

Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela



UNIVERSITAS

Propuestas para un proceso de formación continua de...

Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela

Colección Temática

Ana Lía De Longhi - Adriana Ferreyra -
Alicia Paz -
- Gonzalo Bermúdez - Mónica Solís -
- Elisa Vaudagna - Marcela Cortez
Invitadas: Leticia Losano - Mercedes Parietti



UNIVERSITAS. Editorial Científica Universitaria de Córdoba
Diseño de Tapa: Jorge G. Sarmiento

Diseño Interior: Marcelo A. Tejerina
Producción Gráfica: Editorial Universitas

Este texto es el resultado del Proyecto: *Una estrategia problematizadora para enseñar y aprender ciencias*. Aprobado y subsidiado por el **Programa de Innovaciones en el Aula. Convenio de Cooperación Interinstitucional: Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Agencia Córdoba Ciencia, Ministerio de Educación y Cultura de Córdoba, y Universidad Nacional de Córdoba. Año 2004.**

Por sugerencias y contactos dirigirse a:

analiadelonghi@yahoo.com.ar
adrianafer2000@yahoo.com

Autores

Coordinador: Ana Lía De Longhi.

Integrantes: Adriana Ferreyra, Alicia Paz, Gonzalo Bermúdez, Mónica Solís, Elisa Vaudagna, Marcela Cortez.

SERIE
Colección *Temática*

ISBN: 987-572-047-X

Prohibida su reproducción, almacenamiento y distribución por cualquier medio, total o parcial sin el permiso previo y por escrito de los autores y/o editor. Esta también totalmente prohibido su tratamiento informático y distribución por internet o por cualquier otra red. Se pueden reproducir párrafos citando al autor y editorial y enviando un ejemplar del material publicado a esta editorial.

Hecho el depósito que marca la ley 11.723.

Impreso en Argentina

© 2005. Segunda Edición. Editorial Universitas.

Indice

Indice	5
Prólogo.....	7
<u>1.</u> Propuestas para un proceso de formación continua de docentes innovadores en educación en ciencias. <i>Ana Lía De Longhi</i>.....	8
<u>2.</u> Aproximando la construcción del conocimiento científico escolar a procesos de indagación que problematizan el contenido. <i>Ana Lía De Longhi y Adriana Ferreyra</i> ...	¡Error! Marcador no definido.
<u>3.</u> Enseñanza de las ciencias en la escuela: estrategias didácticas inspiradas en el trabajo científico. <i>Adriana Ferreyra</i>.....	¡Error! Marcador no definido.
<u>4.</u> La diversidad biológica y los disturbios. Desde el patio de la escuela a los parques nacionales. <i>Gonzalo Bermúdez</i>	¡Error! Marcador no definido.
<u>5.</u> La adrenalina y las situaciones de estrés. Discutir para comprender. <i>Alicia Paz</i>.....	¡Error! Marcador no definido.
<u>6.</u> Adaptación de los piojos a los insecticidas: un problema cotidiano para aprender sobre evolución. <i>Alicia Paz y Gonzalo Bermúdez</i>.....	¡Error! Marcador no definido.

- 7. Enseñar para generar conductas de prevención del VIH-sida y superar representaciones erróneas. *Mónica Solis y Elisa Vaudagna*..... ¡Error! Marcador no definido.**
- 8. Construyendo las primeras ideas sobre la flotación. La indagación dialógica como motor de aprendizaje. *Adriana Ferreyra*..... ¡Error! Marcador no definido.**
Anexo I ¡Error! Marcador no definido.
Anexo II..... ¡Error! Marcador no definido.
- 9. La Energía Eléctrica. Compartiendo la construcción de conocimientos en un aula de EGB 3. *Marcela Cortez*..... ¡Error! Marcador no definido.**
Programa guía de Actividades: Primeras nociones sobre la Energía Eléctrica ¡Error! Marcador no definido.
- 10. Introducción a los fenómenos magnéticos. ¿Qué ocurre en el aula cuando a los chicos les planteamos problemas nuevos? *Ana Leticia Losano y Mercedes Romana Parietti* ¡Error! Marcador no definido.**

Prólogo

Se presentan en este texto propuestas innovadoras que se fundamentan en la consideración de la Didáctica Especial como la ciencia que estudia la comunicación y transformación de los conocimientos de Ciencias Experimentales, en situaciones que se generan desde la interacción entre el docente, los alumnos y un objeto de conocimiento, en el marco de contextos personales e institucionales cambiantes. Dicho proceso se representa con el llamado “triángulo didáctico” y corresponde a la figura de tapa.

Creemos que para que estas situaciones aporten a un cambio en la Enseñanza de las Ciencias es necesario tanto “enseñar lo que se investiga” como “investigar lo que se enseña”. Es por ello que presentamos en los tres primeros capítulos el marco teórico, derivado de investigaciones en el área, y en los seis siguientes las propuestas didácticas que ponen en acción dichos fundamentos.

El desafío anterior implicó consolidar un grupo integrado por docentes universitarios y de escuela media. Cada uno aportó sus conocimientos, experiencias, dedicación y voluntad. Valoramos especialmente el esfuerzo de los docentes de la escuela para sumar, a su cargada agenda, las tareas de registrar, interpretar y escribir sus clases, actividades extra y poco habituales.

Como coordinadora del equipo y en nombre de éste, agradezco la oportunidad que los Organismos que integran el “Convenio de Cooperación Interinstitucional” nos dieron para reunirnos, trabajar y producir acciones y materiales transferibles, así como a las escuelas que permitieron instalarlos en sus aulas.

