

Capítulo 28

CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA TODOS: INMERSIONES TEMÁTICAS

Aurora Lacueva

(En el libro: Castañeda F., Sandra. *Educación, aprendizaje y cognición. Teoría en la práctica*. Pp. 445-460. Manual Moderno. México, 2004).

El presente capítulo resalta la importancia de la educación científica y tecnológica para todos, orientada a la formación de ciudadanos cultos y críticos. Para ello se propone el trabajo por Inmersiones temáticas, centrado en proyectos de investigación, y complementado con experiencias exploratorias, actividades cortas, talleres y uso de material autoinstruccional. Se consideran tres posibles tipos de proyectos, mismos que se encuentran diferenciados por su problemática, su metodología y sus finalidades, a saber, los científicos, los tecnológicos y los “ciudadanos” o de investigación-acción ciudadana. De cada uno de ellos se ofrecen ejemplos reales. La escuela de la investigación requiere romper con el paradigma escolar imperante, no sólo con relación a las actividades didácticas tenidas por deseables, sino también con referencia a la planificación, evaluación, organización y uso de recursos. Es por eso que se habla en el trabajo de la necesidad de otra escuela, la cual recibe el nombre de “la escuela-casa de la cultura”.

La ciencia no es solamente para los científicos ni la tecnología es exclusiva de los tecnólogos. Hoy en día, toda persona necesita saber acerca de ellas, sea un conductor de autobús, una escultora, peluquera, filósofo, abogada. Sin algunos conocimientos científicos y tecnológicos básicos no será posible entender el mundo actual, con poderosos desarrollos humanos que afectan de una forma u otra a toda persona, y hasta con graves peligros que acechan: de los plásticos al automóvil, de los alimentos transgénicos a la telemática, del cambio climático a la destrucción de los suelos. Sin entender de ciencia y tecnología el mundo resulta extraño, no sólo el de las máquinas y los productos, sino también el propio mundo natural, frente al cual uno terminaría ubicándose casi con la ignorancia de nuestros antepasados de hace 10 000 años. En el presente se ha alcanzado el entendimiento de una u otra forma de los grandes misterios ancestrales: los mecanismos de la vida, el origen de la lluvia y el viento, las causas de los volcanes y los terremotos, la constitución íntima e invisible de la materia... ¿Por qué los no especialistas habrían de permanecer ajenos a estas conquistas, que permiten abrir los ojos al planeta y sus fenómenos, y más allá al cosmos y su devenir?

Las niñas, niños y jóvenes necesitan empezar a formarse en las áreas científicas y tecnológicas para llegar a ser ciudadanos completos del siglo XXI, capaces de opinar, participar y decidir en importantes asuntos sociales y personales. Por otra parte, el aprendizaje de ciencia y tecnología, si se hace de la manera apropiada, resulta divertido y estimulante; el área contribuye, asimismo, al más completo desarrollo mental de los estudiantes. Y, adicionalmente, la educación científica general en la escuela básica es la cantera de donde saldrán los futuros científicos, tecnólogos y técnicos, a quienes tanto se necesita para el avance de la sociedad.

No obstante, la formación estimulante y profunda que los estudiantes requieren, y a la cual tienen derecho, no se logrará con lecciones tradicionales —de éstas que combinan las explicaciones breves con los interrogatorios— ni con cuestionarios a rellenar copiando de un libro o con dibujos multigráficos para colorear, ni siquiera con proyectos de “cortar y pegar” información de textos, o con actividades prácticas si éstas se plantean como una receta a seguir paso-a-paso dejando de lado la reflexión. Hace falta abrir camino en las aulas a otros tipos de actividades, más complejas, interesantes y formativas.

Una enseñanza transdisciplinaria

En primer lugar, no parece ser fructífera la excesiva “compartimentalización” de las asignaturas en la escuela básica y en la escuela media. No es que el área de ciencias y tecnología deba desaparecer, tal como no debe desaparecer la de arte o la de ciencias sociales, pues éstas deben estar presentes en el plan de estudios y en la mente del educador. Pero no resulta provechoso que el docente se encierre y encierre a los estudiantes en “la hora de ciencias”, “la hora de lengua” o “la hora de historia”. Es más conveniente que, a menudo, los niños y los jóvenes trabajen utilizando conocimientos de diversas disciplinas de manera simultánea, en un enfoque no sólo interdisciplinario sino, mejor aún, *transdisciplinario* (o metadisciplinario), como debe ser el enfoque de los incipientes ciudadanos generalistas que son estos aprendices.

Se dice que el enfoque es transdisciplinario porque va más allá de las disciplinas y de su integración o colaboración. Sin olvidar esto, implica también la incorporación de otros conocimientos y procedimientos extradisciplinarios, específicamente los propios del ciudadano que estudia su mundo y que actúa en él de manera reflexiva y organizada, siguiendo pautas que pueden asimilarse a las de la investigación-acción. Abarca, asimismo, reflexiones éticas, consideraciones estéticas y expresión de emociones. Y, lo que es muy importante, se manifiesta

como **una perspectiva desde fuera de las disciplinas**, que las utiliza para la reflexión y la acción del ciudadano crítico.

Cinco grandes tipos de actividades

Se proponen aquí cinco grandes tipos de actividades para el trabajo de aula: las experiencias exploratorias o desencadenantes, los proyectos de investigación, las tareas cortas y fértiles, los talleres y el trabajo con materiales autoinstruccionales (Lacueva, 2000).

A menudo será valioso desarrollar estos tipos de actividades de manera coherente alrededor de un mismo gran tema, con algunas comunes a toda la clase y otras diferenciadas por equipo o por estudiante. Esta propuesta permite un trabajo rico y flexible, y se le ha adjudicado el nombre de “Inmersión temática”, el cual está tomado de Manning y colaboradores (2000), con ciertas variaciones en el diseño. Una Inmersión temática puede ser, por ejemplo, “los animales”, “la violencia en la comunidad” o “nuestros parques”. Dentro de ella, quizá diferentes equipos desarrollen proyectos distintos, cada niño o niña puede trabajar distintos materiales autocorrectivos, y toda la clase puede cumplir ciertas experiencias exploratorias y ciertos talleres (cuadro 28–1).

