



PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA: CIENTÍFICOS, TECNOLÓGICOS Y CIUDADANOS

AURORA LACUEVA (*)

RESUMEN. El trabajo defiende la actualidad y pertinencia de la enseñanza basada en proyectos, y plantea tres grandes tipos de proyectos que pueden desarrollar los estudiantes en la escuela: científicos, tecnológicos y ciudadanos. Para cada uno de ellos se señalan rasgos principales, nociones, habilidades y valores que fomentan, y algunos casos reales ilustrativos. Aunque la clasificación no debe asumirse rígidamente, puede ayudar a vislumbrar otras posibilidades de trabajo didáctico, más allá de las indagaciones de corte estrictamente científico o de las meramente documentales, y muy lejos de la escuela de la repetición y la copia. Se reconoce que la enseñanza por proyectos es mucho más que un añadido dentro de la rutina escolar preponderante: asumida cabalmente es parte fundamental de una nueva escuela, distanciada del taylorismo didáctico y concebida como casa de la cultura, donde las niñas y niños pueden vivir experiencias importantes y ricas.

INTRODUCCIÓN

La propuesta de trabajar por proyectos de investigación ha estado presente en la escuela, de una u otra forma, desde hace décadas, aunque con períodos de flujo y reflujo, y con mucho mayor predominio en la teoría que en la verdadera práctica cotidiana. Múltiples circunstancias, escolares y extraescolares, entraban en el desarrollo de este planteamiento tan rico y relevante para la auténtica formación infantil: factores políticos, socio-económicos y socio-educativos han dificultado la expansión de una iniciativa pedagógica que requiere unas mínimas bases de recursos y de preparación docente,

y que tiende hacia una democratización *fuerte*, hacia la criticidad y hacia la preparación cultural profunda.

Hoy, particularmente en las sociedades más afluentes, los avances democráticos, los nuevos perfiles laborales necesarios, las poderosas tecnologías disponibles y los mayores presupuestos educativos abren inéditas posibilidades para pedagogías complejas y significativas, centradas en la actividad investigadora estudiantil. Aun en países relativamente pobres, los desarrollos políticos y los esfuerzos por priorizar la inversión educativa permitirían avanzar por caminos pedagógicos como los mencionados. Reconocemos

(*) Universidad Central de Venezuela.

que en ningún caso los progresos están asegurados: se alza ante nosotros, entre otras, la temible amenaza de una creciente diferenciación entre sociedades ricas y muy ricas con escuelas de formación cultural potente, y sociedades pobres y muy pobres con una mayoría de escuelas de formación cultural escasa y débil. Para las mismas sociedades privilegiadas, puede consolidarse la fragmentación en redes escolares de elite y depauperadas. Y su escuela de elite no tiene por qué ser la escuela estimulante y abierta de la investigación y la creación compartidas, sino quizás la institución de la preparación técnica parcelada, de los saberes-instrumento, útiles sólo para el acceso a ciertas posiciones laborales «competitivas». Sin embargo, hoy más que nunca antes se abren las posibilidades para el desarrollo sostenido y (al menos relativamente) masivo de la escuela de la investigación.

Concretar estas posibilidades en la acción implica, desde luego, esfuerzos considerables. Entre ellos, esfuerzos *pedagógicos* considerables. Contamos con proposiciones teóricas y teórico-prácticas de grandísimo interés y utilidad. Destacamos el aporte de dos excepcionales pedagogos: Paulo Freire y Célestin Freinet. Otros autores, como Dewey o Kilpatrick, constituyen también referencias necesarias. No deja de ser llamativo, entre paréntesis, cómo la dinámica político-cultural dominante considera «desactualizados» a Freire o a Freinet, cuando sus planteamientos son más frescos y están más de acuerdo con la investigación psicológica y psicopedagógica más reciente que las propuestas super-estructuradas, heterocontroladas y escolásticas de muchos supuestos constructivistas de última hora. En efecto, Freire (s.f., 1973), ya desde los años sesenta, critica a la educación «bancaria» que pretende simplemente depositar nociones en la mente de pasivos alumnos receptores, y aboga por una educación «liberadora», basada en el diálogo educador-edu-

cando, diálogo *en* el mundo y *sobre* el mundo, que parte de lo que el educando ya sabe y durante el cual el aprendiz y el docente van trabajando y elaborando (re-elaborando) los conocimientos. Por su parte, Freinet (1975, 1977b, 1979a, 1979b) nos ha legado una rica colección de propuestas teórico-prácticas, surgidas de su experiencia e investigaciones, que apuntan hacia la construcción de una escuela verdaderamente basada en la participación crítica y reflexiva de cada niña y cada niño en su propio proceso educativo: propuestas como el texto libre, la asamblea de clase, la correspondencia interestelar, la biblioteca de trabajo, los archivos «vivos», los planes infantiles, las conferencias e investigaciones, la evaluación para el éxito...

Pero, con todo lo que podemos y debemos beneficiarnos de la obra de quienes avanzaron en una pedagogía de la investigación y la criticidad, queda mucho por pensar y hacer, y por repensar y rehacer, en el camino hacia la escuela investigativa para todos.

Algunos de los planteamientos actuales pecan de una concepción demasiado estrecha y/o demasiado canalizante de los proyectos escolares, como explicaremos en próxima sección. En otras ocasiones, detectamos escasez de reflexiones y sugerencias que vinculen proposiciones generales de interés con los procedimientos que pudieran hacerlas realidad en el día a día del salón de clases; de esta manera, el bagaje de instrumentos en el maletín del educador no se enriquece, y a la hora de actuar, a pesar de las grandes frases, no tiene más remedio que echar mano de las herramientas y procedimientos de siempre: los ejercicios del texto, los dibujos para identificar partes, el resumen, el cuestionario y, todo lo más, los que podríamos llamar «proyectos de copiar y pegar».

En este escrito, tratamos de avanzar en la caracterización de tres posibles tipos de proyectos de investigación estudiantil,

centrándonos sobre todo en nuestra especialidad, la enseñanza de las ciencias naturales. Estimamos que tal caracterización puede contribuir a abrir perspectivas a los educadores para su reflexión y su acción o, mejor, su investigación-acción.

¿QUÉ ES Y QUÉ NO ES UN PROYECTO?