Ana Lía

1

Propuestas para un proceso de formación continua de docentes innovadores en educación en ciencias

Ana Lía De Longhi

El propósito de este capítulo es presentar los acuerdos actuales respecto a la formación requerida para un profesor de ciencias, que pueda ser capaz de proponer, desarrollar y evaluar innovaciones, caracterizar las mismas, así como contemplar la diversidad de variables que conforman las situaciones didácticas que se generan.

En los últimos años, las investigaciones en didáctica han tomado el aula como centro de atención, más que la eficacia del profesor. Por ello, los estudios actuales analizan principalmente las actividades y las formas en que éstas median la construcción del conocimiento, la interacción comunicativa y en consecuencia, cómo pueden generar aprendizajes comprensivos. Pero, no son los resultados de aprendizaje el único indicador de un proceso de enseñanza adecuado, existen otras variables relacionadas con las estrategias del docente, las características del objeto de conocimiento y a los contextos sociales, institucionales y personales.

La visión de Didáctica, que hoy forma parte de la agenda para la formación docente, ha pasado de ser un conjunto de técnicas para la enseñanza para centrarse en el diseño, desarrollo y estudio de los procesos de comunicación y transformación de los saberes en el aula. Dicha propuesta se ubica en el marco de los cambios educativos generales producidos por el paso desde una enseñanza tradicional (transmisión-recepción) a una con visión constructivista y por los movimientos generados desde las reformas educativas. Específicamente en el área de ciencias experimentales, influyen los avances científicos, los cambios sociales derivados de las propuestas tecnológicas, las problemáticas ético-sociales que de ellas se derivan, y las investigaciones e innovaciones en el área de Educación en Ciencias (De Longhi, 2001).

Una de las preguntas que busca su respuesta, desde este marco teórico para la Didáctica de las Ciencias, es: *¿cómo generamos desde las actividades la transformación de los conocimientos científicos que enseñamos y de qué manera recuperamos las características de ese objeto de conocimiento, es decir su epistemología, en las clases de ciencias?*.

Si bien los docentes se enfrentan diariamente a situaciones de comunicación que movilizan un mensaje referido a un conocimiento científico, activan las representaciones de los alumnos y orientan una determinada transposición del mismo, todos sabemos que dichos procesos están condicionados por nuestros saberes docentes, los contextos laborales y la realidad socio-cultural. Desde la perspectiva anterior hablar de formación docente implica revisar *¿Qué se espera de la enseñanza de las ciencias, sus finalidades?*, *¿Cuáles son las características fundamentales de las situaciones didácticas?*, *¿Cómo debe ser el perfil de un docente de ciencias, cuáles sus principales*

saberes, competencias o capacidades? ¿Cómo se debería producir su proceso de formación? Y a partir de allí establecer las características de una innovación educativa.

Finalidades para la Enseñanza de las Ciencias

Los docentes generan contextos de aprendizaje y a partir de ellos los alumnos desarrollan determinadas capacidades. Consideramos que las mismas deberían corresponder a las *finalidades para la enseñanza de las ciencias*, que de acuerdo a Jiménez y Sanmartí (1997) son:

- Aprender los conceptos contextualizados en los modelos y teorías que le dieron origen. Es decir, aproximar cada vez más la interpretación de los fenómenos a los modelos que propone la comunidad científica. Dicha interpretación requiere desarrollar destrezas cognitivas y de razonamiento científico, lo que se llama “hacer ciencias”.
- Desarrollar destrezas experimentales relacionadas con los procedimientos y especialmente la resolución de problemas (como visión superadora del método científico estándar).
- En el marco de las actitudes, desarrollar un pensamiento crítico que posibilite opinar y tomar decisiones.

Los logros anteriores deberían permitir construir una imagen de ciencia en permanente revisión, no neutral, con aplicaciones tecnológicas e inserta en una realidad socio-cultural. Al mismo tiempo favorecer una alfabetización científica que dé una cultura básica y capacite para tomar decisiones, analizar información, plantear dudas y detectar engaños.

Por otro lado desde los debates actuales para la enseñanza de las Ciencias y los estándares para la educación en Ciencias (Standars, 1996; Reiss y otros, 1999) se prescribe que:

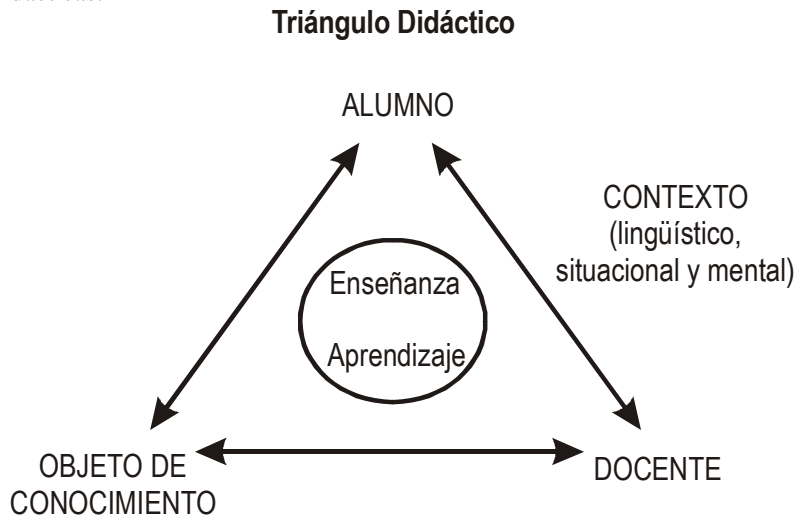
- La enseñanza debería entender al conocimiento como algo a construir y no como algo dado.
- Orientarse al cambio conceptual, permitir la reconstrucción del conocimiento y localizarse en situaciones problemáticas.
- Preparar programa de actividades, en la etapa pre-activa, saber guiar esas actividades y luego evaluarlas y analizarlas críticamente con el equipo.
- Elaborar y experimentar modelos que ofrezcan alternativas fundadas y coherentes.
- Romper con la visión simplista de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, usar variedad de métodos (relacionados con el uso de historias explicativas, la naturaleza de las ciencias y la indagación sistemática).
- Diseñar y justificar un currículum que busque la alfabetización científica.
- Proponer un docente facilitador e investigador, que mantenga el control conceptual de la clase, promueva la interacción, la comprensión compartida y que ceda paulatinamente el control sobre el conocimiento.
- Entender y comprender los intereses de los estudiantes, compartir la responsabilidad del aprendizaje.

