



¿QUÉ HACER CON LOS RESIDUOS SÓLIDOS?

Localidad Kennedy, Colegio Distrital Francisco de Paula Santander

Juan Carlos Sánchez Gaitán

Licenciado en Química, especializado en Gerencia de Recursos Naturales de la Universidad Distrital, tecnólogo en Saneamiento Ambiental de la misma universidad, especialista en Educación Ambiental de la Universidad del Bosque y pasante del Convenio MEN-Jaika, Japón. Tiene 23 años de experiencia. Docente en el área de química y biología en el Colegio Francisco de Paula Santander en la jornada de la mañana.

Este artículo corresponde a la experiencia "Formación de Cadenas Tróficas Artificiales para el Manejo y Disposición de los Residuos Sólidos Orgánicos en el Colegio Distrital Francisco de Paula Santander".

Agradecimientos

A Nacienceno Mina Marulanda, por su aporte en mi formación profesional, en el área de Saneamiento Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

A la Asociación de Padres de Familia 1999-2000 del INEM Francisco de Paula Santander, por su apoyo en la puesta en marcha del proyecto.

A Víctor Manuel Ruiz Torres, rector de la época en la institución, por su interés en la innovación pedagógica.

A mis estudiantes del INEM, por acoger con entusiasmo la propuesta.

Al convenio MEN-JAIKA Japón, por su estímulo y apoyo en mi formación en el área de las ciencias naturales.

Al IDEP y a la Secretaría de Educación Distrital, por reconocer y difundir mi experiencia de innovación en el aula.

Marco referencial

Según Kulsum *et al* (2008), por lo menos 1.3 millones de hogares en Colombia no cuentan con servicios básicos. Son viviendas que no están construidas con materiales apropiados o que se encuentran en zonas de riesgo por desastres naturales.

El fenómeno anterior no tiene controles de planeación formal y se relaciona con el crecimiento de las ciudades, con la migración desde el campo, con la falta de alternativas sociales de vivienda para la población, ligada a los movimientos de desplazamiento forzado que vive nuestro país. Ciudades como Bogotá no están exentas de dicha problemática.

El deterioro de la calidad de vida como consecuencia de la urbanización informal, que tiende a generalizarse más en la periferia de la ciudad, afecta a toda la población urbana. En la localidad octava se presenta una gran ocupación de áreas poco aptas para el asentamiento de viviendas. Es el caso de los humedales, en los que se construyen viviendas sin tener en cuenta las normas de urbanismo.

La manifestación más palpable de la pobreza y la desigualdad de un país principalmente urbanizado la constituyen los precarios asentamientos (informales), dice el análisis en el capítulo que examina la relación entre el medio ambiente y el desarrollo urbano (Kulsum *et al*, 2008).

Basura: el indicador

El panorama se analiza también a partir de una serie de impactos y complicaciones ambientales, tales como el inadecuado manejo de los desechos.

Dos tercios de los residuos generados en el país van a parar a los rellenos sanitarios de las grandes zonas urbanas. Pero más de la mitad de los municipios no cuentan con las instalaciones adecuadas para el tratamiento adecuado y la eliminación de sus desechos.

En el ambiente se generan graves riesgos en los ecosistemas y problemas de tipo paisajístico.

¿Es posible abordar los residuos sólidos desde el aula?

Es frecuente que los docentes se cuestionen sobre su trabajo y surjan preocupaciones por los problemas de aprendizaje de los alumnos: ¿Por qué no aprenden?, ¿Por qué no se motivan?, ¿Por qué no saben?, ¿Por qué son tan pasivos?

Como resultado de estas inquietudes, cada día son más los profesores que colaboran entre sí para buscar alternativas que permitan resolver los hechos de fracaso a los que se enfrentan a diario. Sin embargo, como docentes de ciencias y como miembros de grupos de investigación educativa, se preguntan si los problemas didácticos apuntan a las verdaderas causas de las dificultades de la enseñanza o si tienen que ver realmente con las necesidades e intereses de los estudiantes.