Cuadro 28–1

Un esquema-guía para el trabajo por Inmersiones temáticas

1) ¿De dónde surgen los temas? Hay necesidad de que la escuela sea un mundo cultural rico y estimulante:

Las experiencias exploratorias o desencadenantes

Visitas a diversos ambientes naturales y sociales
Conversaciones con expertos
Conferencias de los estudiantes
Contacto con animales
Cultivo de plantas
La cocina
El barro
Proyectos exploratorios
Texto libre
Dibujo libre
Acción comunitaria
Lecturas libres y del docente
Canciones, música
Colecciones de obras de arte
Vídeos
Correspondencia interescolar
Correspondencia con estudiantes de carreras docentes

2) De las experiencias desencadenantes, de las actividades cortas, de las conversaciones informales en clase, de las inquietudes que los niños traen y así por el estilo, van saliendo los temas de las inmersiones temáticas. También, ocasionalmente, de lo que el educador propone a los alumnos y es aceptado por ellos, así como de los asuntos que aparecen en los Programas oficiales y sobre los que se llega al acuerdo de que vale la pena abordarlos en profundidad.

3) Una vez escogido (por consenso o por votación) el tema, quizá sea interesante plantear:

¿Qué sabemos del tema?

E ir anotando frases en la pizarra. No se supone que haya de ser exhaustivo, es una discusión para reflexionar más sobre el tema.

4) Incluya en este momento actividades exploratorias vinculadas con el tema, de manera que los estudiantes puedan asomarse al mismo, y confirmar que de verdad les interesa para realizar una Inmersión temática, a la vez que puedan ir precisando inquietudes. Tal vez sea particularmente útil hojear libros informativos apropiados.

5) A continuación, resulta fructífero plantear:

¿Qué queremos saber del tema?

Educadores expertos recomiendan que los estudiantes trabajen en grupos de 3 o 4 y escriban en una hoja todos los asuntos que les interese conocer sobre el tema escogido.

Posteriormente, se van anotando en la pizarra todas las preguntas o inquietudes, largas y cortas, buenas y menos buenas, sencillas y complejas.

6) Los estudiantes, otra vez en sus equipos, tratan de ir derivando subtemas a partir de las preguntas planteadas, o de grupos de ellas. La educadora o educador puede añadir algún subtema que crea valga la pena investigar y que sea apropiado para los niños.

7) Trace una red en la pizarra con los temas y subtemas. Cuando esté lista, cópiela en una cartulina y péguela en la pared, para que esté a la vista de todo el mundo a lo largo de la Inmersión temática.

8) Los estudiantes se organizan en equipos para investigar un subtema escogido por ellos (o más de uno si no son muy complejos). De esta manera, toda la clase trabaja en un mismo gran tema, pero no todos los alumnos investigan exactamente lo mismo. Hay mayor diversidad, riqueza y oportunidad de elegir. Tampoco se multiplica el requerimiento de los mismos recursos, lo que evita problemas de abastecimiento. Las investigaciones constituyen los **proyectos** de la Inmersión temática.

9) Cada equipo genera preguntas para su subtema mediante una “lluvia de ideas”. Comparte luego con el resto de la clase lo planteado. De este modo, el equipo no se precipita a la investigación de buenas a primeras, sino que dedica un tiempo a pensar sobre lo que quiere y puede investigar. En ocasiones, puede pasarse directamente a los puntos 10 y 11.

10) La siguiente pregunta que debe plantearse cada equipo:

¿Dónde podemos buscar información?

Las posibilidades incluyen libros informativos, enciclopedias de consulta, diccionarios, folletos de instituciones diversas, CD-ROM, Internet, vídeos, expertos, instituciones de la comunidad...

11) La otra pregunta central, compañera de la anterior:

¿Qué actividades de investigación podemos realizar?

Si la Inmersión temática sólo quedara con la pregunta 10, el proyecto se limitaría a investigación documental. Es bueno que, junto con ella, exista también indagación empírica, que implique actividades como:

Observaciones (de entes y fenómenos naturales, y de situaciones y espacios sociales)

Cuestionarios y entrevistas

Experimentos

Experimentos mentales

Trabajos de campo

Desarrollo de colecciones

Creación de itinerarios (para observar rocas usadas en la ciudad, plantas de un jardín, problemas de contaminación en una comunidad, edificios notables de la zona)

Estudios de casos, reales y simulados

Dramatizaciones/juegos de roles

Diseño (y construcción o puesta en práctica) de productos o procesos (p. ej., modelos de puentes, juguetes eléctricos, un programa de mantenimiento para el plantel)
Análisis comparativos de productos (jabón de baño, galletas dulces, toallas de papel)
Diseños tecnológicos mentales
Campañas de sensibilización o divulgación
Acciones en la escuela o en la comunidad
Investigaciones de documentos primarios (cartas, fotografías, certificados, registros oficiales)
Análisis de periódicos, radio o televisión (informaciones, opiniones, publicidad)
En libros divulgativos, obras para los docentes y manuales didácticos, pueden encontrarse ideas en torno a actividades de corte investigativo para diferentes temas

12) Durante el desarrollo de los proyectos es importante el seguimiento por parte de los propios estudiantes y del educador o educadora.

13) Paralelamente a los proyectos pueden desarrollarse **talleres**, cuando los estudiantes necesiten afianzar alguna destreza o procedimiento específicos, necesario en la investigación que están realizando (p. ej., talleres de fichaje, graficación, formulación química, uso de claves).

14) También pueden realizarse **tareas cortas y fértiles** complementarias (experimentos guiados, demostraciones, conferencias del docente, entre otras).

15) Asimismo, es posible la inclusión de **trabajos autoinstruccionales**, los cuales pueden ser compensatorios o de extensión.

16) Toda investigación verdadera culmina en la comunicación, por lo que es necesario preguntarse:

¿Cómo podemos comunicar lo que hemos investigado?

Algunas opciones son:

Informes escritos (pueden incluir ilustraciones y gráficos)

Charlas o exposiciones

Carteleras

Libros hechos en la clase

Realización de audiovisuales

Periódico o boletín de la clase o de la escuela

Radio-periódico

Coloquios, jornadas y ferias

Mesas redondas y simposios

Talleres para otros estudiantes

Montaje de estaciones de observación y ensayo

Elaboración de "Autobiografías" (de un árbol, de un río, de un ave)

Tiras cómicas

Fotografías

Maquetas, planos y mapas

Dioramas

"Murales"

Afiches

Calendarios

Líneas en el tiempo o de tiempo

Bosquejos, esquemas, mapas de conceptos

Tablas, diagramas y gráficos

Noticias de prensa inventadas

Dibujos y pinturas

Réplicas de artesanías tradicionales

Exhibiciones (de rocas y minerales, de vegetales o algunas de sus partes, de animales o sus restos, de piezas de maquinaria)

Experiencias exploratorias o desencadenantes

Se trata de experiencias poco estructuradas que tienen como propósito “abrir ventanas” al conocimiento de las niñas y niños, poniéndolos en contacto con ideas, prácticas y fenómenos poco conocidos por ellos y que encierran carga formativa. Estas experiencias son valiosas por sí mismas, por lo que permiten aprender y debido a las inquietudes que despiertan pero, además, quizá resulten ser el punto de partida y la fuente de interrogantes para proyectos de investigación diversos.