Las recomendaciones anteriores son la guía para una adecuada propuesta de enseñanza de las ciencias y las mismas han sido consideradas en la planificación e implementación de las innovaciones presentadas en este texto.

Características de las situaciones didácticas

Diariamente los docentes planifican, desarrollan y evalúan un conjunto de aspectos integrados en las *situaciones didácticas*, comúnmente representadas por el *triángulo didáctico*, en el que interactúan docente, alumnos, un objeto de conocimiento, en un contexto determinado.

Nos detendremos un instante para analizar la *diversidad de variables* que conforman estas situaciones didácticas:



Lo primero que debemos comprender es que dichas situaciones son **complejas**, por las múltiples variables que la componen; **singulares**, ya que estas variables se combinan de forma particular en cada encuentro en el aula; y poseen **historicidad**, dada por los cambios que se generan a medida que pasa el tiempo, por ejemplo en la relación docente / alumno, en los conocimientos disponibles, etc. García (1988) haciendo referencia a la diversidad y singularidad del aula, establece la siguiente analogía entre los sistemas biológicos y la vida en el aula: "del mismo modo que en los sistemas biológicos, (en el aula) se puede plantear la diversidad social como causa y como consecuencia de la riqueza de interacciones que configuran la organización social".

Además, a la caracterización social previa se le suma el carácter **asimétrico e intencional de la clase**, así como las complejidades derivadas de los *agentes* que la componen (alumnos y docente), por ejemplo sus conocimientos, concepciones y representaciones.

Dicha **asimetría**, en la interacción docente- alumno, está dada principalmente por el tipo de relación que el docente establece con el saber, la cual se manifiesta en su dominio de la materia y el significado que da al contenido propuesto en su enseñanza, la forma de situarse y de situar al alumno con relación a dicho saber, los marcos de referencia que sugiere o impone y los tiempos de construcción conceptual que otorga o niega. Esta asimetría tiene grados que pueden, por ejemplo, llegar a un punto extremo donde no ocurra una comunicación adecuada por la distancia que impone el docente al emplear un lenguaje muy técnico y elaborado, sin puntos de referencia para los alumnos (De Longhi, 2000-a).

Otra de las causas de la situación anterior está relacionada con el hecho de que las clases se desarrollan dentro de instituciones educativas, inmersas en un determinado *contexto socio-cultural*. Los alumnos forman parte de esos grupos sociales e interactúan con ellos y llegan al aula con ideas, representaciones, creencias, conocimientos y lenguaje, no siempre conocidos y/o compartidos por sus compañeros o el docente.

Son tres, entonces, los **contextos** que interactúan en la clase: el **situacional**, representado por lo cultural y su recorte institucional manifiesto en el currículum; el **lingüístico**, formado por códigos y expresiones derivadas tanto de la lógica del contenido, como del conocimiento cotidiano (que emergen al armarse el discurso de la clase); y **mental**, relacionado con las posibilidades de aprendizaje a partir de las estructuraciones cognitivas que disponen los miembros de la clase, redes semántica, raíces afectivas, motivaciones, concepciones, etc. Estamos hablando de contexto mental y lingüístico del docente y de los alumnos (De Longhi, 1998).

El otro vértice del triángulo didáctico lo compone **el objeto de conocimiento**. En el aula, éste es producto de una transposición (Chevallard, 1985), *se reconstruye en la clase y se arma en su presentación*. Comprender la afirmación anterior implica analizar el tipo de *transposición* que sufren esos conocimientos, que según Jiménez y Sanmartí (1997) puede ser analítica u holística. Si es de carácter analítico, busca incrementar los conocimientos de los alumnos y que éstos, a partir de un conjunto de lecciones sucesivas, armen el modelo del experto. Si es de carácter holística, busca que el alumno participe de la reestructuración del conocimiento, creándole sistemas de referencia que le permitan retomar sus modelos y teoría y así, evolucionar hacia los del conocimiento científico. Otro elemento importante a considerar sobre este vértice es que en el aula interactúan *conocimientos cotidianos, científicos y académicos*, generándose una lógica particular que integra la del contenido y la de la interacción (De Longhi, 2000- b). Por último, al objeto de conocimiento lo delimita el nivel de concreción del currículum (De Longhi y otros- a, 2003).

En las últimas décadas ya no se discute, ni desde el cuerpo teórico de la didáctica de las ciencias, ni desde las reformas, la importancia de las Ciencias como elemento esencial para la formación del ciudadano. No obstante existe una gran distancia entre las producciones de la ciencia, el alumno y su familia. En dicho trayecto están como actores mediadores fundamentales el sistema educativo y los docentes de ciencia.