Bajo esta denominación se engloban hoy actividades muy diferentes, algunas francamente pobres. Deseamos reservar el nombre de *proyectos* o, de manera más precisa, de *proyectos de investigación*, para los trabajos escolares que cumplan con las siguientes características:

- parten de una pregunta, de una inquietud, de un reto que los alumnos o bien se han planteado (gracias muchas veces al inteligente estímulo y apoyo de la escuela), o bien han escogido entre un suficiente número que la escuela les propone,
- exigen para resolver esta pregunta o reto de una indagación, la cual los estudiantes planifican con ayuda del educador y que implica varias semanas de labor,
- esta indagación normalmente abarca momentos de documentación y otros de investigación empírica de algún tipo,
- el trabajo fructifica en productos, que se presentan o comunican a otros.

De acuerdo con esta caracterización, no consideramos proyectos a labores escolares como las siguientes: trabajos cortos de uno o dos días de duración; cuestionarios; experiencias de laboratorio estructuradas (aunque incluyan experimentación); encuestas, observaciones o auditorías ambientales hechas por encargo del docente y siguiendo pautas estable-

cidas por él o ella; series de ejercicios o fichas de trabajo (por más ingeniosas e interesantes que sean); búsquedas de información que culminen en un informe. Estas últimas, por cierto, constituyen lo que denominamos «proyectos de cortar y pegar», y son las actividades que más se suelen confundir con los verdaderos proyectos: el educador (o el currículo oficial) señala un tema, los niños buscan información sobre él en libros, periódicos, revistas, Internet...; luego, transcriben retazos de lo encontrado en cada fuente y, finalmente, entregan un informe con todos los retazos hilvanados. A menudo los estudiantes no se involucran en este tipo de tareas y copian casi sin entender lo que están copiando. Los más variados, difíciles y lejanos temas pueden ser falsamente resueltos con esta metodología: desde el Antiguo Egipto hasta las estrellas, desde las zonas climáticas del mundo hasta la evolución del transporte.

En ocasiones, hemos visto desarrollarse de manera más acertada esta clase de labor: los niños participan en la selección del tema, la búsqueda documental se planifica con cuidado, el informe final no se forma con recortes tomados de aquí y de allá sino que es una elaboración propia, resultado de la comprensión y el análisis de lo leído. De esta manera, se desarrolla una actividad valiosa, pero que preferimos llamar *documentación* o *elaboración de dossiers*, y no proyecto. En aras de la claridad y el rigor, es mejor reservar esta última denominación para las auténticas investigaciones, tal como las caracterizamos anteriormente.

Por otra parte, en el área de la enseñanza de las ciencias naturales con frecuencia se ha considerado «investigación estudiantil» la realización, siguiendo pautas muy estrechas, de observaciones o experimentos asignados. Mas actividades tan estructuradas no pueden calificarse como proyectos de investigación. Tal cual sucede con las documentaciones, estos

ejercicios prácticos pueden tener su utilidad pero, simplemente, no son proyectos ni pueden por lo tanto aportar a los estudiantes los beneficios que los proyectos aportan.

LA IMPORTANCIA DE LOS PROYECTOS

Cada día más, nos alejamos de las concepciones atomistas, mecanicistas y/o meramente conductistas del aprendizaje. Aunque se está lejos de 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 («mini-teorías») que ya posee el aprendiz, modificándolas en mayor o menor medida o, en ocasiones, desencadenando procesos de cambio radical (desde el campo de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, pueden consultarse a este respecto, y para apreciar enfoques diversos, Strike y Posner, 1985; Duckworth, 1988; Claxton, 1994; Kuhn, 1997).

Para los aprendizajes de alto nivel, propios de la acción escolar, se destaca también la importancia de los factores meta-cognitivos y de los afectivos: el aprendiz debe saber hacia dónde va en su aprendizaje y debe querer 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 y otros, 1991; Pintrich, Marx y Boyle, 1993; Claxton, 1994).

Por otra parte, se relleva el peso de los factores socio-culturales: el papel de la colaboración con otros cercanos y de la utilización de productos culturales ricos al aprender (Luria, Leontiev, Vygotsky y otros, 1973; Vygotsky, 1979; Fernández y

Melero, 1995; Newman, Griffin y Cole, 1989).

Frente a tales concepciones, la escuela de los ejercicios, el resumen y el libro de texto se queda patéticamente corta, mientras que la escuela de los proyectos de investigación cobra toda su relevancia: los proyectos parten de las nociones que ya tienen los estudiantes, y tienden a su desarrollo; movilizan la afectividad de los niños a favor del proceso de aprender, puesto que los escolares asumen retos, toman decisiones, proponen y/o escogen a lo largo del proceso; por lo mismo, los proyectos permiten también la puesta en juego de mecanismos metacognitivos sofisticados; adicionalmente, fomentan la colaboración, el intercambio entre iguales y con el docente y otros expertos; estimulan la problematización y la criticidad, y abren amplios horizontes culturales.

De modo creciente, la investigación psicológica y la investigación pedagógica reafirman lo que grandes pedagogos como Freinet (1977a, 1977b, 1979b) o Freire (1973, 1993) han dicho desde hace décadas: la enseñanza super-estructurada, 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 lo tanto no propicia los aprendizajes más significativos, pertinentes y trascendentes. Siendo ello así, el trabajo por proyectos, 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 y otros, 1994).

LOS PROYECTOS COMO PARTE INTEGRAL DE «OTRA» ESCUELA

No podemos ocuparnos de ello en este trabajo, pero reconocemos que para su desarrollo cabal los proyectos requieren de

transformaciones en otras áreas del funcionamiento escolar: la evaluación, la organización y gobierno de aula y plantel, la planificación, los recursos y su administración... (Lacueva, 1997).

Requieren también, seguramente, de actividades acompañantes, algunas más amplias y menos precisas que ellos, y otras más estructuradas y acotadas, que junto a los propios proyectos vayan creando una escuela como medio cultural denso, creativo y estimulante, proveedora también de apoyos precisos y de momentos de sistematización, de refuerzo y de revisión. En esa escuela, es más factible que surjan ideas para proyectos de investigación, y que las mismas se puedan implementar sin esfuerzos excesivos ni distorsiones graves.

En rigor, creemos que hace falta *otra* escuela, tan diferente a la actual, que podríamos hablar de un cambio de paradigma educativo. Para los educadores que, por sus circunstancias, deban cumplir con los requisitos de la escuela tradicional, quizás algunos proyectos al año puedan representar, al menos, avanzadillas en un nuevo y fértil territorio, hasta ahora inexplorado. Otros docentes, en mejores condiciones, podrán acampar en esos territorios por largas temporadas.