Entre las experiencias desencadenantes se pueden mencionar las siguientes: a) visitas a museos, industrias, talleres, comercios, empresas de servicios públicas y privadas, estaciones de radio o televisión, ambientes naturales; b) conversaciones con expertos diversos, desde la escultora hasta el cuidador del zoológico, desde el submarinista hasta la astrónoma; c) el texto y el dibujo libre, tal como los propone la escuela freinetiana (Freinet, 1975); d) la correspondencia interescolar; e) la presencia de microambientes en la escuela, como el acuario, el terrario o el rincón silvestre; f) lectura de obras de ficción y de no ficción. Algunas de estas actividades pueden formar parte también de los proyectos de investigación, pero entonces se desarrollarían de un modo más pautado y con objetivos más precisos. Aquí se sugieren como actividades menos delimitadas, de las que diferentes estudiantes pueden obtener beneficios distintos. La idea es enriquecer y estimular con nuevas vivencias y saberes en germen la existencia de los niños y niñas en la escuela.

Proyectos de investigación

Son actividades mucho más estructuradas y precisas que las experiencias exploratorias. En tales trabajos los niños, individualmente o por equipo, se plantean dar respuesta a inquietudes e interrogantes sentidas por ellos, de manera planificada, y combinando la consulta documental y el trabajo de campo con mayor o menor intensidad. Normalmente exigen al menos 2 o 3 semanas de labor. Los proyectos se componen, a su vez, de diversas actividades posibles, de gran valor educativo; entre ellas están, por ejemplo, observación de fenómenos naturales y sociales —abierta o mediante guías estructuradas—; entrevistas; cuestionarios; experimentos; análisis de documentos primarios; consulta de libros y otros impresos, vídeos, CD-ROM e Internet; construcción de objetos; propuestas sobre formas de acción, y la propia acción sobre problemas y situaciones reales.

Es necesario que niños y niñas combinen el trabajo empírico con la consulta teórica a fin de no caer ni en un empirismo simplificador ni en un teoricismo aislado de la realidad. Además, no se trata de que los escolares redescubran lo que ya se sabe, sino que indaguen en el mundo (en su mundo) a partir de los conocimientos que su cultura pone ya a su disposición. La planificación, el seguimiento y la comunicación son las tres grandes fases de los proyectos; en todas ellas es fundamental la participación decisoria de los propios estudiantes. Los proyectos no pueden ser impuestos, sino que deben ser propuestos por los niños o, al menos, escogidos por ellos de un banco elaborado al efecto. Sólo así serán verdaderas indagaciones y únicamente de esta manera estarán energizados por el interés infantil y guiados por procesos metacognitivos complejos.

Dentro de un mismo gran tema —por ejemplo, la electricidad o el mar o los alimentos—, diversos equipos de niños pueden realizar proyectos diferentes. Desconfiamos de los macroproyectos que obligan a 30 o más niños y niñas a “ponerse de acuerdo” para realizar un solo trabajo. Los proyectos son interdisciplinarios, o sería mejor decir transdisciplinarios, pero no tienen por qué implicar en cada oportunidad una participación forzosa, sea o no pertinente, de todas las áreas del currículo.

Planteamos tres grandes tipos de proyectos escolares: científicos, tecnológicos y ciudadanos. Cada uno de ellos implica procedimientos diferentes y énfasis distintos en nociones y actitudes y valores (cuadro 28–2). El mayor peso debe residir en los proyectos ciudadanos, centrados en la investigación-acción sobre problemas transdisciplinarios “de la vida real”. Algunos ejemplos de proyectos científicos son experimentar con bombillos, pilas, cables, interruptores y resistencias, tratando de encontrar regularidades al montar circuitos eléctricos; estudiar fenómenos del tiempo atmosférico en la región durante un lapso determinado; producir cambios en las condiciones de vida de las hormigas en un formicario, contrastando los resultados con hipótesis previas. Por otra parte, considere como posibles ideas para proyectos tecnológicos el inventar recetas creativas y sanas de ensaladas y canapés; fabricar carritos de juguete y pistas donde probarlos; diseñar procedimientos para la mejor utilización de los equipamientos deportivos de la escuela por parte de todos los alumnos del plantel. Como temas para proyectos escolares de investigación-acción ciudadana podría considerar la calidad de la cantina o comedor escolar; el uso del agua en la comunidad; la publicidad en la televisión; ideas y prácticas sobre sexualidad y embarazo entre jóvenes de la comunidad. Otro tipo de proyectos importantes —sobre los que la autora de este capítulo no ha trabajado por encontrarse alejados de su especialidad— serían los artísticos, históricos y filosóficos.

Cuadro 28–2

Actividades posibles según el tipo de proyecto desarrollado

Actividades posibles en la investigación científica

- 1) Planteamiento de problemas
- 2) Realización de predicciones
- 3) Formulación de hipótesis (incipientemente en niños pequeños)
- 4) Diseño de experiencias para obtener evidencia empírica (experimentos, estudios de campo, encuestas)
- 5) Montaje y uso de equipos científicos (p. ej., balanza, estación meteorológica escolar, dinamómetro, rampa de prueba de carritos para estudiar movimiento, casa temporal para unas lombrices de tierra)
- 6) Observación y registro de datos
- 7) Organización de datos
- 8) Interpretación de resultados a la luz de teorías
- 9) Fundamentación de conclusiones
- 10) Reconstrucción de ideas con base en experiencias y reflexiones

Actividades posibles en la investigación tecnológica

Al elaborar algo:

- 1) Determinación del producto que se necesita o desea elaborar
- 2) Diseño del producto
- 3) Elaboración del producto
- 4) Puesta a prueba
- 5) Reformulación del producto

Al evaluar un producto o proceso existente:

- 1) Formulación de criterios para la evaluación

- 2) Puesta a prueba del producto o proceso
- 3) Registro de información sobre la puesta a prueba
- 4) Conclusiones

Actividades posibles en la investigación ciudadana

- 1) Reconocimiento de un problema
- 2) Caracterización de la situación
- 3) Recopilación y análisis de información documental de base
- 4) Toma de decisiones, elaboración de propuestas
- 5) Desarrollo de las propuestas
- 6) Evaluación de lo logrado

La tipología presentada no debe asumirse con rigidez, sin embargo, es válida y relevante: la investigación no se agota en el modo de hacer del científico, hay otros enfoques, con diferentes problemáticas, metodologías y finalidades. De hecho, los escolares necesitan ejercitarse en todos ellos, a su nivel de niños, para así alcanzar una formación más rica y completa, y la capacitación por la práctica en las diversas formas de interrogarse sobre el mundo y de intentar hallar respuestas (Hurd, 1970, 1982).