Por ejemplo, como consecuencia de los movimientos de cambio curricular y de avance de las ciencias, cada vez es más problemático para un profesor de ciencias seleccionar y secuenciar los contenidos. También se encuentra que los criterios desde dónde lo hace no siempre se originan en el conocimiento científico actualizado. Muchas veces la rutina de la docencia hace que tome sólo sus experiencias previas como criterio de validez, tanto las referidas al contenido disciplinar, como a los conocimientos pedagógico didácticos específicos (De Longhi 2000 a).

Además, el **carácter del contenido** no es el mismo para Biología, Física o Química, por sus aspectos epistemológicos, su lógica particular y las características de sus tres mundos: el de los hechos (la manipulación y la experimentación), el de los modelos imaginados (el mundo teórico que posibilita explicar los fenómenos) y el de las formas de hablar y de la simbología que usan para comunicarse (Sanmartí, 2002). Tampoco son similares en los criterios de selección y organización curricular, los patrones temáticos y de actividad esperados, ni las interacciones específicas que integran la lógica del contenido a la lógica de la interacción (De Longhi, 2000 a).

Lo anterior conduce a la necesidad de reflexionar sobre los saberes disciplinares de los docentes, los cuales deberían incluir los referidos a *lo que “se conoce”, como al proceso que lo permite, el “cómo se conoce”*. Por ejemplo centrar el intercambio en la forma de conocer un contenido requiere que el docente, a través de sus intervenciones haga explícito, por un proceso de “metacomunicación” (Titone, 1986), el camino seguido por el grupo clase, para comprender la secuencia de análisis del tema o actividad. De esta forma se revela la estrategia de construcción para dicho tema, desde actividades de meta análisis, así como las resignificaciones personales y grupales que surgieron en el diálogo.

En coincidencia con la propuesta de Duschl (1997) podemos decir que nuestra comprensión de la investigación científica debería abarcar no sólo los procesos de comprobación del conocimiento, sino también los procesos generadores de éste. El autor señala dos caras o caracterizaciones relativas a la naturaleza de las ciencias: la ciencia como un proceso de justificación del conocimiento (lo que sabemos) y la ciencia como un proceso de descubrimiento del conocimiento (cómo sabemos). También observa que la primera caracterización domina la enseñanza

contemporánea de las ciencias y de esta forma se les presenta a los alumnos un cuadro incompleto, ya que se los hace participar de tareas diseñadas sólo para mostrar lo que se conoce de ellas. Lo que falta en la actualidad, en el currículum de ciencias, es diseñar la implementación de propuestas didácticas que trabajen sobre la otra cara, es decir el “cómo”. Desde las propuestas de problematización que aquí presentamos se intenta trabajar desde dichas caras de la ciencia.

Perfil de un profesor de ciencias

El cambio desde una visión tradicional del profesor como mero transmisor de contenidos y evaluador de resultados requiere un cambio hacia un *nuevo perfil* docente relacionado con el de un profesional capaz de reflexionar críticamente sobre su práctica, planificar creativamente, trabajar en equipos interdisciplinarios y participar dentro de un área en proyectos institucionales. Ello significa que un buen profesor es un mediador calificado del Sistema Educativo que ejerce adecuado control sobre el conocimiento y sus formas de construcción. Es el enseñante quien debe transformar el conocimiento científico en conocimiento a enseñar y generar situaciones particulares.

Ese nuevo perfil debe satisfacer una demanda cada día más compleja y comprometida, requiriéndole:

- Conocimientos científicos, psicológicos y pedagógico-didácticos actualizados.
- Formación integral, con capacidades disciplinar, pedagógico-didácticas, comunicacional y de investigación de su práctica.
- Capacidad para realizar adecuadas transposiciones y de vigilar la coherencia entre la epistemología de la disciplinar, la propuesta educativa y su contextualización socio-cultural.
- Capacidad para participar en los Proyectos institucionales, interdisciplinarios y en reformas del sistema educativo.
- Actitud y pensamiento crítico y reflexivo para un desarrollo profesional continuo, con actualización permanente.
- Capacidad y valores éticos para impulsar el desarrollo de propuestas innovadoras y soluciones a problemas relacionados con la Educación en Ciencias y su lugar en la realidad bio-socio-cultural regional y nacional.

Desarrollar las capacidades anteriores supone contar con un conjunto de **saberes** no siempre presentes en los procesos de formación docente. Como expresa Sanmartí (2002), hay un consenso generalizado en que la formación inicial actual no responde a las nuevas necesidades que genera el ejercicio de la profesión y que la formación permanente tiene poca influencia en el cambio de las prácticas en el aula.

Ya en 1991, Gil Pérez se cuestionaba sobre qué debe saber y saber hacer un profesor de ciencias, y daba una fundamentada respuesta que incluía los siguientes saberes: conocer la materia a enseñar, conocer y cuestionar el pensamiento espontáneo, lo que exige adquirir conocimientos teóricos sobre el aprendizaje y aprendizaje de las ciencias y posibilita realizar crítica fundada a la enseñanza habitual, saber preparar actividades, saber dirigir la actividad de los alumnos; además, saber evaluar, y utilizar al investigación e innovación, como integrador de todos los saberes anteriores.