Los números alertan

El problema se agrava cuando más del 30% de los residuos producidos por los municipios van a botaderos a cielo abierto.

En Colombia cada persona produce al día un promedio de 0.71 Kg. de residuos por día. El 70% es de material orgánico.

En Bogotá, el relleno Doña Juana recibe diariamente en promedio 5.000 toneladas. Con el tiempo, la descomposición de los residuos acumulados produce los lixiviados (líquidos concentrados altamente tóxicos para el ambiente).

¿Están los maestros de ciencias en el camino para desarrollar soluciones cada vez más comprometidas con los problemas reales que se presentan en las instituciones escolares?

Ésta es, en cierto modo, una hipótesis de partida para la reflexión.

Hasta ahora, la sola interacción profesor-alumno se daba desconectada de la realidad, sin permitir que el acercamiento al conocimiento científico esté mediado por el entorno. Cambiar esta relación hace más fácil el aprendizaje.

Tomar el problema del manejo y disposición de los residuos sólidos generados en la ciudad y en las instituciones educativas es el mejor pretexto para abordar los contenidos en determinadas temáticas propias de las ciencias naturales. El problema ambiental atañe a todas las ciencias humanas y merece un tratamiento transversal.

¿Responde la didáctica de las ciencias naturales a los retos educativos?

La didáctica de las ciencias naturales se ha consolidado en los últimos años como la producción de un cuerpo de investigación amplio con sorprendente calidad y vigor, favorecido por un número de maestros que revisan permanentemente su gestión en el campo de la innovación.

La didáctica de las ciencias suele ocuparse sólo de los procesos de enseñanza y aprendizaje, reducida al contexto del aula. Rara vez toma como referente fines de carácter compensatorio, dada la desigualdad social y cultural de los alumnos, ni se plantea indagar o tener una visión del contexto en el que está inmersa la escuela.

El concepto de atención a la diversidad –el verdadero reto de la enseñanza en general y por tanto de la enseñanza de las ciencias naturales– se reduce a la visión sicologista de la que está presa actualmente la didáctica. Es decir, la necesidad de partir de diferentes desarrollos cognitivos de los alumnos y de las ideas previas de éstos para conseguir el cambio conceptual deseable y deseado, mediante estrategias de enseñanza adecuadas. Lejos queda atender los diversos intereses, motivaciones y capacidades, no sólo de carácter cognitivo, que presentan los alumnos por su desigual punto de partida.

Sin embargo, con nuestra enseñanza, y con el fin de ofrecer una oportunidad para compensar las desigualdades de origen, tenemos que sustituir la lógica de la homogeneidad en el trato, enseñanza y evaluación de los alumnos por la lógica de la diversidad. La enseñanza, por muy comprensiva que sea, no puede implicar la homogeneidad de ritmos, estrategias y experiencias educativas para todos los alumnos (Pérez Gómez, 1992).

Actualmente la enseñanza está influida por la organización y gestión de las instituciones, por la falta de coordinación y colaboración entre docentes y directivos. En definitiva, está afectada por las múltiples variables que intervienen en el desarrollo cotidiano de la vida escolar.

Los paradigmas de la enseñanza de la ciencia sólo ofrecen remedios de carácter parcial en el proceso de interacción alumno-aprendizaje y

desconocen la realidad de la escuela, cuya complejidad organizativa de entrada hace que sus aplicaciones normativas sean difícilmente transferibles de inmediato a los mismos.

El contexto en el que se pretende desarrollar una innovación no es neutral. Más aún, la innovación, por concreta que sea y por reducida que sea su escala, es un fenómeno complejo, con múltiples dimensiones y procesos (González y Escudero, 1987). Dicho de otro modo, no es fácil cambiar la enseñanza de las ciencias, pues no basta con tener claro cuáles son los principios didácticos adecuados.