Tareas cortas y fértiles

Son labores más breves y estructuradas desde afuera que las anteriores, aunque siempre dejan abierta la participación infantil, sobre todo en la interpretación de lo realizado y de los resultados obtenidos. Incluyen la realización guiada de ciertas observaciones, de pequeñas experiencias o de trabajos puntuales: dramatizaciones, dibujos, maquetas, mapas de conceptos y así por el estilo. Intente desarrollarlas por paquetes o bloques temáticos, puesto que aisladas seguramente dejarán poca huella. Algunos ejemplos son hacer mantequilla en clase, construir un “radio-esqueleto” con radiografías, recopilar y analizar refranes sobre el tiempo atmosférico, hacer una colección de guijarros, y estudiar la contaminación atmosférica mediante los depósitos sobre las hojas de los árboles ubicados en diversos ambientes.

Las tareas cortas pueden ser un primer “encuentro con la cultura”, mismo que se profundizará más adelante gracias a los proyectos. Permiten a niños y niñas, de manera sencilla y diversificada, entrar en contacto con fenómenos y generar reflexiones de primer nivel. Quizá sea difícil desarrollar toda la enseñanza a partir exclusivamente de proyectos. Actividades menos ambiciosas como las tareas cortas permiten lapsos de labor menos exigentes y, al mismo tiempo, nutritivos e interesantes. Otros tipos de actividades cortas son las exposiciones del educador y las demostraciones a cargo del educador o de equipos de niños.

Talleres

Se organizan como sesiones intensivas de trabajo práctico con el objetivo de aprender o afianzar alguna destreza necesaria en los proyectos y otras actividades del aula, o que resulta interesante por sí misma. Algunos ejemplos de ello son elaborar gráficos, tomar notas de libros, usar la computadora para escribir documentos, buscar información en Internet, trabajar el barro, producir fotografías de calidad, manejar el microscopio.

Trabajo con materiales autoinstruccionales

Las actividades con materiales autoinstruccionales posibilitan a cada estudiante avanzar a su propio ritmo y, en ocasiones, siguiendo caminos diferentes, en el dominio de procedimientos y conceptos. En efecto, es posible que el desarrollo de las actividades anteriores no sea suficiente

—al menos en todos los casos— para consolidar el logro de ciertas destrezas o de determinadas nociones. Quizá algunos alumnos requieran mayor práctica para aprender, por ejemplo, a resolver ciertas operaciones matemáticas, a utilizar un instrumento específico o a aplicar determinados estadísticos; también pudiera ser que tengan dudas o confusiones importantes en el manejo de ciertos conceptos. Los materiales autoinstruccionales permitirían entonces un trabajo “a la medida” de cada aprendiz. Es factible concretarlos en fichas, hojas o cuadernillos, asimismo, hoy en día un canal excelente son los programas computarizados.

Bases psicopedagógicas de la Inmersión temática

Cada día quedan más lejos las concepciones atomistas, mecanicistas o meramente conductistas del aprendizaje. Aunque no se ha alcanzado todavía un dominio firme del área, la investigación actual reconoce que, sobre todo en el caso de los aprendizajes más complejos, los nuevos contenidos no se amontonan junto a otros ya adquiridos, de manera simple, ni se organizan sólo por asociaciones sencillas, sino que tienden a participar en redes mentales (“miniteorías”) que ya posee el aprendiz, modificándolas en mayor o menor medida y, en ocasiones, desencadenando procesos de cambio radical (desde el campo de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias puede consultar a este respecto, y para apreciar enfoques diversos, Strike, Posner, 1985; Claxton, 1994; Kuhn, 1997; Duit, Treagust, 1998).

Para los aprendizajes de alto nivel, propios de la acción escolar, se destaca también la importancia de los factores metacognitivos y de los afectivos: el aprendiz debe saber hacia adónde va en su aprendizaje y debe desear ir allí. La metafórica unión de mente, corazón y manos es fundamental en el aprendizaje complejo: un proceso activo, orgánico, con sentido para quien lo desarrolla y energizado por la afectividad (Blumenfeld, *et al.*, 1991; Pintrich, *et al.*, 1993; Claxton, 1994).

Por otra parte, se releva el peso de los factores socioculturales: el papel de la colaboración con otros cercanos y de la utilización de productos culturales ricos al aprender. El aprendiz se beneficia de intercambios auténticos con compañeros, compañeras y educadores, y del contacto con la mejor elaboración cultural, como libros, vídeos, documentos electrónicos, obras de arte, exhibiciones, etc. (Luria, *et al.*, 1973; Vygostki, 1979; Fernández, Melero, 1995; Newman, *et al.*, 1989).

Frente a tales concepciones, la escuela de los ejercicios, el resumen y el libro de texto queda patéticamente corta, mientras que la de los proyectos de investigación y las inmersiones temáticas cobra toda su relevancia. Tampoco las estrategias artificiosas y focalizadas de “cambio conceptual”, más modernas, logran competir con la fuerza y profundidad de los proyectos de investigación. En efecto, los proyectos e inmersiones parten de las nociones que ya tienen los estudiantes, y estimulan a los niños y niñas a confrontarlas con la experiencia y con las ideas de fuentes informativas, expertos, maestro y compañeros. En un proyecto o en una Inmersión temática, las concepciones de cada cual “se ponen sobre el tapete” y entran en el juego del diálogo y la prueba empírica, estimulando el avance conceptual. Asimismo, este tipo de actividades didácticas consigue movilizar la afectividad de los niños y niñas a favor del proceso de aprender, dado que los escolares asumen retos, toman decisiones, proponen y escogen a lo largo del proceso; por la misma razón, permiten también la puesta en marcha de mecanismos metacognitivos sofisticados. Adicionalmente, fomentan la colaboración, el intercambio entre iguales, con el docente y otros expertos; estimulan la problematización y la criticidad; además de que abren amplios horizontes culturales.