Este posicionamiento visionario nos permite reflexionar ahora sobre la consecuencia de las ausencias de estos saberes. Así por ejemplo no conocer la materia a enseñar afecta la selección y organización de contenidos, la identificación de conceptos estructurantes, de sus niveles de complejidad y de procesos básicos asociados al contenido conceptual, la concepción de ciencia que se trasmite, así como los tipos y momentos para hacer cierres, integraciones, traducciones, contextualizaciones y legitimaciones discursivas en la clase. No tener formación en psicología y sociología es un obstáculo para realizar adecuadas selección y graduación de actividades y formas

de evaluación, generar construcción de códigos compartidos, adecuar las demandas cognitivas de las tareas a las capacidades de resolución de los alumnos. La ausencia de saberes didácticos limita la realización de propuestas innovadoras, el cuestionamiento, la reflexión y la superación de las visiones y prácticas de sentido común, así como poder generar proyectos y clases con variadas estrategias. (De Longhi y otros, 2003 a)

A lo anterior se agregan otros saberes que, tanto desde la investigación como desde las innovaciones, se han instalado en la agenda para la formación docente. Se refiere a la capacitación en lo *comunicacional y dialógico*, como proceso mediador en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Esta capacidad se suma a las *disciplinares y didácticas*, consideradas en los procesos habituales de formación docente.

Algunas de las razones por las cuales debería recuperarse el estudio de la interacción dialógica en clases, en la formación docente continua son: es una ayuda para aprender y un andamiaje útil para la construcción del conocimiento y del lenguaje específico de la disciplina, es un indicador del contrato pedagógico y de las negociaciones que ocurren en el aula entre docente y alumnos, permite identificar la estrategia discursiva usadas por los docentes para resolver los problemas de comprensión del conocimiento científico; pone de manifiesto los contextos que dan significado a lo que se dice (códigos, variantes de habla del grupo, conocimientos previos, referentes), permite realizar una vigilancia epistemológica de la forma en que se construye el conocimiento, analizando la distancia entre el saber científico, el conocimiento a enseñar y el enseñado (De Longhi y otros b, 2003).

En el marco de la Didáctica, el diálogo docente-alumno y alumno-alumno, es un elemento que forma parte del diseño, prevé el tratamiento lingüístico de la clase, las intervenciones fundamentales del docente, los tipos de intervención esperadas para el alumno, los momentos de las mismas, en relación con el proceso de construcción conceptual. El docente a través del discurso legitima los diferentes niveles de realización de la actividad, justifica lo que se hace en el marco de los objetivos y de la disciplina de referencia y le da fundamento contextual al aprendizaje. Entonces, la conversación además de un vehículo para evaluar o hacer un seguimiento del aprendizaje de los alumnos, es un medio para desarrollar un significado compartido desde el contexto de las actividades y en definitiva “hablar la ciencia” (Lemke, 1997). Lo anterior conlleva la necesidad de formar a los docentes en el diseño de actividades asociadas a estrategias de intervención verbal (De Longhi y Ferreyra, 2001).

Capacitar al docente en esta capacidad permite utilizar el discurso como un observable de la situación didáctica, un nexo entre los contextos situacional de la clase, y el lingüístico y mental de él y sus alumnos y establecer relación entre las habilidades cognitivas esperadas, las cognitivas lingüísticas que se manifiestan en la clase y los tipos de textos que se producen. Por ejemplo cuando se planifiquen las actividades se deberían tener como criterio la selección de las formas del lenguaje más apropiadas para la Ciencia: debate, indagación, refutación, argumentación, planteo de hipótesis, inferencia, comparación, explicación, descripción y generar en el estudiante en el uso de este tipo de discurso. Así, guiar el paso de un discurso cotidiano a uno más científico, tanto en la conversación, como en las expresiones escritas y en el pensamiento. Esto también es parte de las finalidades para la alfabetización científica (De Longhi, 2000-b).

Ya hemos probado en los proyectos de investigación de los últimos años que la capacidad dialógica del docente es un indicador de su formación, incide en la implementación de un modelo innovador para la enseñanza y abre una nueva dimensión para la formación docente. Usamos el análisis del discurso (verbal o escrito) tanto para el diseño, como para el seguimiento y evaluación de las estrategias de enseñanza y de aprendizaje (De Longhi y otros 2003 b). También se ha visto que permite al profesorado utilizar la reflexión dialógica para la revisión de concepciones y prácticas (Copello Levy y Sanmartí 2001). Por todo ello cada capítulo de este libro, referido a una propuesta de enseñanza de Biología o Física, ejemplifica las interacciones discursivas y presenta la interpretación del docente. Optamos por dicha estructura de libro para poder recrear los escenarios que generaron las diferentes problematizaciones.