En este artículo nos detenemos en la caracterización y valoración de tres tipos de proyectos de investigación estudiantil (Lacueva, 1993, 1996): científicos, tecnológicos y ciudadanos, e intentamos ofrecer sugerencias que ayuden a concretarlos en la acción diaria de docentes y estudiantes. Nuestros señalamientos están especialmente dirigidos a los años de la escolaridad obligatoria, correspondientes a la formación generalista de todo ciudadano y toda ciudadana. No queremos exagerar la diferenciación entre las tres esferas: científica, tecnológica y ciudadana, que muy bien pueden solaparse en la indagación infantil. Pero hay, sin embargo, distinciones relevantes en cada una de estas

maneras de investigar la realidad, y la escuela debe fomentar las tres, en la búsqueda de una formación integral de niños y jóvenes. En particular, la exclusividad de la investigación de corte científico nos parece limitante.

PROYECTOS CIENTÍFICOS: DESCRIBIR, EXPLICAR Y PREDECIR

En los proyectos de este tipo, la indagación se desarrolla de manera afín o cercana al punto de vista del científico, específicamente del científico natural. En este sentido, lo que principalmente interesa y se quiere alcanzar es conocer mejor los fenómenos de la naturaleza: caracterizarlos, clasificarlos, encontrarles regularidades y/o explicarlos.

De manera espontánea, los niños desde muy pequeños observan y «experimentan» con objetos y fenómenos. La escuela les puede ofrecer concepciones teóricas, métodos y técnicas para un trabajo más profundo y riguroso (Giordan, 1985; Harlen, 1998). Serían ejemplos de proyectos científicos: realizar un estudio de características y actividades de un animal doméstico, experimentar libremente con imanes y objetos metálicos y no metálicos diversos tratando de encontrar regularidades, o proponer y comprobar experimentalmente hipótesis acerca de las condiciones para el mejor desarrollo de unas plantitas.

RIESGOS: DEL EMPIRICISMO AL CONSTRUCTIVISMO RADICAL

Plantear que las niñas y niños incursionen en el mundo de la investigación científica nos lleva a preguntarnos por la naturaleza de este tipo de indagación. Hace unas décadas imperaba una visión muy empirista y simplificada de la misma, la cual se propagó entre los especialistas en enseñanza

de las ciencias. Se planteaba que toda investigación científica comenzaba con la observación, y que observando atentamente «saltarían» ante los ojos de los investigadores las hipótesis explicativas de los fenómenos, las cuales posteriormente se habrían de comprobar gracias a experimentos. Se consideraba que la verdad estaba allá afuera, escondida entre la hojarasca, podríamos decir, y había que buscarla con atención y rigor. Se pensaba que el método científico era uno solo y servía no meramente a los investigadores de las diversas disciplinas, sino también a cualquier persona interesada en resolver problemas de cualquier faceta de la vida. Se aceptaba la existencia de un reducido número de «procesos de la ciencia» que podían enseñarse en la escuela, los cuales, partiendo de la observación, incluían la clasificación, la medición, el uso de números y el diseño de experimentos, entre otros.

Estos planteamientos se prestaron a desviaciones didácticas como, por ejemplo, pretender ir enseñando los supuestos procesos de la ciencia uno a uno, de manera desconectada, comenzando por la observación en adelante. Incluso, se popularizó la idea de que los procesos sencillos se enseñaran en los grados iniciales y los procesos complejos se reservaran para los cursos superiores de la escolaridad. Según esta concepción, un niño de primer grado no podía experimentar, pues no le correspondía todavía. Tenía que terminar primero de aprender los procesos más simples y básicos, como la observación, la medición y la clasificación.

Con el tiempo, las concepciones empiristas han ido perdiendo vigor, aunque todavía cuentan con sus seguidores. Hoy, gracias a diversos estudios y teorizaciones sobre la investigación científica, a nuevos análisis y reconsideraciones, muchos reconocen el carácter más complejo, racionalista-materialista de la indagación (Kuhn, 1970; Lakatos y Musgrave, 1975; Chal-

mers, 1992, 1998). Así, no es posible la observación desde cero, la observación neutra: el que observa lo hace orientado por las nociones que ya tiene en la mente. Específicamente, el investigador científico posee un marco teórico bien estructurado que le ayuda a precisar qué es lo que quiere observar y por qué, le permite reflexionar sobre lo que ha observado y le lleva a diseñar nuevas observaciones y diversos experimentos. A partir de todo ello, la teoría irá a su vez cambiando. La verdad científica no es una especie de joya escondida en el monte que se ha de buscar, sino un selecto licor que la propia investigación va destilando. La verdad científica es un producto de la creatividad humana, y está sujeta por tanto a la posibilidad de importantes cambios, según los resultados de nuevos esfuerzos humanos de investigación. Pero, por otra parte, no es una pura invención nuestra, desbocada, sino una invención sujeta a la confrontación con la experiencia rigurosa y con el saber ya producido.

La ciencia no se desarrolla solamente por acumulación de conocimientos. En sus diversas ramas, hay etapas durante las cuales los conocimientos se van acrecentando dentro de grandes marcos teóricos aceptados. Pero pueden presentarse también etapas de «revolución científica» (Kuhn, 1970), durante las cuales antiguos marcos teóricos se derrumban y de sus escombros surgen nuevas propuestas. A lo largo de estos esfuerzos —con avances y retrocesos—, la ciencia va logrando un conocimiento, en conjunto, cada vez más completo y profundo del mundo, en aproximaciones sucesivas que, sin embargo, nunca tienen fin, porque nunca llegamos a conocer totalmente la realidad.

Aunque ciertos rasgos básicos son comunes a todos los investigadores científicos, también se presentan variaciones en sus métodos y técnicas según su área. Una lista sencilla de procesos de la ciencia podría ser así engañosa, y más aún un

pretendido método científico a seguir estrictamente paso a paso.

Por otra parte, no es recomendable compartimentalizar los procesos de indagación en la escuela, convirtiendo su práctica en ejercicios sueltos sin mayor sentido. Tampoco se justifica ignorar ciertos procesos en los primeros grados, a fuer de difíciles, cuando todo niño desde su nacimiento ha puesto en práctica, con sus limitaciones de niño, procedimientos indagatorios complejos. Sin embargo, resulta iluso pretender que los niños redescubran las grandes explicaciones científicas a través de procesos de indagación guiados, que tratan de reproducir en pocos días años y años de esfuerzos de diversos equipos científicos repartidos por el mundo. Este redescubrimiento es forzado y artificial: si se deja a los niños pensar por sí mismos, con frecuencia no llegan a las conclusiones que se esperan de ellos, pues careciendo de las teorías apropiadas no ven lo que queremos que vean en un experimento, y lo que sí ven a menudo no lo interpretan de la forma que querríamos (Ausubel, 1964; Hein, 1968; Smith y Anderson, 1984). Además, se ha demostrado que resulta simplista la pretensión de que el supuesto «método científico» sirve igualmente para resolver problemas de la vida diaria o de la sociedad. Otros procedimientos y otra perspectiva sobre la realidad son necesarios en estos casos, como lo explicaremos al hablar de los proyectos ciudadanos.