De modo creciente, la investigación psicológica y la investigación pedagógica reafirman lo que grandes pedagogos como Freinet (1977a, 1977b) o Freire (1973, 1993) han dicho desde hace décadas: la enseñanza superestructurada, de recorridos cuidadosamente preparados **desde afuera**, para que los estudiantes los sigan fielmente, encierra a los niños y jóvenes en un rol demasiado pasivo y, por tanto, no propicia los aprendizajes más significativos, pertinentes y trascendentes. Siendo ello así, el trabajo por proyectos o, más allá, por inmersiones temáticas, dadas su apertura, su estructuración **desde adentro**, su flexibilidad, su variedad, su potencial retador y su carga afectiva, abre perspectivas promisorias para la más completa formación infantil (Fourez, *et al.*, 1994).

Algunos casos orientadores

Las propuestas fundamentadas son importantes, pero también es necesario conocer casos reales, donde se intenta concretar las ideas en la práctica siempre compleja, que reta con limitaciones, imprevistos, ramificaciones y enriquecimientos. A continuación se presentan algunos ejemplos particularmente interesantes, recogidos de la literatura de diversos países e incluyendo también un trabajo propio.

En la clase de Giordan (1985) en París, los niños cultivaban plantas y criaban animales, actividades que daban lugar a preguntas y, de allí, a investigaciones científicas acerca de, por ejemplo, “¿Qué comen los ratones?” o “¿Dónde germinan mejor las semillas?”. Más recientemente, Giordan ha trabajado en proyectos de educación ambiental, cercanos a lo que la autora de este capítulo ha denominado “investigación ciudadana” (Giordan, Souchon, 1995).

Roth (1995), junto con un colega, trabajó en Canadá con estudiantes de los grados 8, 11 y 12, desarrollando, como él le llama, “ciencia escolar auténtica”. Los jovencitos, inspirados por el equipo disponible (abundante, variado y sofisticado), investigaciones previas y discusiones teóricas, afrontaban problemas como “La relación entre la densidad de gusanos (anélidos) y las variables independientes de temperatura, humedad y nivel de profundidad del suelo”, o “El efecto de la viscosidad y la densidad en el movimiento de un objeto que cae a través de diferentes materiales, como una variedad de aceites, agua y alcohol”. La medición cuidadosa, el procesamiento electrónico de datos y la modelización utilizando programas computacionales, son constituyentes esenciales del trabajo estudiantil en esta clase, como en otros casos recientes en los países más ricos.

Gracias a la colaboración de docentes interesados, la autora de este capítulo ha ensayado proyectos con estudiantes venezolanos; por ejemplo, estudiantes de sexto grado, de manera individual, investigaron las actividades, lenguaje, reacciones y manifestaciones afectivas de un bebé en particular, a lo largo de diferentes momentos y situaciones de su vida diaria (Lacueva, Vilorio, 1994). Los alumnos llevaron un registro de sus observaciones, incluyendo algunas cualicuantitativas —por ejemplo, el número de palabras dichas por bebé o infante— clasificadas de acuerdo con una tipología desarrollada por los mismos pequeños investigadores. También organizaron sus observaciones y las complementaron con información documental para producir un informe final. Este estudio generó diversas preguntas acerca del desarrollo mental y las características del sistema nervioso humano, y motivó a los niños a comparar los bebés estudiados con los estudiantes de preescolar de su institución y a preguntar a sus padres acerca de su propio pasado como bebés.

Un ejemplo interesante de proyecto fundamentalmente tecnológico es informado por Kane (1992), quien desarrolló una unidad sobre el sonido con niños de 6 y 7 años, durante nueve

semanas de un curso de verano en el Reino Unido. La unidad cubrió temas de asignaturas diferentes, desde Ciencias hasta Arte. Las sesiones iniciales se centraron en pequeñas experiencias percibiendo diferentes sonidos, demostraciones docentes, observación de modelos del oído humano, discusiones. Posteriormente, los niños trabajaron en la elaboración de instrumentos musicales rústicos, para lo cual se basaron en ideas tomadas de fichas de trabajo o de su texto, pero introduciendo modificaciones; construyeron tambores, un xilófono colgante, bongos, castañuelas, maracas, una cítara, flautas de Pan, conjuntos de campanitas. Cada equipo redactó un informe sobre su trabajo, cuya escritura costó bastante a los escolares y les llevó a nuevos niveles de precisión y sistematicidad, según informa la docente. Se realizaron también visitas a un taller universitario de fabricación de guitarras y otros instrumentos de cuerda y a una colección de instrumentos musicales mecánicos. Los niños y niñas disfrutaron tocando sus instrumentos y mostrándolos a sus padres en un acto especial.

En Venezuela, Bolívar y colaboradores (1987) condujeron un trabajo con estudiantes de 8° grado que, partiendo de la asignatura Taller de comercio, se extendió cubriendo temas de otras áreas. Los estudiantes formaron miniempresas cooperativas y se propusieron la elaboración de un producto, en este caso, encurtidos. Los socios dieron nombre a su empresa, elaboraron los estatutos, formaron el capital inicial, y establecieron cargos y responsabilidades; posteriormente realizaron un estudio de mercado e investigaron sobre el proceso de producción que deberían seguir. En la clase de Educación artística, diseñaron diversos modelos de etiquetas para su producto, un concurso determinó el modelo escogido entre todos los creados. La elaboración de los encurtidos se realizó en la cocina del colegio. Una “Feria del encurtido” desarrollada en el plantel permitió colocar la mayor parte de la producción; por último, en la etapa de cierre, cada administrador mostró su libro de contabilidad y entregó cuentas, para la aprobación del resto de los socios.

Si desea profundizar en el tema de proyectos tecnológicos, consulte Raizen, *et al.* y otros (1995), Ritchie, Hampson (1996), Aitken, Mills (1994) y Dunn, Larson (1990).

En Plonczak y colaboradores (1989) ofrecen un ejemplo de proyecto “ciudadano”, en el cual trabajaron con estudiantes venezolanos de 7° grado en el proyecto “Serviguía del barrio”. Los docentes sabían por experiencias pasadas que estudiar el barrio de por sí resultaba de poco interés para los jóvenes. Así que les propusieron elaborar una guía informativa dirigida al público en general acerca de los servicios existentes en el barrio popular donde está ubicada la escuela y en sus alrededores, lo cual fue aceptado. Luego de algún trabajo de aula para estudiar teóricamente los servicios y recopilar la información que permitiera planificar la actividad, los estudiantes, en equipos, salieron a recolectar los datos. Posteriormente, procesaron y organizaron la información misma que, luego de algunas revisiones, transcribieron usando las computadoras del colegio. El folleto resultante fue reproducido y distribuido.