Algunos acuerdos para un modelo de formación docente

- Poseer una formación que integre los saberes teóricos, disciplinares y pedagógico-didácticos a los saberes prácticos, relacionados tanto con el saber hacer en las aulas, como con el análisis de dichas prácticas. Lo anterior debería ser parte tanto de la formación inicial como permanente del profesorado. (González, y otros, 1996, Mellado y González y 2000, González y De Longhi, 2001, Sanmartí, 2002).
- Tomar la Didáctica Especial (de la Biología, la Física o la Química) como la disciplina nucleante que integra el saber disciplinar con los referidos al aprendizaje y enseñanza de la ciencia. Incorporar en ella los relacionados con las capacidades dialógicas y el análisis de los contextos situacionales, lingüísticos y mentales, generados desde la enseñanza del propio objeto de conocimiento (De Longhi, 2001), ya que no hay un cómo se enseña independiente del contenido (Sanmartí, 2002). No obstante se debería trabajar desde un proyecto común con las demás disciplinas científicas de la currícula del profesorado, por poseer propósitos compartidos (González y otros, 1996, De Longhi y Ferreyra, 2002; Sanmartí, 2002).
- Concebir la formación docente como un proceso de cambio de ideas y toma de conciencia de las prácticas implícitas, así como la reflexión continua, desde observaciones sistemáticas de lo planificado y desarrollado (González y De Longhi, 2001), es decir un proceso de autorreflexión y autorregulación permanente (Sanmartí 2002). Esto también se hace extensible a las propuestas de los formadores de formadores, los cuales deben tener una preparación especial (De Longhi y Ferreyra, 2002, Furió y Gil, 1999). Por ello hay quienes señalan que en la formación de profesores influye mas la manera de cómo se les enseña que lo que se dice sobre la forma de enseñar (Sanmartí, 2002).
- Retomar las producciones de investigaciones e innovaciones en la formación inicial y permanente de los profesores. A su vez generar proyectos innovadores, y desarrollos de materiales didácticos desde los propios institutos de formación docente, a fin de aportar fundamentos al proceso de análisis de las prácticas, de la renovación de los diseños curriculares, de la evaluación institucional y del desarrollo de la educación (De Longhi, Ferreyra, 2002).
- Romper con la distancia que habitualmente separa las comunidades de científicos y docentes. Para ello generar intercambios desde redes de instituciones, congresos y publicaciones e incorporar la práctica de comunicar las producciones y someterla a intercambio con colegas. Esto se vería facilitado si se trabajara desde las asociaciones de profesores (De Longhi y Valeiras, 1998).
- Generar procesos de formación docente que no sean externos a su realidad. Es decir, a las instituciones donde trabajan, a los contextos laborales, salariales y políticos. Atender desde los programas de formación tanto a la diversidad de origen de los estudiantes como a la diversidad de contextos donde en el futuro desarrollarán su profesión.
- Redefinir los formatos para la formación permanente de docente que supere los cursos sueltos y aislados, por ejemplo con trayectos de mayor duración, programas de postulación y carreras de grado. A su vez desde ellos favorecer el trabajo con equipos de docentes pertenecientes a una misma institución, de manera de facilitar la aplicación de las propuestas al volver a sus lugares de trabajo.
- Generar procesos de perfeccionamiento desde sistemas de intercambio, pasantías por ejemplo entre las universidades y la escuela o entre los institutos de formación docente y las universidades.

- Elaborar y experimentar modelos que ofrezcan alternativas prácticas, fundadas y coherentes a los problemas detectados tanto en la enseñanza cuanto en el aprendizaje de las ciencias, principalmente planteados desde la escuela obligatoria (Porlán 1998).
- Preparar un profesional cualificado capaz de crear un ambiente de aprendizaje orientado a la indagación científica. Un profesor que pueda tomar decisiones sobre el diseño curricular teniendo en cuenta los elementos del contexto de descubrimiento de las Ciencias, que explore con sus alumnos la naturaleza de la ciencia y la indagación científica. Actualizar el conocimiento de los profesores e infundir en los estudiantes un vivo interés por la ciencia (González y otros, 1996, Duschl, 1997, De Longhi y Ferreyra, 2001).

Como expresa Paredes de Meañes (1995) “cuando la educación se transforma en un hecho intencional y sistemático requiere de personas que posean cualidades personales, culturales y profesionales que les permita desarrollar con idoneidad esa tarea”. La misma autora caracteriza a dichos profesionales en función de: su conocimiento, preparación especializada de nivel superior, título habilitante, código ético, reconocimiento social (del servicio que presta), pertenencia a una organización profesional y condiciones en que trabaja.

Características de una innovación educativa

Como decíamos anteriormente, la principal *demanda a la educación científico tecnológica* está relacionada con la necesidad de formar ciudadanos familiarizados con la ciencia y la tecnología, para insertarse en el mundo y generar una mejor calidad de vida. Se espera que las personas puedan formar parte de dicha cultura, comunicarse en esta sociedad tecnológicamente en progreso y mantener una cierta autonomía.

Pero, al mismo tiempo hay *críticas a los sistemas educativos* por el tipo de enseñanza impartida (transmisiva, no comprensiva, sin tener en cuenta los conocimientos previos de los alumnos), la centralización en el control y la evaluación, las condiciones laborales de los profesores, su formación y concepciones, la visión desformada de la ciencia que se enseña y el desarrollo de programas de ciencias sobrecargadas de contenidos conceptuales muchas veces irrelevantes respecto a los intereses y necesidades actuales.

Es así que en las últimas décadas, principalmente desde las reformas, se deriva la necesidad de revisar las planificaciones y prácticas educativas y en consecuencia hacer *propuestas innovadoras, en el marco de diseños curriculares dinámicos y flexibles*.

Innovar, en términos generales, implica desarrollar una alternativa superadora de la tradicional o habituales forma de enseñar y/o aprender, en distintos contextos o niveles institucionales, basados en una reflexión crítica de los cambios que deben generarse en la práctica (*Rivarosa y De Longhi 1998*). Como expresa Berzal (2002), el cambio es la causa y el fin de la innovación.

Llevarlas a la práctica requiere un estilo de pensamiento, una actitud de indagación permanente sobre la educación, la cultura y la sociedad, también un compromiso ético, intelectual y práctico para hacer de la escuela pública un espacio socioeducativo efectivo (Escudero 1995). Además, trata de modificar actitudes, ideas, culturas, contenidos, modelos y prácticas; pero a su vez, introducir una línea renovadora, nuevos proyectos y programas, materiales curriculares, estrategias de enseñanza y aprendizaje, modelos didácticos y otras formas de organizar y gestionar el currículum, el centro y la dinámica del aula (Carbonell, 1991).

Dicha *indagación permanente* se estructura en un circuito de trabajo, un proyecto, que tiene una intención y un diseño de intervención. Se inicia en el planteo de un problema, detectado desde un

diagnóstico, cuya solución requiere acciones coordinadas, adecuación al contexto, reflexión permanente, previsión, acompañada de un análisis evaluativo y de seguimiento.