Pero la indagación escolar dentro de los marcos científicos nos parece importante y útil, adecuadamente complementada con otras formas de investigar. Permite a los niños, en cierta forma, conocer esta perspectiva desde adentro, apreciar por sí mismos —dentro de sus posibilidades— la naturaleza del trabajo que hacen los científicos, y ganar un conocimiento del mundo que sólo esta perspectiva puede dar.

En los últimos años ha ido arraigando entre algunos especialistas de enseñanza de las ciencias una visión excesivamente idealista del conocimiento, apoyada en una concepción constructivista demasiado radical (para una crítica de esta concepción puede verse Kelly, 1997). Tal pareciera que la verdad o, más prudentemente, el saber es una producción muy personal, que cada uno de nosotros puede aceptar si así le convence, interpretando a nuestro entero albedrío los datos de nuestra experiencia. Para algunos, los niños construyen sus conocimientos científicos gracias a una solitaria introspección y lo que de allí salga es tan válido como lo que digan los libros de ciencia. Esta posición parece ignorar que la cultura humana es una construcción colectiva e histórica. Los humanos, desde el surgimiento de nuestra especie, estamos aprendiendo unos de otros por transmisión de conocimientos, y este proceso no ha hecho sino aumentar y complicarse cada vez más gracias a nuevos medios de registro y a nuevas instituciones y mecanismos productores y difusores de los saberes acumulados. En la escuela, los niños inician precisamente su apropiación sistemática del capital cultural producido por la humanidad hasta la fecha, parte fundamental del cual son las nociones científicas y tecnológicas. Aspiramos a que se les ayude a realizar esa apropiación de manera dinámica y crítica, que los capacite al máximo para discriminar en lo ya elaborado y para contribuir eventualmente a acrecentarlo.

EXPLORANDO EL MUNDO COMO LOS CIENTÍFICOS

Lo que le da a los proyectos científicos infantiles el sabor cercano a la investigación profesional es que no sean tareas que se hagan bajo mandato, sino propuestas que surjan de la iniciativa de los propios niños o que, al menos, ellos hayan escogido

entre varias sugerencias, y que lleven a cabo de acuerdo con una planificación propia, supervisada por el educador, precisando sus propias preguntas y buscando generar respuestas, y no confirmar algo ya establecido en clase o en un libro de texto. En estas circunstancias, el grupo de niñas y niños puede interactuar más propiamente como una pequeña comunidad de investigación y no como pupilos siguiendo una clase (Gil, 1993, 1994). Más temprano que tarde, la indagación infantil podrá llevar a confrontar ideas propias con las de la ciencia del momento y a propiciar el enriquecimiento o el cambio conceptual o, al menos, la desestabilización de las mini-teorías legas no apropiadas que los niños y niñas puedan poseer.

En la obra de Giordan (1985) pueden verse buenos ejemplos de trabajos de investigación científica de escolares: en el aula hay cultivos y se crían animales, y a lo largo del tiempo surgen preguntas alrededor de estas actividades, que dan pie a indagaciones sobre: «¿Qué comen los ratones?» o «¿Dónde germinan mejor las semillas?». Más recientemente, el autor ha trabajado en proyectos de educación ambiental, que caerían dentro de los que hemos llamado «ciudadanos» (Giordan y Souchon, 1995).

En Canadá, Roth (1995), junto a un colega colaborador, trabajó con estudiantes de los grados 8.º, 11.º y 12.º, en lo que él denomina *ciencia escolar auténtica*. Los jovencitos, inspirados por el tipo de instrumental disponible (abundante, variado y muy sofisticado), por investigaciones previas y/o por discusiones teóricas, acometían problemas como: «La relación entre temperatura, humedad y profundidad de una muestra de suelo y la presencia en él de lombrices de tierra» o «Cuál es el efecto de la viscosidad y la densidad de un líquido en el movimiento de un objeto que cae a través de él». La medición cuidadosa, el manejo computacional de los datos, la

modelización apoyada en programas computacionales son constituyentes esenciales de la labor estudiantil en este esfuerzo. El caso de Roth es interesante por el rigor y complejidad de su trabajo docente y de su elaboración teórica, aunque no compartimos el énfasis científico extremo que él da a la enseñanza de las ciencias.

Por nuestra parte, aunque todavía con muchas limitaciones, hemos tenido oportunidad de ensayar mini-investigaciones científicas con escolares venezolanos, gracias a la colaboración con educadores interesados. Por ejemplo, los niños de un 6.º grado investigaron las actividades, lenguaje, emociones... de un bebé escogido por ellos en cada caso, a lo largo de diferentes momentos y situaciones de su cotidianidad (Lacueva y Vilorio, 1994). Los escolares llevaron un registro de sus observaciones, incluyendo algunas cuali-cuantitativas, como número de palabras dichas por el bebé o infante, clasificadas según tipología propuesta por los propios niños-investigadores. Las observaciones se organizaron, se complementaron con informaciones documentales y se plasmaron finalmente en un informe. El estudio de los bebés generó variadas preguntas sobre el desarrollo de la mente y las características del sistema nervioso humano y motivó a los niños a comparar a los más pequeños con alumnos de preescolar de su propio plantel, y a averiguar con sus familiares sobre su propio pasado como bebés.

Están surgiendo en la literatura trabajos, diríamos, de nueva generación, que abordan el aprendizaje estudiantil basado en proyectos (*project-based learning*), y que se realizan en contextos escolares y no «de laboratorio» a partir de la colaboración, más o menos dialogística, entre investigadores universitarios y docentes de nivel primario o medio (Brown, 1994; White y Frederiksen, 1998). Estos trabajos buscan superar algunas insuficiencias

o errores de pasados intentos en la investigación educativa: el empiricismo, el supuesto descubrimiento, la artificiosidad contextual y/o el papel de los docentes de aula como simples ejecutores de instrucciones externas. Por otra parte, la participación 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 mucho más minucioso y complejo de lo que usualmente le es posible alcanzar a un educador aislado. Los casos citados se centran en proyectos estrictamente científicos, pero otros investigadores han alentado proyectos más cercanos a los que llamamos «ciudadanos»; los mencionaremos al hablar de estos últimos.