En la Universidad de Michigan, en EUA, un grupo de profesores desarrolla un interesante trabajo en colaboración con educadores locales de primaria y secundaria, alrededor del aprendizaje por proyectos en la escuela (Huebel-Drake, *et al.*, 1995; Marx, *et al.*, 1997). A diferencia de otras iniciativas similares de equipos universitarios, “encerradas” en un enfoque de ciencia pura, es digno de destacar que en este caso el trabajo se centra en proyectos que parten de problemas “de la vida real”, que pueden ser reconocidos como significativos por los estudiantes. Aunque los autores proponen una metodología científica para el abordaje de los proyectos —con lo que llegan a ser trabajos de “ciencia aplicada”—, algunas veces la dinámica parece acercarlos a lo que aquí se ha denominado investigación ciudadana. La pregunta inicial del proyecto es

propuesta por los educadores, pero los alumnos la van perfilando luego en subpreguntas sucesivas, que dan origen a investigaciones. De esta manera se han abordado temas como la física de la patineta, la calidad del aire de la ciudad o la contaminación del agua en un arroyo cercano; para este último proyecto, por ejemplo, los estudiantes realizaron mapas de una sección del arroyo, identificaron y midieron contaminantes, desarrollaron un índice de calidad del agua y monitorearon la población de macroinvertebrados bentónicos del lugar. Los investigadores, acertadamente, dan mucha importancia a los productos elaborados por los estudiantes durante el proyecto, resultados tangibles del trabajo que ellos llaman “artefectos”. Así, en el caso del proyecto sobre el arroyo de su población, los estudiantes realizaron una presentación ante el Comité de aguas local. Otros artefactos elaborados han sido programas computacionales, documentos multimedia y una exhibición para el Museo de los niños de su población. Los autores ofrecen a los niños y jóvenes de las escuelas participantes un uso muy rico y diverso de las nuevas tecnologías electrónicas, de modo que los alumnos recogen datos —como sobre la calidad del agua del arroyo— con instrumentos portátiles vinculados a computadoras, los analizan empleando programas computacionales *ad-hoc* que les permiten visualizar con facilidad cómo se relacionan entre ellos, y construyen modelos para sistemas dinámicos usando otro programa producido por los investigadores. El uso estudiantil de Internet es también amplio, incluyendo la publicación en la Red de los resultados de sus proyectos.

En un suburbio de Chicago, según informa Doane (1993), ella y un colega decidieron trabajar con sus estudiantes de 6° y 7° grados en proyectos de un mes de duración dentro de una unidad llamada “Problemas del mundo: una mirada a los casos y a sus soluciones”. Dentro de esta unidad han sido abordados temas propuestos por los estudiantes, como el control de armas, las personas sin hogar, la violencia policial o el hambre en el mundo, en un enfoque investigador colaborador que puede incluir consultas en la biblioteca pública, demanda de información por correo a instituciones diversas, entrevistas con autoridades, realización de encuestas, grabaciones en vídeo de ciertos ambientes, minilecciones de apoyo de los docentes. Lo anterior puede derivar hacia acciones como presentar resultados a compañeros y a padres, escribir una carta a sus congresistas o realizar trabajo voluntario. Todo proyecto se plasma en un informe final que debe mencionar al menos cinco fuentes bibliográficas y que se acompaña con un plan de acción sobre problemas detectados.

Los ejemplos de proyectos escolares presentados son iluminadores y tienen el mérito de la acción real; no obstante, en muchos de ellos la participación infantil en su definición es todavía bastante limitada y sus actividades son quizá muy uniformes. Las Inmersiones temáticas, como grandes temas que abarcan una variedad de proyectos, experiencias exploratorias, talleres y otras actividades, y que demandan la toma de decisiones estudiantil a lo largo de su desarrollo, constituyen un paso adelante hacia la mejor formación de niños, niñas y jóvenes. En este sentido, un caso pertinente es el de una Inmersión temática acerca del medio ambiente desarrollada por Linda Maxwell y su clase de 4° grado en Alabama, EUA (reportada por Manning, *et al.*, 2000, pp. 87-98). La clase empezó discutiendo acerca del tema que querían estudiar; un estudiante propuso echar una mirada a los asuntos que surgieron en una encuesta en la que el curso había participado meses antes: una indagación llevada a cabo por una revista infantil acerca de los principales problemas que, según los niños, debería afrontar el próximo presidente de su país (era un año electoral). Después de una animada discusión considerando los diferentes asuntos más votados en la encuesta, los estudiantes escogieron como tema de su Inmersión temática “La protección del ambiente”.

Es evidente que la Inmersión temática no comienza “de cero”, preguntando de buenas a primeras a los niños qué quieren investigar. Más bien, se trata de una clase donde tienen lugar diferentes experiencias “exploratorias” a lo largo del año, las cuales ofrecen nuevas nociones, ideas y posibilidades, mismas que después quizá sean la base de estudios más detenidos. En esta oportunidad, el hecho de que en el plantel se recibe la revista infantil (entre muchas otras) y el hecho de que la maestra invitó a los niños meses atrás a participar en la encuesta que allí aparecía, suministró elementos para la elección posterior de su Inmersión temática. En la discusión que siguió, para definir mejor la Inmersión temática, los estudiantes utilizaron otras ricas experiencias que habían tenido en clase —por ejemplo, mencionaron ideas acerca del ambiente expresadas en un libro que habían leído, *Hermana Águila, Hermano Cielo*—. Los siguientes días se emplearon para discusiones en pequeños grupos y análisis generales para producir interrogantes acerca del tema, organizar estos interrogantes en subtemas, y constituir los equipos de investigación. Cada equipo escogió un subtema de su interés: animales en peligro de extinción, bosques tropicales, la ciudad antes y después de su reciente renovación, etc., y presentó su plan de investigación al resto de la clase, incorporando sugerencias y correcciones. Una vez comenzada ésta, niños y niñas buscaron información en libros y revistas (abundantes en su clase), examinaron viejas fotografías de su ciudad, hablaron con expertos —como un científico de la localidad que estaba tratando de recuperar un arroyo cercano y un miembro del Concejo Municipal—. Los estudiantes generaron productos como modelos tridimensionales de una selva tropical antes y después de ser intervenida abusivamente, un mural, diapositivas para el centro de recursos escolar, bolsas de tela para los clientes de tiendas locales, cartas de agradecimiento a las empresas de la vecindad que plantan árboles en sus alrededores... hasta redactaron una propuesta de ordenanza para la preservación de los árboles de la ciudad, misma que fue presentada al Concejo Municipal. Los niños se autoevaluaron semanalmente.