En ese intervalo entre la realidad, lo posible y lo proyectado, se encuentran las innovaciones, entendida como práctica no rutinaria e hipótesis de trabajo, ya que tiene probabilidades de ocurrencia, no es una receta (burocrática) y supone ver la práctica cómo un problema (*De Longhi y otros, 2003, Paz y otros, 2003*).

De lo anterior se derivan cuestiones necesarias a considerar:

-*La aplicación de una innovación debe derivar de un diseño*, de esta forma se reduce la incertidumbre, hay una guía y un orden, se elimina la improvisación, lo secundario y el desfase temporal o conceptual, resultando una transformación de la propuesta oficial (selecciona, cambia de orden, énfasis, interpretación).

La planificación de una innovación curricular para un curso, una unidad didáctica o una clase, es un nexo entre la formación del docente, su intención, su comportamiento profesional y el cambio que desea lograr. Es decir, entre la teoría y la práctica.

- Si bien *el currículum* se resignifica en los quehaceres cotidianos de los docentes y en las experiencias de aprendizaje de los alumnos, si éste *es motivo de innovación*, es necesario *delimitar las variables que se interrelacionan y condicionan su diseño e implementación*, así como las *libertades* con que se cuenta. Ellas tienen que ver, como vimos anteriormente, con el *contexto situacional* de donde se desarrollará la propuesta (Escuela, PEI, DC, aspectos socio culturales del grupo, recursos que se dispone o se deben elaborar), características de *docente y alumnos* (concepciones, conocimientos, motivaciones, contexto lingüístico y mental), características del *objeto de conocimiento científico* (aspectos epistemológicos- lo que se conoce y el cómo se conoce- y curriculares), propósito que se persigue, modelo y tipos de actividad, su selección y organización, proceso singular de transformación y comunicación del conocimiento científico a enseñar.
- El *aula*, lugar donde se concretan las innovaciones, podemos analogarla a un *sistema* que se define por los elementos que la componen, los que se interrelacionan y están organizados por las estrategias de enseñanza que le dan sentido y finalidad a cada situación. Según la forma en que ocurran dichas relaciones habrá un clima específico en cada clase y una *concreción particular del currículum*, regulada por la asimetría entre docente y alumnos, en relación con el saber, la intencionalidad o aprendizaje esperado, la complejidad y singularidad dada por la combinación de todas las variables antes mencionadas, en un momento particular. Justamente, *esta naturaleza práctica del currículum*, el grado de flexibilidad que se le otorga, la autonomía de los docentes que lo organizan y desarrollan y su sentido profesional, *es lo que permite*, según Marchesi y Martín (1998), *generar innovaciones* y en consecuencia cambios educativos.
- Debemos reconocer que los esfuerzos por conseguir cambios han tendido a *subestimar el poder de la cultura y de la escuela y el aula* para adaptar, acertar o rechazar la propuesta (Berzal 2002). Por ejemplo, en el marco de la reforma educativa, tomada como gran generadora de innovaciones, no siempre las instituciones y los docentes han sido consultados, sin embargo ellos son los ejecutores necesarios. Es habitual observar innovaciones que sólo han quedado en los papeles, formando parte de los proyectos institucionales de las escuelas, sin un compromiso cierto de los docentes involucrados, ni un plan de seguimiento de las mismas por parte de las autoridades y el equipo ejecutor.
- Si bien lo anterior es negativo, hay docentes que permanentemente se comportan como *profesionales innovadores*, independientemente de que el gobierno se lo exija o de la reforma que llegue a la escuela. Éstos toman la práctica como un desafío que requiere soluciones

particulares y le exigen participar de un proceso de formación permanente. Lo anterior también favorecería procesos autónomos de indagación, evitando prácticas rutinarias y aisladas (Berzal 2002).

- Si se analizamos las actas de los Congresos, en especial los de Educación en Biología y en Física en los últimos años, vemos que en ellos se presentan muchas innovaciones áulicas, pero pocas tienen seguimiento y menos aun son las que se consolidan en un artículo de revista. El problema anterior nos alerta sobre la *comunicación de las innovaciones*, como parte de un ejercicio profesional necesario para consolidar redes y hacer intercambio. En este sentido las Asociaciones de Profesores y la presentación a proyectos de innovación, se convierten en la vía adecuada para canalizar estas propuestas y articularlas en torno a nuevos marcos teóricos, temáticas y metodologías y en consecuencia, acortar la brecha entre investigadores y docentes (Rivarosa y De Longhi, 1998). Tiene que ver con esfuerzos individuales y colectivos orientados a pensar, construir y articular, debatir y legitimar qué debe ser enseñado (Berzal, 2002), cómo, a quién y para qué.

Retomando el problema inicial relacionado con *críticas al sistema educativo* podemos decir que plantear una innovación como propuesta de solución a una problemática, adecuada al contexto, con reflexión permanente sobre su desarrollo y logros; y una comunicación e intercambio con la comunidad de pares, redundará en beneficio del sistema educativo, de cada docente y de los alumnos.

Este texto reúne un conjunto de innovaciones probadas para temas de Biología y Física. En los siguientes capítulos las iremos presentando, acompañadas de las reflexiones de los docentes que las implementaron. Es nuestro propósito que sean ejemplificadoras de un cambio necesario en nuestras aulas de ciencias.