HABILIDADES, NOCIONES Y VALORES EN LOS PROYECTOS CIENTÍFICOS

Entre las principales habilidades que se fomentan con estos proyectos podemos mencionar: planteamiento de problemas, realización de predicciones, formulación de hipótesis, diseño de experiencias para obtener evidencia empírica (experimentos, estudios de campo, encuestas...), inventiva en el montaje y uso de equipos científicos, observación y registro de datos (incluyendo el uso de instrumentos de observación y medición), organización de datos, interpretación de resultados a la luz de teorías, fundamentación de conclusiones, reconstrucción de ideas teóricas con base en experiencias y reflexiones.

Creemos que esta lista se aleja de las tradicionales consideraciones empiricistas sobre el aprendizaje científico en la escuela, centradas en la observación, la inferencia, la manipulación instrumental y, si acaso, el diseño y la realización de experimentos. Hemos tratado de reconocer las

habilidades mentales vinculadas a la teorización y la problematización reflexiva.

Como dijimos, no tiene sentido reducir las actividades de los niños pequeños a la descripción y/o a la clasificación mientras se reserva la experimentación y otros procesos complejos para los últimos grados. Los más pequeños, dentro de sus limitaciones, también pueden llevar a la práctica procesos complejos, y privarlos de ello es empobrecer su experiencia escolar (Metz, 1995). Desde los primeros grados, los niños pueden emprender investigaciones de acuerdo con fines propios, plantear explicaciones tentativas y someterlas a prueba, discriminar factores que intervienen en un fenómeno observado, estructurar ciertos controles en sus miniexperimentos, anticipar resultados, etc.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la mente de un niño de siete años es diferente a la de un niño de catorce. Aunque no conviene hacer distinciones rígidas, ni ubicar en categorías estrechas a los muy diferentes estudiantes de una escuela, sí podemos reconocer que las capacidades de abstracción, planificación, predicción y control experimental no son las mismas en ambos casos. Generar auténticas hipótesis, controlar variables de manera completa y sistemática, fundamentar suficientemente las conclusiones, contando con las evidencias necesarias y sin precipitarse con base sólo en evidencias muy parciales, proponer modelos puramente mentales, pensar de manera probabilística, todas ellas no son habilidades que pueda coronar un niño pequeño (evitando una concepción rígida y totalizante de estadios del desarrollo, aceptamos sobre este tema importantes enseñanzas de la psicología piagetiana y postpiagetiana; véase un buen resumen contemporáneo del campo en Flavell, 1992). Precisamente, sus primeros trabajos científicos escolares le servirán al niño para irse adentrando en el dominio de los mencionados procesos, empezando desde las inferencias

más sencillas, los ensayos con menos riguroso control, las explicaciones no totalmente sistemáticas y el razonamiento más cercano a lo concreto.

Las nociones aprendidas dependerán del tema estudiado. Podemos estimar que al participar de manera auténtica en estos trabajos el avance conceptual será seguramente significativo y perdurable. Los proyectos pueden ser mucho más poderosos y efectivos que las estrategias puntuales de «cambio conceptual» para alentar a las niñas y niños a movilizar sus ideas, clarificarlas, confrontarlas con las de compañeros, docentes, libros, expertos y con la experiencia directa, y de esta manera ir las transformando en nociones cada vez más coherentes, mejor fundamentadas y más acordes con el pensamiento científico de la época.

No es provechosa la desordenada acumulación de pequeñas nociones o datos, de un tema y de otro y de otro. Con los proyectos, se apunta hacia el dominio de teorías y leyes, organizadoras de mucha información de manera orgánica.

En relación con las actitudes y valores científicos, se ha llegado a exageraciones insostenibles: algunos textos didácticos presentan a los científicos y científicas como seres humanos prácticamente perfectos, movidos sólo por intereses altruistas e incapaces de mentir. Lo cierto es que entre las y los investigadores los hay más y menos virtuosos, con mayores o menores flaquezas. Sin embargo, sí podemos aceptar que para que los procesos investigativos y sus resultados sean óptimos hacen falta ciertas actitudes y valores, y que los mismos pueden por lo tanto fomentarse al alentar a los niños y niñas hacia investigaciones científicas bien orientadas. Así, el afán por conocer es una actitud importante en un científico, junto a la convicción de que el mundo puede ser conocido; también lo es la perseverancia, pues la investigación está lejos de ser fácil ni de ofrecer frutos rápidos; la honestidad intelectual,

si bien no siempre presente, resulta clave en el avance de la ciencia; la meticulosidad, el cuidado en el trabajo, son importantes para una labor científica exitosa; la actitud reflexiva, que no acepta las ideas de buenas a primeras sino que razona sobre pruebas y fundamentos, es otro positivo rasgo que puede estimularse en este tipo de proyectos; paralelamente, es posible fomentar la apertura a nuevas informaciones e ideas, aunque reconocemos límites en este sentido, pues los verdaderos científicos tienden a rechazar propuestas que no quepan dentro de sus marcos teóricos.

Otro rasgo que puede estimularse con estos trabajos es la confianza en sí mismo o sí misma como productor de explicaciones, a confrontar con otros y con la experiencia. Y también puede fomentarse la creatividad: la disposición y capacidad para salir de lo ya sabido y aceptado y generar nuevas y mejores propuestas.

Creemos que los proyectos científicos pueden así mismo estimular el respeto, el aprecio y, más aún, el compromiso con las diversas formas de vida en la Tierra y con nuestro planeta como un todo, al ayudar a conocer mejor sus complejas características y sus entrecruzadas relaciones. También, son seguramente capaces de despertar la estima por el esfuerzo de los investigadores, quienes con su dura labor nos permiten saber más del mundo en que vivimos y de nosotros mismos. Adicionalmente, el trabajo en el área permite a los niños valorar la fuerza y la belleza de las grandes teorías científicas. Y les ofrece la oportunidad de experimentar la emoción de descubrir y conocer.