No se pueden desconocer los avances en la teoría o en la aplicación del currículo y en la organización escolar, que se comprometen en algunos casos de manera activa y abierta a comprender mejor los procesos presentes no sólo en el aula, sino en el contexto de la cotidianidad de estudiantes, docentes y demás miembros de la comunidad. Estos avances revierten su influencia de manera casi mágica.

La investigación y la didáctica han dado un gran salto, pero estos avances no se acompañan muchas veces de una reflexión teórica clara y suficiente. Al respecto, el trabajo de Moreira (1994) afirma que el 67% de los trabajos no tiene ninguna base teórica.

¿Cuál es el camino?

No es viable hablar de mejoras en la enseñanza de la ciencia mientras no haya cambios significativos en la escuela. Se debe sacar la relación docente-alumno del aula por más interactiva, democrática y participativa que ésta sea. Es necesario hablar de un currículo con conceptos muy amplios y ligados al contexto real, que deben ir más allá de la formación inicial y permanente de los docentes como profesionales de carrera (Marcelo y Estebaranz, 1992).

Se debe ver la escuela no sólo como un aula de ciencia, sino como un todo, donde el componente social atraviese el quehacer de la cotidianidad, con propósitos claros de renovación para que la escuela pueda responder al papel que la sociedad le demanda.

Se debe abrir paso a las aproximaciones de las investigaciones como una metodología alternativa en los espacios reales con que cuenta la ciudad,

donde se puede sacar la mayor cantidad de pretextos para abordar los conceptos dentro del rigor de la ciencia. El mundo globalizado exige nuevos desarrollos curriculares, donde se contemple la posibilidad de innovar, de acercarse a los estudiantes, determinando sus capacidades y motivaciones, desarrollando alternativas de evaluación en función de los diferentes enfoques.

El docente de ciencias debe ser un profesional en permanente formación, dueño de sus propias estructuras de conocimiento y su visión personal de la acción pedagógica (Hameyer, 1989). Ese docente debe ser reconocido socialmente como un sujeto de cambio capaz de vender los sueños a las generaciones futuras. Las políticas distritales y nacionales deben elevar las condiciones de vida de los docentes, que redunden en la mejora de la calidad de la educación en la escuela.

En la de organización de la escuela se debe aclarar que es constructora de conocimiento en sus estudiantes, en un medio donde las relaciones administradores-docentes sean de tipo horizontal, en doble sentido, y abierta a los cambios, sin perder el rigor que implica abordar las innovaciones pedagógicas.

¿Hasta qué punto la organización y gestión de horarios afectan la eficacia?, ¿Cómo mantener cautivos a los estudiantes?, ¿Cómo abordar la investigación en el aula con un grupo de cuarenta estudiantes?

La relación entre el alumno y el conocimiento científico

Dentro de los múltiples problemas que se debaten en la clase están la didáctica y los aspectos actitudinales. En cuanto a la didáctica, lo más relevante es que los alumnos no aprenden los contenidos que se les enseñan. Después de avanzar en los diferentes niveles de formación no desarrollan la suficiente argumentación frente a los fenómenos cotidianos más simples. Parece como si nunca hubiesen asistido a una clase de ciencias.

En cuanto al aspecto actitudinal, la ciencia que se enseña es algo distante para los alumnos en el tiempo y en el espacio. Tanto para alumnos como para maestros, la ciencia que se enseña es también un conocimiento lejano para abordar los problemas cotidianos, los verdaderos problemas que se pueden resolver aplicando el sentido común.

La ciencia que se enseña es también ajena al individuo que aprende. Difícilmente un estudiante se puede ver a sí mismo como protagonista en la creación científica. Se hace tanto énfasis en lo general de quien aprende, que su posibilidad de producción es cada vez más remota.

