pedagógico*. Editorial Morata. Madrid. España.
- Candela, A.** (1999). *Ciencia en el aula*. Paidós Educador. Barcelona, España.
- Copello, M.I.** (1998). *La interacción maestra-alumnado en el aula: dilemas sobre acciones favorecedoras del acercamiento entre los significados en relación a contenidos en ciencias naturales* (Tesis de Doctorado no publicada). Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Jorba, J.; Gómez, I., Prat, A.** (2000). *Hablar y escribir para aprender*. Editorial Síntesis. Barcelona. España.
- Labarrere, A.** (1987). *Bases psicopedagógicas de la solución de problemas matemáticos*. Ed. Pueblo y Educación, La Habana.
- Labarrere, A.** (1990). “Solución de problemas y planos de desarrollo”. Ponencia presentada al V Congreso de Educación especial, La Habana.
- Labarrere A.** (1997) *Pensamiento: El análisis y la autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos*. Pueblo y Educación, La Habana.
- Labarrere, A. y Quintanilla, G.** (1999). “La creatividad como proceso de desarrollo en ambientes restrictivos: ¿Cómo aproximarla en la cien-

cia escolar?”. Revista *Pensamiento Educativo* N° 23. Publicaciones de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

- Labarrere, A. y Quintanilla, G.** (2000). “Análisis de textos producidos por profesores de ciencia en ejercicio, en un espacio teórico-reflexivo de perfeccionamiento continuo”, *Boletín de Investigación Educativa*, N° 15, pp. 369-387. Publicaciones de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Lemke, J.** (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Paidós. Barcelona. España.
- Porlán, R. y Rivero, A.** (1998). *El conocimiento de los profesores*. Diada Editores. Sevilla. España.
- Pozo, J.I.** (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Ed. Aprendizaje Visor. Madrid, España.
- Sanmartí, N. y Jorba, J.** (1995). “Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos”. *Revista Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, N° 4, abril, pp. 59-77.
- Sanmartí, N. e Izquierdo, M.** (1997). “Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar”. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Pozo, J.I.** (1996). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Ed. Morata. Madrid, España.
- Pozo, I. y Gómez, M.** (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Ed. Morata. Madrid, España.
- Semionov, I.** (1983). “El enfoque sistémico en el estudio de la organización del pensamiento productivo”. En: *Investigación del problema de la Psicología de la creación*, pp. 27-61.
- Schoenfeld, A.** (1985). *Mathematical Problem Solving*. New York: Academic Press.