PROYECTOS TECNOLÓGICOS: DISEÑAR, ELABORAR Y EVALUAR

En los proyectos tecnológicos la finalidad es elaborar un producto o diseñar un proceso que funcionen y que sirvan para

resolver alguna necesidad, aplicando para ello conocimientos, experiencias y recursos. En estos proyectos lo fundamental no es, como en el caso de los científicos, describir o explicar, sino producir algo nuevo con el fin de resolver de manera económica y efectiva un requerimiento práctico. Sin embargo, puesto que se trata de investigación tecnológica y no meramente de actividad técnica, resulta importante la reflexión junto a y detrás de la elaboración o la propuesta. Así, en los proyectos tecnológicos debe atenderse a la consideración de las teorías que guían la acción y que pueden resultar modificadas por ella. Sin olvidar que la investigación tecnológica es oportunista y no se mueve con rigor en un marco teórico muy acotado, sino que puede recurrir a aportes que le sean útiles de campos teóricos diversos, así como también a saberes prácticos y a intuiciones, pues lo que le interesa es desarrollar algo que de verdad funcione en la práctica (Eggleston, 1992; Waddington, 1987).

Algunos ejemplos de proyectos tecnológicos escolares serían: diseñar ropa informal para jóvenes, proponer una nueva manera de organizar las áreas y servicios en un automercado cercano o construir «mini-casas» con materiales diversos.

También incluimos en este tipo de proyectos aquellos trabajos que se centran en la *evaluación* de una determinada tecnología o grupo de tecnologías o en la *familiarización y reflexión* sobre una tecnología específica. Hay muchas tecnologías de importancia que merecen ser estudiadas y evaluadas por los estudiantes, a pesar de que, por dificultades técnicas o de tiempo u otras limitaciones, no puedan ser desarrolladas directamente por ellos mismos. Sería el caso de aparatos comunes y de gran incidencia en nuestra vida como la televisión, la computadora, o, incluso, la sencilla poceta o inodoro. Pueden considerarse también sistemas que integran diversos equipos y personal en la realización de series de procesos, como,

por ejemplo, la red de transporte de una localidad, un comedor escolar o una fábrica de calzado. Si bien en estos casos los estudiantes no son estrictamente productores, sí desarrollan actividades cruciales dentro de la producción tecnológica: las de valoración o apreciación de productos y procesos para determinar su calidad, pertinencia, eficacia y viabilidad, entre otros factores relevantes (Aitken y Mills, 1994).

La producción infantil y el estudio de lo hecho por otros y en uso dentro de la sociedad pueden combinarse. Así, es posible que los estudiantes desmonten equipos reales, o estudien sus croquis y a la vez hagan prototipos a escala infantil. Puede darse, así mismo, la visita a industrias donde se vean los aparatos e instalaciones reales en acción.

Es dable que en algunas oportunidades los niños tomen parte en un proceso tecnológico «real». Tonucci (1990) cita una experiencia en una ciudad italiana, donde los niños de diferentes escuelas visitaban panaderías bien temprano en la mañana: allí se les daba la oportunidad de amasar un panecillo, el cual luego introducían en el horno, llegando por último el producto terminado a manos de cada elaborador para su «puesta a prueba» final. Harlen (1987) cita la visita de un grupo de escolares en Gales, Gran Bretaña, a una fábrica artesanal, donde pudieron hacer muñecos de trapo. Estas experiencias, cuando sean posibles, resultan muy valiosas pues implican participación en la auténtica actividad social, más allá del mundo «de imitación» que involucra el quehacer tecnológico en la escuela. El trabajo en el ambiente de fábrica o taller da pie para otros aprendizajes, además de los estrictamente implicados en la elaboración del producto: pueden apreciarse allí las edificaciones, las maquinarias y equipos, los trabajadores y sus actividades y comportamientos, el trato entre el personal, la división y jerarquías en el trabajo,

las condiciones ambientales, entre otros relevantes aspectos del complejo mundo laboral.

En ocasiones, la producción o la valoración tecnológicas pueden orientarse no al presente sino al pasado, estudiando o reproduciendo *tecnologías aplicadas por los humanos en otras épocas*, o vigentes hoy sólo en pequeña escala. Así, la producción de fuego por frotación de dos palos, la elaboración de velas de sebo o el estudio de la máquina de vapor. Estos proyectos enriquecen el conocimiento histórico de los niños y les pueden ayudar a comprender mejor tecnologías actuales. Es posible combinarlos con investigaciones sobre el contexto de utilización de las tecnologías involucradas, la vida y la obra de tecnólogos importantes, y el impacto social que tales creaciones tecnológicas tuvieron. La visita a una antigua instalación fabril convertida en museo, a un viejo molino o trapiche, o a una recreación de una aldea o una granja del pasado, puede ser parte central en un proyecto de esta naturaleza.

Otra línea interesante es la producción de objetos que hagan falta en la escuela: instrumentos científicos rústicos, estanterías, archivadores, materos... Y también la producción de juguetes o de objetos divertidos, de distracción. Las necesidades de mejorar el ambiente del aula, de adornar la escuela para una festividad, de regalarle algo en Navidad a un amigo, de hacer títeres para las dramatizaciones, etc. son las que motivan el trabajo de producción en estos casos.

VINCULACIONES DE LA INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA CON LA CIENTÍFICA Y CON LA CIUDADANA

La investigación tecnológica puede resultar atractiva a muchos niños, por los retos que implica y por las destrezas que permite poner en juego. A la vez, tiende puentes tanto hacia el campo estrictamente científ-

fico como hacia el de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad. En el caso de lo científico, porque detrás del diseño, la evaluación y el desarrollo de los productos y procesos tecnológicos hay implicados saberes de las diversas ciencias, y es inevitable que los niños lleguen de una u otra manera a ellos si su hacer tecnológico es reflexivo y no simplemente instrumental.

Los conocimientos científicos se reelaboran dentro del contexto tecnológico, en el sentido de que entran en relación con otros saberes propiamente tecnológicos, y con saberes de otras ciencias, formando parte así de nuevas redes de conceptos (Acevedo Díaz, 1996; Layton, 1993). También los énfasis son diferentes. Una ventaja es que el enfoque es aquí más práctico, menos abstracto, por lo que facilita en muchos casos la comprensión de las nociones.

Por otra parte, hemos de considerar que en el mundo adulto profesional, como también puede suceder en el infantil, la relación ciencia-tecnología se da así mismo en sentido inverso. En efecto, la ciencia se ve influenciada por logros tecnológicos que le permiten abordar nuevas áreas o alcanzar mayor complejidad en sus elaboraciones. Pensemos, por ejemplo, en el papel de los instrumentos y aparatos: desde la balanza al microscopio, desde los satélites a los sumergibles. Así mismo, las necesidades tecnológicas pueden plantearle nuevos problemas a la ciencia, como en el campo de la predicción del tiempo o en el de la prevención de enfermedades transmisibles. El requerido control preciso de movimientos finos en los robots industriales ha impulsado nuevos desarrollos matemáticos y científicos. Los propios conocimientos y métodos tecnológicos pueden enriquecer a las disciplinas científicas.