El problema de las actitudes

La construcción de un contexto deliberativo y de búsqueda colectiva es un aspecto fundamental para superar los distanciamientos y la pasividad. Este planteamiento conduce a posiciones extremas en cuanto a la organización escolar, la organización del aula y, en particular, en cuanto a las metas que deben buscarse al emprender la enseñanza de la ciencia.

El ambiente que se construya en la clase se debe fundamentar en el que hay en el conjunto de la escuela. Debe proponerse la lucha frontal contra el dogmatismo. El que una sociedad constructora de conocimiento deba ser democrática plantea una problemática muy compleja, pues la democracia no es una forma espontánea de organización.

Podría decirse que en la instauración de una sociedad democrática se requiere de imposiciones violentas como en sociedades dogmáticas y autoritarias. ¿Acaso en la escuela no es más "natural" obedecer órdenes que actuar de manera responsable?, ¿No es acaso más "eficiente" dar las respuestas que permitir la búsqueda?, ¿No es acaso más "cómodo" que se comunique el reglamento a que se implique en su construcción colectiva?, ¿No es acaso más "fácil" desarrollar una guía que elaborarla de acuerdo a las expectativas de la comunidad educativa?

Los imaginarios

En las investigaciones de los estudiosos de la enseñanza de las ciencias, los imaginarios de los docentes poco o casi nada se abordan como un problema complejo en el proceso de enseñanza.

Los imaginarios de los docentes frente al imaginario de los estudiantes son totalmente diferentes, ya que los primeros antes de recurrir al ima-

ginario han tenido la posibilidad de hacerlo en la práctica, ya sea en el laboratorio o en el campo de la experimentación respectiva.

Mientras que a los estudiantes se les pide *“imágenes la formación de agua en un bosque de niebla”*, ¿Cómo puede recurrir un estudiante a su imaginario si nunca ha estado en un bosque de niebla?, ¿Surtila efecto la misma orientación en un grupo de cuarenta estudiantes? El maestro especialista debe dominar el objeto de estudio que presenta a su estudiante.

Es necesario hacer de la escuela un entorno donde sean posible las vivencias del conocimiento y de la vida en sociedad. Esto es, las vivencias democráticas que enmarcan a la escuela en un espectro más amplio de significación.

Con la vivencia del conocimiento se quiere recuperar al pensador imaginativo, al que ve en la problemática real una posibilidad de aprender. Se debe crear un ambiente democrático de participación y tolerancia, donde sea posible el desenvolvimiento de la autonomía para los estudiantes, pero también para los maestros. La escuela debe propiciar el trabajo en grupo, el intercambio de opiniones, la discusión y reflexión sobre la cotidianidad de sus experiencias.

Que el estudiante sea un protagonista dependerá básicamente de los siguientes elementos:

1. De la confianza que haya construido en sí mismo y su propia racionalidad.
2. De su conciencia ambiental como persona y como miembro de la comunidad.
3. De la formación que le permita identificar la problemática de su entorno y trabajar en equipo.

La escuela debe organizarse de tal manera que los estudiantes vean el conocimiento no como un simple consumo, sino como una alternativa, en la perspectiva de creadores e innovadores. Es decir, como verdaderos protagonistas y centro del proceso enseñanza-aprendizaje.

La ciudad como un aula abierta

Desconocemos los espacios que brinda la ciudad como aulas abiertas donde el estudiante puede apropiarse de los conceptos aplicados, por ejemplo: Los humedales, las centrales de Transmilenio, la Central de Abastos, el río como eje articulador y delimitador de la localidad, los diferentes tipos de industrias presentes en la localidad, su comercio, y el impacto ambiental que generan estas actividades.

Propuesta de formación de cadenas tróficas

El mundo actual tiene cada vez más acentuados los retos para el manejo y disposición final de residuos sólidos orgánicos. Es un problema de tipo higiénico y sanitario del que no están exentas las instituciones educativas. La escuela actual debe comprometerse en la formación de seres humanos que en el futuro desarrollen alternativas o proyectos para solucionar los problemas ambientales.