El valor de actividades escolares como éstas reside no sólo en sí mismas, sino en el hecho de que se repitan sistemáticamente a lo largo del año escolar, acumulando logros y ampliando exigencias en forma progresiva.

Otras interesantes descripciones de proyectos de aula bastante ricos, desarrollados por maestras venezolanas, se presentan en Hidalgo (2000), Santafé (2000) y Escobar (2003).

De manera creciente se observan ejemplos de estudios basados en la enseñanza por proyectos, realizados en contextos escolares y no en laboratorios, y a partir de la colaboración más o menos dialógica de investigadores universitarios y docentes de aula (Brown, 1994; White, Frederiksen, 1998; una buena presentación de varios programas de la última década se encuentra en Blumenfeld, *et al.*, 1997). Estos trabajos buscan superar algunas insuficiencias o errores de pasados intentos en la innovación educativa: el empirismo, el supuesto redescubrimiento infantil de leyes y principios científicos, la artificiosidad contextual y el papel de los docentes de aula como simples ejecutores de instrucciones externas —en vez de como miembros del equipo—. Por otra parte, la participación sostenida de los expertos universitarios permite una más cuidadosa planificación de la labor pedagógica, un uso más rico y diversificado de recursos (incluyendo tecnologías electrónicas) y un seguimiento, análisis y reflexión sobre lo realizado que sea mucho más minucioso y complejo de lo que le sería posible alcanzar a un educador-investigador aislado.

La necesidad de “otra” escuela: la escuela como casa de la cultura

No es posible analizar de manera detallada en este capítulo el hecho de que para alcanzar el desarrollo cabal de los grandes tipos de actividades propuestos, articulados con la mayor

frecuencia posible en “Inmersiones temáticas”, se requiere de transformaciones en otras áreas del funcionamiento escolar (Lacueva, 1997, 2000).

Así, la evaluación ha de ser una ayuda para seguir aprendiendo, realizada gracias al seguimiento del trabajo diario en clase, y no un castigo o premio logrado por el desempeño en momentos especiales, como durante los exámenes o los interrogatorios.

La organización y gobierno de aula y plantel deben avanzar hacia formas cada vez más democráticas, pues no es posible estimular la indagación, la criticidad y la creatividad en un ambiente autoritario o de apático desorden y *laissez-faire*.

La planificación necesita alejarse de la obsesión por la explicitación minuciosa de objetivos o de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales por lograr para ser, en cambio, una preparación de ambientes, ideas y recursos, dentro de una amplia estrategia. Como bien dice Morin (1994), los programas, secuencias de actos decididos *a priori* y que deben funcionar sin variar, son propios de las situaciones sencillas y del pensamiento simplificador; mientras que las estrategias, abiertas, flexibles y movidas por ideas-fuerza, son propias de las situaciones complejas, mismas que deben ser abordadas con un pensamiento también complejo.

Los grupos-clase de 36 o 37 alumnos hacen imposible el trabajo por proyectos de investigación, de manera auténtica y sostenida. Donde existen —como en muchas escuelas venezolanas de hoy—, se necesita progresar lo más rápidamente posible hacia un número financiable de estudiantes por aula pero que, a la vez, permita la escuela de la indagación, la reflexión crítica y la creación (quizá un número adecuado como meta para las próximas décadas sea de 28 alumnos por aula).

Por otra parte, es preciso tomar en cuenta la base material del trabajo escolar: edificaciones, dotación, áreas verdes. En la escuela de los pupitres en fila y el libro de texto o (peor aún) de la llamada enciclopedia escolar, lo que funciona son las copias, las cuentas y los ejercicios. La escuela de la investigación necesita de biblioteca (con miles de títulos, no unas decenas de libritos en un estante), ciertos instrumentos sencillos (balanza al decigramo, lupa, termómetro), algunos equipos básicos (grabador-reproductor, cámara fotográfica, televisor con reproductor de vídeo, computadoras con acceso a Internet) y suficiente material de trabajo (papel, cartulina, pintura, recipientes). Es posible enseñar y aprender en una escuela sencilla y austera, pero no es viable la educación de calidad en una escuela pobre y triste.

En rigor, es necesaria *otra* escuela, tan diferente a la actual que podría considerarse como un cambio de paradigma educativo: de la escuela-fábrica a la escuela-casa de la cultura (Lacueva, 1999).

Referencias y otra bibliografía de interés

- Aitken, J., Mills, G. (1994) *Tecnología creativa*. Madrid,: M.E.C./Morata. (Creative technology. Londres/Glasgow, Collins Educational, 1990).
- Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Patrick, H., Krajcik, J., Soloway, E. (1997) Chapter 4: Teaching for Understanding. En: Biddle, B. J., Good, T. L., Goodson, I. F. (Eds.) *International Handbook of Teachers and Teaching* (pp. 819-878). Boston: Dordrecht/Londres: Kluwer.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., Palincsar, A. (1991) Motivating project-based learning: sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*. 26 (3 y 4): 369-398.