Se señala que la ciencia actual está cada vez más vinculada con la tecnología, lo que incluso se manifiesta en la creciente constitución de equipos de investigación mixtos. Adicionalmente, las computadoras

u ordenadores y su integración en diversos instrumentos científicos abren dimensiones totalmente nuevas a la investigación. Algunos remarcan que la ciencia de hoy se está transformando en «tecnociencia» (Hurd, 1994).

En el caso de los proyectos infantiles, puede suceder que, a partir de un requerimiento tecnológico o gracias al dominio de una tecnología antes desconocida para ellos, los niños y niñas se planteen nuevas interrogantes de naturaleza científica.

En el área de lo científico-social, o de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad, muchos proyectos tecnológicos pueden extenderse con facilidad hacia nuevas investigaciones o, al menos, nuevas lecturas y discusiones sobre el impacto económico, ambiental y cultural que tiene sobre la sociedad y sobre los propios trabajadores la tecnología considerada. Así puede ocurrir, por ejemplo, al abordar el estudio de los motores de combustión, el de la potabilización del agua o el del uso de los suelos en la agricultura. Vinculaciones con la historia, la geografía o, incluso, el arte pueden también surgir al calor de estas consideraciones.

La investigación tecnológica en sí misma plantea exigencias en áreas muy diversas: económica, funcional, estética, cultural, ética... Estas exigencias pueden entrar en conflicto, y el arribo a la mejor solución posible es un esfuerzo muy valioso que los estudiantes deben hacer (Stewart, 1996).

ALGUNOS CASOS DE PROYECTOS TECNOLÓGICOS ESCOLARES

Un ejemplo interesante lo reporta Kane (1992), quien desarrolló una unidad sobre el sonido con niños de 6 y 7 años, durante 9 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 centra-

ron 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 ello, 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 niveles de precisión y sistematicidad nuevos, según informa la docente. Se realizaron también visitas a un taller universitario de lutería 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 otros (1987) condujeron un trabajo con estudiantes de 8.º grado, el cual desde la asignatura taller de comercio se extendió cubriendo temas de otras áreas. Los estudiantes formaron mini-empresas 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.

HABILIDADES, NOCIONES Y VALORES EN LOS PROYECTOS TECNOLÓGICOS

Los proyectos tecnológicos son un beneficioso enriquecimiento en la actividad escolar porque exigen y desarrollan habilidades y conocimientos poco explotados en investigaciones estrictamente científicas o en aquéllas de corte ciudadano. Así, estimulan la inventiva en el diseño y construcción de objetos, aumentan el dominio práctico sobre materiales y herramientas diversos, obligan a desarrollar categorías específicas para la evaluación de sus resultados, permiten la aplicación y la prueba-por-la-práctica de nociones científicas. También, desarrollan saberes específicos sobre el comportamiento y la utilidad de diversos materiales, las características y la eficiencia de diferentes procesos, y las potencialidades de diversas herramientas.

En el hacer constructivo, los niños se comunican de manera distinta a la oral o escrita. Ello da pie a la manifestación de competencias de aquéllos más tímidos o todavía poco diestros en la lecto-escritura: sus éxitos con «el lenguaje de las cosas» les pueden ayudar a mejorar sus debilidades en otras formas de expresión.

Estos proyectos pueden estimular las actitudes favorables hacia el ingenio tecnológico humano bien canalizado, que no destruye el ambiente ni daña a las personas. Pueden despertar vocaciones en el área. Y pueden ayudar a afinar valores acerca del mundo de la innovación y desarrollo de productos y procesos diversos (Aitken y Mills, 1994). Así mismo, ayudan a estar alerta ante los valores embebidos en distintas tecnologías presentes en nuestro medio, sea en sí mismas o en el modo como se utilizan.

El éxito en la indagación tecnológica exige rigor y organización. También disposición a la acción e ingeniosidad. Esta última es, podríamos decir, la variante «práctica» de la creatividad, y lleva a solucionar

problemas con los recursos disponibles, superando diversas limitaciones existentes.

PROYECTOS CIUDADANOS: CLARIFICAR, DECIDIR Y ACTUAR

Los proyectos científicos y tecnológicos son importantes porque permiten a los niños y niñas vivir estas disciplinas «desde adentro» y desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes útiles y ricos. Adicionalmente, permiten alentar vocaciones en ambas áreas. Sin embargo, con mucho, los proyectos de mayor trascendencia en la escuela son los que hemos llamado proyectos ciudadanos. Porque en este caso las investigaciones se realizan desde el punto de vista no del científico ni del tecnólogo sino del ciudadano culto y crítico, y eso es lo que debe preocuparnos más acerca de todos nuestros alumnos y alumnas: que alcancen a ser personas cultas y críticas, construyendo estas características desde su niñez (Hurd, 1982; Fensham, 1987; Aikenhead, 1996).

La investigación ciudadana en la escuela implica caracterizar problemas sociales o socio-personales, proponer soluciones a los mismos y, de ser posible, ponerlas en práctica. Algunos temas que se pueden abordar con proyectos de este tipo: el uso de la energía en nuestro hogar y comunidad, condiciones y posibilidades de los parques de nuestra ciudad, la violencia en la escuela, de qué nos enfermamos más y por qué...

Desde el punto de vista metodológico, creemos que estos proyectos caen básicamente dentro de la esfera de la investigación-acción. Cada vez más, en diversas partes del mundo, la investigación-acción se está utilizando para capacitar a las personas en el abordaje de las situaciones que viven como trabajadores, vecinos, usuarios... y, más ampliamente, como ciudadanos. Qué mejor que empezar a preparar a los niños y niñas desde la escuela para

que sepan utilizarla: es la metodología propia de la práctica reflexiva, y en sus niveles más ambiciosos implica también eventualmente un aporte teórico a algún campo: educación, defensa del ambiente, estudios de género, derechos de los pacientes crónicos, entre otros casos.

Los estudiantes que en el futuro terminen siendo científicos o tecnólogos también se benefician al tener oportunidad de realizar investigaciones ciudadanas en la escuela. Pues aprenden así a apreciar críticamente las relaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y a pensar y actuar sobre problemas más allá de las paredes del laboratorio o del taller. Ello les ayudará posteriormente a ubicarse mejor en su contexto socio-histórico, a ser más conscientes y posiblemente más responsables y socialmente pertinentes como profesionales.