La ciencia como constructora de conocimiento aporta las herramientas conceptuales que permiten mejorar la calidad de vida de los habitantes de las grandes y pequeñas ciudades, y garanticen un ambiente sano a las futuras generaciones.

Antecedentes

En 1998 los vecinos del INEM Francisco de Paula Santander presentan una querrela contra la institución por la práctica inadecuada de disposición a cielo abierto de los residuos sólidos, que en época de verano eran quemados, generando una densa nube de gases que afectaban directamente al vecindario.

Ante la situación, se inicia un estudio que conduce a la caracterización y cuantificación de los residuos generados por el establecimiento educativo. En ese momento el colegio tiene 7.400 estudiantes en las dos jornadas.

Con este panorama, en 1999 desarrollamos el proyecto "Formación de cadenas tróficas artificiales para el manejo y disposición de los residuos

Cuadro 1. Caracterización de residuos del INEM Francisco de Paula Santander

Tipo de residuo	Porcentaje
Papel	28%
Cartón	5%
Residuos orgánicos	40%
Ropa	5%
Plástico	12%
Ferroso	5%
Vidrio	3%
Escombros	2%

Fuente: Sánchez Gaitán, Juan Carlos, 1999.

orgánicos". La asociación de padres de familia de esa época financió la construcción del lago.

Una vez identificado el objeto de estudio, trazamos estrategias que permiten abordar el problema para convertirlo en una alternativa en la que los estudiantes puedan construir su conocimiento a partir de la vivencia, aproximándose al desarrollo de la metodología científica. Así, los conceptos comienzan a tener significación en la cotidianidad.

Como resultado de este proceso se toman las siguientes medidas para dar solución al problema:

1. Disponemos puntos de recolección de residuos y hacemos *ruteo* para su manejo interno.
2. Depositamos los residuos en bolsas negras de plástico.
3. Adecuamos la zona de disposición transitoria en una plataforma de concreto con dos tolvas, que son recogidas por la empresa prestadora del servicio de recolección.
4. Se plantea la construcción de una planta de selección.
5. Creamos la cadena trófica artificial para el manejo de los residuos orgánicos, que consiste en el diseño y construcción de un lago con unas especificaciones especiales.

6. Dentro del espacio delimitado iniciamos un trabajo de poblamiento con especies animales como patos, gansos y conejos. Construimos una bandeja piloto para levantamiento de lombriz roja californiana.
7. Hacemos una experiencia piloto sobre cruce genético entre lombriz roja californiana y la lombriz criolla encontrada en las canales del colegio. El estudio demuestra que las lombrices son grandes consumidoras de hojas de urapán, árbol dominante en el área de la institución.

Especificaciones del lago

- Profundidad no mayor a 80 cm. con el propósito de controlar la entrada de la luz al agua, para evitar que queme el dorso de la trucha Arco Iris.
- Caída del agua para retirar la concentración de cloro que puede afectar a los alevinos a sembrar.
- En el fondo del lago se diseñaron diferentes puntos de salida del agua para garantizar un continuo movimiento del líquido.
- Control de carga del estanque.
- Sifón para desocupar el lago en su totalidad.
- Control del pH del agua para garantizar la supervivencia de los alevinos.
- Encerramiento del área para evitar accidentes.