- Bolívar, R. E., Calzacorta, R., Salcedo, A., Zambrano, A. (1987, Julio) *Trabajo productivo escolar y organización de los alumnos*. Ponencia al Primer Congreso Pedagógico, Colegio "Presidente Kennedy", Fe y Alegría. Petare. Material policopiado.
- Brown, A. L. (1994) The advancement of learning. *Educational Researcher*. November: 4-12.
- Claxton, G. (1994) *Educating curious minds. El reto de la ciencia en la escuela*. Col. Aprendizaje. Madrid: Visor. (Educating the Inquiring Mind, 1991).
- Doane, C. (1993) Global Issues in 6th Grade? Yes! *Educational Leadership*. 50 (7): 19-21.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: M.E.C./Morata. (Children's ideas in science. Open University Press. 1985).
- Duit, R., Treagust, D. F. (1998) Learning in Science—From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond. En: Fraser, B. J., Tobin, K. G. (Eds) *International Handbook of Science Education* (pp. 3-25). Boston: Dordrecht/Londres: Kluwer.
- Dunn, S., Larson, R. (1990) *Design Technology. Children's Engineering*. Nueva York: The Falmer Press.
- Escobar, L. (2003) Pequeños inversionistas. *Maestros Hoy*. 4 (4): 18-25.
- Fernández Berrocal, P., Melero Zabal, M. A. (Comps.) (1995) *La interacción social en contextos educativos*. Madrid: Siglo XXI.
- Fourez, G., Englebert-Lecompte, V., Grootaers, D., Mathy, P., Tilman, F. (1994) *Alphabétisation scientifique et technique*. Bruselas: De Boeck.
- Fraser, B. J., Tobin, K. G. (1998) *International Handbook of Science Education*. Dordrecht/Boston/Londres: Kluwer.
- Freinet, C. (1975) *Técnicas Freinet de la escuela moderna*. 6a. edición. México, D. F.: Siglo XXI. (Les techniques Freinet de l'école moderne. 4a. edición. Paris, Armand Colin, 1966).
- Freinet, C. (1977a) *Parábolas para una pedagogía popular*. Ediciones de Bolsillo. 4a. edición. Barcelona: Laia. (Les dits de Mathieu. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1967).
- Freinet, C. (1977b) *Por una escuela del pueblo*. Col. Cuadernos de Educación, No. 49-50. Caracas: Laboratorio Educativo. (Pour l'école du peuple. Paris, Maspero, 1971).
- Freire, P. (1973) *Pedagogía del oprimido*. 10a. edición. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Freire, P. (1993) *Pedagogía de la esperanza*. México, D. F.: Siglo XXI.
- Giordan, A., Souchon, Ch. (1995) *La educación ambiental: guía práctica*. Serie Fundamentos, No. 5. Col. Investigación y Enseñanza. Sevilla: Díada.
- Giordan, A. (1985) *La enseñanza de las ciencias*. 2a. ed. Madrid: Siglo XXI. (Une pédagogie pour les sciences expérimentales. Paris, Editions du Centurion, 1978).
- Harlen, W. (1998) *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. 2a. ed. actualizada. Madrid: M.E.C./Morata. (Teaching and learning primary science. Paul Chapman Publishing Ltd. 1985. 2a. edición, 1993).
- Hidalgo, J. M. (2000) Rescatando la botica de mi abuela. *Maestros Hoy*. 2 (2): 28-35.
- Huebel-Drake, M., Finkel, L., Stern, E., Mouradian, M. (1995) Planning a course for success. *The Science Teacher*. October: 18-21.
- Hurd, P. DeH. (1970) Scientific enlightenment for an age of science. *The Science Teacher*. 37 (1): 13-15.
- Hurd, P. DeH. (1982). Biology for life and living: perspectives for the 1980s. En: Hickman, F., B. Kahle, J. (Eds.) *New Directions in Biology Teaching* (pp. 1-9). Reston, Virginia: National Association of Biology Teachers.
- Kane, T. (1992) Making musical instruments at Key Stage 1 at Uplands County Primary School. En: Eggleston, J. *Teaching Design and Technology*, pp. 82-90. Developing Science and Technology Education Series. Buckingham / Filadelfia: Open University Press.

- Kuhn, D. (1997) Constraints or Guideposts? *Developmental Psychology and Science Education. Review of Educational Research. 67 (1): 141-150.*
- Lacueva, A., Vilorio, A. (1994) Investigando en la escuela: un día con un bebé. *El Acontista. II (7): 8-12.*
- Lacueva, A. (1997) Retos y propuestas para una didáctica contextualizada y crítica. *Educación y Pedagogía. IX (18): 39-82.*
- Lacueva, A. (1999) La investigación en la escuela necesita otra escuela. *Investigación en la Escuela. 38: 5-14.*
- Lacueva, A. (2000) *Ciencia y Tecnología en la Escuela*. Col. Proa. Caracas/Madrid: Laboratorio Educativo/Popular.
- Las ideas del alumnado en Ciencias. [Número monográfico]. (1996). *Alambique. 7.*
- Luria, A. R., Leontiev, A. N., Vygostki, L. S. (1973) *Psicología y Pedagogía*. Madrid: Akal.
- Manning, M., Manning, G., Long, R. (2000) *Inmersión temática. El currículo basado en la indagación para los primeros años y años intermedios de la escuela elemental*. Barcelona: Gedisa. (Theme Immersion: Inquiry-Based Curriculum in Elementary and Middle Schools. Portsmouth, NH, Heinemann, 1994).
- Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Soloway, E. (1997) Enacting Project-Based Science. *The Elementary School Journal. 97 (4): 341-358.*
- Morin, E. (1994) Epistemología de la Complejidad. En: Fried Schnitman, D. (Ed.) *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad* (pp. 421-442). Buenos Aires/Barcelona/México: Paidós.
- Newman, D., Griffin, P., Cole, M. (1989) *The construction zone: Working for cognitive change in school*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., Boyle, R. A. (1993) Beyond cold conceptual change. The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research. 63: 167-200.*
- Plonczak, I.; Zambrano, A., Salcedo, A. (1989) *Condiciones básicas para el desarrollo de una actividad generadora en Séptimo Grado*. Ponencia al III Congreso Pedagógico, Colegio "Presidente Kennedy", Fe y Alegría. Petare. Material policopiado.
- Raizen, S. A., Sellwood, P., Todd, R. D., Vickers, M. (1995) *Technology Education in the Classroom*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Rico Vercher, M. (1990) *Educación ambiental: diseño curricular*. Serie Educación y Futuro. Monografías para la Reforma. No. 15. Barcelona: Cincel.
- Ritchie, S. M., Hampson, B. (1996) Learning In-the-Making: A Case Study of Science and Technology Projects in a Year Six Classroom. *Research in Science Education. 26 (4): 391-407.*
- Rodríguez de Fraga, A. (1996) *Educación Tecnológica (se ofrece). Espacio en el Aula (se busca)*. 2ª. ed. Buenos Aires: Aique/ORT Argentina.
- Roth, W-M. (1995) *Authentic School Science. Knowing and Learning in Open-Inquiry Science Laboratories*. Science and Technology Education Library. Volume 1. Boston: Dordrecht/Londres: Kluwer.
- Santafé, E. (2000) Explorando el cuerpo humano. *Maestros Hoy. 2 (2): 41-45.*
- Strike, K. A., Posner, G. J. (1985) A conceptual change view of learning and understanding. En: West, L. H. T., Pines, A. L. (Eds.) *Cognitive structure and conceptual change* (pp.211-231). Orlando/Nueva York/Londres/Sydney: Academic Press.
- Tann, C. S. (1990) *Diseño y desarrollo de unidades didácticas en la escuela primaria*. Madrid: M.E.C./Morata (Developing topic works in the primary school. 1988).

- Vygostki, L. S. (1979) *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica/Grijalbo.
- White, B. Y., Frederiksen, J. R. (1998) Inquiry, Modeling and Metacognition: making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*. 16 (1): 3-118.