Bibliografía

- Berzal, M. 2002. La innovación en la enseñanza de las Ciencias. Algunas ideas en torno a un cambio educativo con participación del profesorado. *Revista de Educación en Biología*, 5 (2), 5-12.
- Carbonel, J. 1991. *La aventura de innovar. El cambio en la escuela*. Akal. Madrid.
- Copello Levi, M. y Sanmartí, N. 2001. Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 269-283.
- Chevallard, Y. 1985. *La Transposición Didactique*. La Pensée Sauvage. Grenoble. Traducción 1991. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Aique. Bs. As.
- De Longhi, A. 1998. Contextualización del discurso Pedagógico en el aula de Ciencias. *Memorias IV Jornadas Nacionales de enseñanza de la Biología*. Edit. ADBiA. San Juan. pp13-23.
- De Longhi, A. L. y Valeiras, N. 1998. ¿Qué aporta una publicación periódica a la profesionalización de un profesor?. *Actas Congreso Iberoamericano de educación en ciencias experimentales*. La Serena. Chile. pp 10-12
- De Longhi, A. L. 2000-a. Análisis Didáctico del discurso de Profesor y de Alumno en clases de Ciencia y la comunicación del conocimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol 18, N 2, junio, pp 201-116.

- De Longhi, A. L., 2000 b. La construcción del conocimiento un problema de Didáctica de las Ciencias y de los profesores de Ciencia, *Revista de Educación en Biología*. Vol.3, N 1, pp. 13-21.
- De Longhi, A. L. 2001. Tendencias Actuales en Didáctica de las Ciencias Biológicas. *Memorias V Jornadas Nacionales de Biología*. Misiones. Argentina. pp 75-80.
- De Longhi, A. L. y Ferreyra, A., 2001. Un modelo de enseñanza y las estrategias comunicativas que posibilitan hacer ciencia en el aula. Un ejemplo para Biología en el Nivel primario. *Revista de Educación en Biología* . Vol.4, N 2, pp. 40-44.
- De Longhi, A. L. y Ferreyra, A. 2002. La formación de docentes de ciencia en Argentina. Problemáticas asociadas a su transformación. *Journal of Cs. Educ.* Vol. 3, N 2, pp. 95-98.
- De Longhi, A. L., Bernardello, G., Crocco, L. y Gallino, M. 2003-a. *Ciencias Naturales II: Genética y Evolución*. Tomo 1 y 2. (Libro en CD). Ed. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- De Longhi, A. L., Ferreyra, A., Iparraguirre, L., Campaner, G., Paz, A. y Calatayud, P. 2003-b. La interacción discursiva y el proceso de enseñanza en Ciencias Experimentales. *Revista Diálogos Pedagógicos*. Año 1, N 2. UCC. pp. 56-59.
- Duschl, R. 1997. *Renovar la Enseñanza de las Ciencias: Importancia de las teorías y su desarrollo*, Narcea. Madrid.
- Escudero, J. M. 1995. La innovación educativa en tiempos turbulentos. *Cuadernos de Pedagogía*, 240.
- Furió, Más, C. J. y Gil Pérez, D. 1999. Hacia la formulación de programas eficaces en la formación continuada del profesorado de Ciencias. *Educación Científica*. pp. 129-142.
- García, E., 1988. Fundamentos para la construcción de un modelo sistémico del aula. *Colección de investigación y enseñanza*. Serie Fundamentos N° 2, Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias. Diada Editoras. Sevilla.
- Gil Pérez, D. 1991. ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?, *Enseñanza de las Ciencias*. 9 (19), 69-77.
- González, E. y otros, 1996. Cinco ejes para la discusión sobre la formación inicial y la capacitación de los docentes de Ciencias: aportes a un tratamiento interdisciplinario. *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol 9, N° 2. Pag. 75-83.
- Gonzalez, E. y De Longhi A. L. 2001. *La Didáctica de las Ciencias Naturales: Su desarrollo en el sistema educativo. De la Teoría a la Práctica*. Proyecto Agencia Córdoba Ciencia.
- Jimenez, P. y Sanmartí, N., 1997. ¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos en la educación secundaria. En: Del Carmen, L. (coord). *Cuadernos de formación de profesores*. ICE/horsori- Universidad de Barcelona. Barcelona.
- Lemke, J. 1997. *Aprender a hablar Ciencias*. Paidós. Barcelona.
- Marchesi, A. y Martín, E. 1998. *Calidad de la enseñanza en tiempos de cambio*. Alianza. Madrid.

- Mellado, V. y Gonzalez, T. 2000. La formación inicial del profesor de ciencias. En Perales, F. Y Cañal, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Marfil. Alcoy. Alicante.
- Paz, A., De Longhi, A.L. y Bermudez, G. 2003. Una experiencia aulica a través de la problematización de contenidos de Biología. *Memorias Primer encuentro de innovadores críticos*. CD. La Granja. Córdoba . Pp74-76.
- Paredes de Meañes, Z. 1995. *Hacia la profesionalización del docente*, El Ateneo, Buenos Aires.
- Porlán, R. 1998. Pasado, presente y futuro de la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
- Reiss, M y otros, 1999. Beyond 2000: science/biology education for the future, *Journal of Biological Education*. Vol. 33, N. 2, 68-70.
- Rivarossa, A. y De Longhi, A.L. 1998. Reflexiones sobre las innovaciones e investigaciones de los educadores en Biología, presentadas en las Jornadas de ADBIA. *Revista de Educación en Biología*, 1 (2), 5-11.
- Sanmartí, N. 2002. Necesidades de formación del profesorado en función de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. *Pensamiento educativo*, Vol 30, 35-60.
- Standars, 1996. National Science Education, Washington Dc.
- Titone, R.. 1986. *El lenguaje en la interacción didáctica*. Narcea.Madrid.

Propuestas para un proceso de formación continua de...