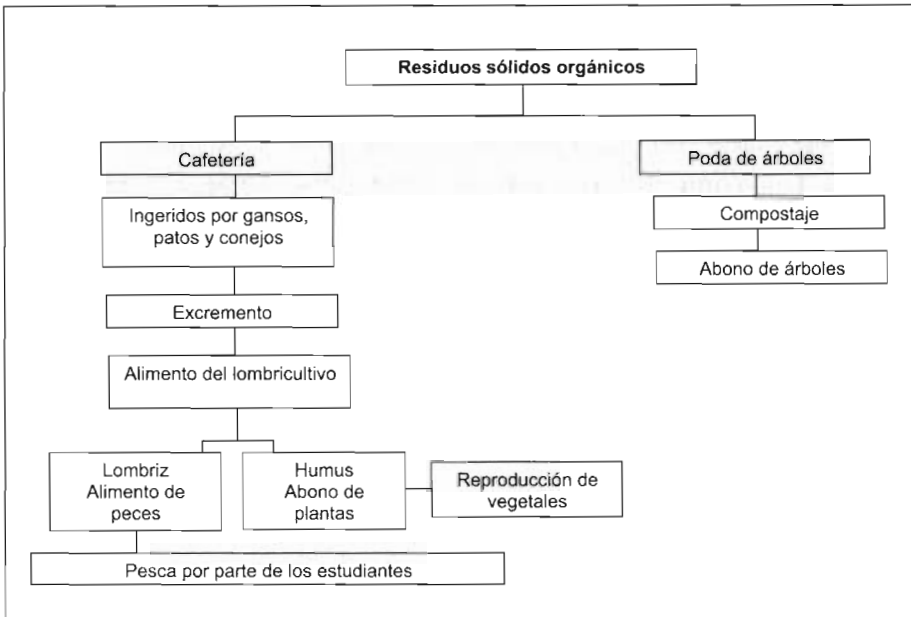
La cadena trófica

La cadena trófica pretende incorporar la energía de la siguiente forma:

- Los residuos sólidos orgánicos provenientes de la cafetería son el alimento básico para patos, gansos y conejos.
- Éstos los ingieren y generan materia fecal.
- La materia fecal, junto con las hojas y residuos vegetales, sirve de alimento para las lombrices, quienes como resultado de su deposición proporcionan humus.
- El humus se emplea como nutriente en la reproducción de vegetales.
- Las lombrices finalmente serán el alimento de las truchas en la etapa de engorde.
- Los residuos de la poda de árboles se emplean para preparación de compost.

- El compost sirve de abono para los árboles plantados en el sitio.
- El estudio por profundizar del cruce genérico de la lombriz roja californiana con la encontrada en las canaletas de agua lluvia establece que se alimenta de las hojas de urapán, que son de difícil degradación.

Cuadro 2. La cadena trófica



Fuente: Sánchez Gaitán, Juan Carlos, 1999.

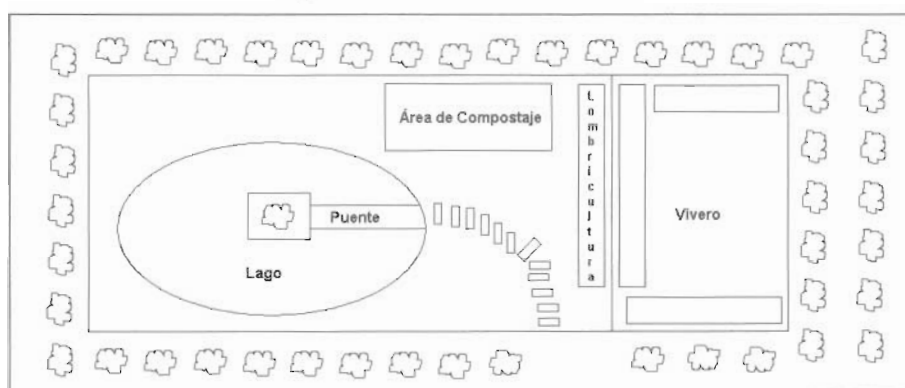
Resultados

- Este proceso, desde el enfoque de *hacer para aprender*, acerca los estudiantes de la modalidad de gestión ambiental al desarrollo de proyectos en la asignatura gestión de proyectos.
- Aplicamos conceptos estadísticos, con los resultados de control de temperatura, pH y cantidad de individuos, entre otros.
- Elaboramos gráficas de crecimiento de población.
- Algunos estudiantes de primaria hacen prácticas de agricultura.
- El lago se convierte en un espacio lúdico. Por ejemplo, el concurso

de barco en el Festival del Viento en el mes de agosto.

- Poco a poco, el lugar se ha convertido en el aula ambiental de la institución.
- A partir de la experiencia se han formulado proyectos de investigación y se han construido entre otros los siguientes conceptos: *cadena trófica; reproducción de animales y vegetales: dioico, sexual, asexual; piscicultura; lombricultura; cunicultura; compostaje; pH; turbiedad; propiedades físicas y químicas del agua; ecosistema; prácticas de microscopía; cultivo; control biológico; vectores.*
- La institución tiene 10 hectáreas de terreno y el área del lago es repoblada con 2.200 árboles nativos y especies exóticas, en un trabajo comunitario donde los estudiantes son protagonistas.

Figura 1. Plano del aula ambiental



Fuente: Sanchez, Gaitán, Juan Carlos, 2008.

- Los docentes de la localidad se benefician con la socialización de este proyecto en actividades como Maestros enseñan a Maestros, donde personalmente he compartido mi experiencia con ellos.
- Elaboración de un video por parte del Ministerio de Educación en el programa Rutas del Saber, en cooperación con la Corporación Internacional de Ayuda, Jaika, Japón.
- Socialización a egresados del Programa Gestión Ambiental de Servicios Públicos, en la semana de actualización.

- Elaboramos el borrador del *Manual de Lombricultura*.
- El proyecto saca a los estudiantes del aula de cuatro paredes y los acerca a espacios de la ciudad como humedales, Central de Abastos, Parque de Chicaque, Transmilenio y otros, donde el aprendizaje resulta de una vivencia significativa.

El proyecto permite construir un contexto real donde los estudiante se aproximan y manejan los elementos reales allí existentes, como residuos, agua, aves, aves de corral, lombrices, humus y plantas. Los estudiantes se encargan de su mantenimiento y escogen su proyecto entre varias propuestas, que les permiten dar explicación a los problemas reales de su entorno.

Bibliografía

- AHMED KULSUM, TRIANA ERNESTO & AWE YEWANDE. (2008). "Análisis Ambiental del País". En: *Informe sobre Colombia 2008*. Washington: Banco Mundial.
- BENLLOCH, MONTSE. (1995). "Ciencia y tecnología en la escuela". En: *Memorias del seminario La formación en Ciencias y Tecnología en la Educación Básica Media*: Bogotá: IDEP-Universidad Nacional de Colombia. 120-148.
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ, M. T. & ESCUDERO MUÑOZ, J. M. (1987). *Innovación educativa: teorías y procesos de desarrollo*. Barcelona: Humanitas.
- HAMEYER, U. (1989). "Transferability of School Improvement Knowledge. A Conceptual Framework". En: VAN DER BERGE ET AL. (eds.), *Dissemination Reconsidered: The Demands of Implementation*. Leuven: ACCO. 67-92.
- MARCELO GARCÍA, C. & ESTEBARANZ GARCÍA, A. (1992). "Estrategias de formación centradas en el contenido y en el formador (estrategias educativas)". En: ESCUDERO MUÑOZ, J. M. & LÓPEZ YÁÑEZ, J. (coord). *Los desafíos de las reformas escolares*. Sevilla: Arquetipo Ediciones. 179-218.

MOREIRA, M. A. (1994). "Diez años de la revista Enseñanza de las Ciencias: De una ilusión a una realidad". En: *Enseñanza de las Ciencias*. 12 (2). 147-153.

PÉREZ GÓMEZ, A. I., (1992). "Las funciones sociales de la escuela: de la reproducción a la reconstrucción crítica del conocimiento y la experiencia". En: GIMENO SACRISTÁN, J. & PÉREZ GÓMEZ, A.I., *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata. 17-33.