Sin la investigación ciudadana, la clase de ciencias pierde mucho de su alma. Corre el riesgo de encerrarse en un acotado campo de conceptos y procesos científicos donde no hay lugar para las inquietudes y las necesidades de la mayoría de los estudiantes y donde se deja de preparar a los niños en áreas clave para sus vidas.

¿CUÁLES SON LOS PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN CIUDADANA?

No pensamos que la investigación ciudadana exija siempre abordar macro-problemas. Las situaciones pueden ir desde las muy locales hasta las de incidencia nacional o incluso planetaria: todo dependerá del momento y de la edad y capacitación de los alumnos. Tampoco se trata de que los niños pequeños estudien sólo problemas locales y los mayores sólo problemas nacionales. Un adecuado equilibrio deberá estar presente siempre (con la edad, los niños podrán abordar de manera más profunda y completa los problemas locales), aunque estimamos que los más pequeños

centrarán sus proyectos casi siempre en situaciones cercanas a ellos. Por otra parte, no podemos olvidar que a menudo partiendo de una situación local podemos llegar a involucrarnos en una problemática nacional o mundial más amplia, sobre todo con la globalización de la vida humana en todos sus órdenes, cada vez más acentuada.

Por ejemplo, estudiando el servicio de agua en nuestra comunidad podemos llegar a enfrentarnos a los problemas de uso del agua en el país o en un ámbito regional más amplio; investigando de dónde vienen algunos alimentos que consumimos podemos acercarnos a las realidades del comercio alimentario mundial.

Cuando usamos la palabra «problema», no nos referimos sólo a situaciones patentemente negativas que requieren ser resueltas con mayor o menor urgencia: la contaminación atmosférica, la mala disposición de las basuras o la falta de cloacas en una comunidad. Estudiarlas y afrontarlas es importante. Pero también incluimos circunstancias y eventos que los niños no conocen cabalmente y que quieren estudiar mejor. Generalmente, toda situación social es susceptible de mejora, mas en estos casos no se trata de realidades necesariamente negativas. Por ejemplo: cómo hacer el Rincón de Ciencias del salón, qué posibilidades de recreación infantil o juvenil ofrece nuestra población o comunidad, cuáles son las características de la cantina o cafetería escolar, o cuál es nuestra vinculación con el río cercano. Estimamos poco recomendable afincarse sólo en situaciones negativas, en especial aquellas de la comunidad donde viven los niños, pues esta reiteración puede cubrir a los proyectos ciudadanos de un manto de pesimismo y tristeza. También, conviene que predominen los proyectos donde los estudiantes puedan realizar alguna acción.

Hay que evitar que la problematización sea del educador o de la educadora y no de los niños. Precisamente, uno de los

beneficios de los proyectos ciudadanos es que enseñan a los estudiantes a problematizar mejor las situaciones sociales y personales. Imponer o, de manera más sutil, conducir canalizadamente a los niños al problema que al docente le preocupa o le parece importante les privaría de la capacitación en este importante proceso. No hay que olvidar que, frecuentemente, a medida que se avanza en el proyecto la definición del problema cambia, porque al ir aclarando más la situación se comprenden mejor los límites y hasta la naturaleza misma del problema que se está realmente afrontando.

Otro aspecto importante es que los temas sociales presentan con frecuencia un carácter controversial: no todo el mundo piensa lo mismo sobre ellos. Sería contraproducente censurar determinados puntos de vista por no ser del agrado de la profesora o el profesor. Tampoco puede imponerse la perspectiva profesoral a los niños y niñas, sino que conviene estimularlos para que consideren opiniones diversas y las sopesen con cuidado antes de llegar a conclusiones. Sí es posible, cuando el docente lo considere apropiado, que él o ella manifieste con claridad su posición ante el problema, pues no tiene por qué mantenerse fingidamente neutral. Pero debe abrir el espacio para que los alumnos puedan atender a otras posiciones y sostener sus propias opiniones, siempre dentro de un contexto de respeto a los derechos humanos y a la integridad de nuestro planeta, tal cual se establece en convenciones internacionales mayoritariamente apoyadas.

INVESTIGAR Y ACTUAR

En ocasiones, la investigación alcanzará sólo a la iluminación de un aspecto social que permanecía oculto o mal entendido y a la elaboración de sugerencias generales de mejoramiento. En otras ocasiones, se

puede llegar más lejos. Quizás, por ejemplo, se presente un reclamo, que se difunda en la escuela o que, según el caso, se lleve a algún medio de comunicación social. A veces, la protesta puede extenderse a proposiciones concretas de solución de un problema. En otras oportunidades, se puede avanzar un paso más y llegar a desarrollar efectivamente alguna acción de cambio: bien sea en el hogar, en la escuela o en la comunidad. Esta acción puede abarcar desde la divulgación de la problemática en la comunidad hasta la implementación de mejoras, pasando por la presión sobre instancias gubernamentales o comunales para que actúen de cierto modo. Puede ser muy formativo que los estudiantes se incorporen a alguna acción comunal ya en marcha, y vivan la experiencia de participar junto a otros en un esfuerzo de mejoramiento más grande y complejo.

Estamos acostumbrados a que en la escuela se aprende la respuesta correcta, que se repite luego en los exámenes. Pero en la investigación ciudadana no hay una respuesta «correcta», la incertidumbre y la ambigüedad son parte integral de estos proyectos y los estudiantes deben aprender a trabajar en esas condiciones. Lo que se busca es acercarse a la mejor respuesta posible, dadas las circunstancias (Schwab, 1983). Adicionalmente, a diferencia de los problemas de los libros de texto, los problemas socio-tecnológicos no siempre pueden resolverse en el momento. En ocasiones, la resolución habrá de quedar pendiente para otros momentos o para otros actores. Ésa es una realidad que los estudiantes tienen que aprender a afrontar. Su logro habrá sido el de estar más claros sobre situaciones importantes y complejas y más preparados para enfrentarlas de nuevo posteriormente. Aunque, desde luego, el educador velará porque los niños no traten de abordar recurrentemente problemáticas demasiado duras y resistentes a cualquier posible acción de su parte. Debe

buscarse un punto medio entre abordar problemas banales de fácil resolución y pretender la imposible solución de problemáticas sociales complejas gracias a un proyecto escolar. Muchas investigaciones útiles y educativas pueden centrarse en el mundo más cercano a los niños y a su proceder diario: su comportamiento y vivencias como consumidores, como usuarios de diversos servicios públicos, como visitantes de parques, playas y otros centros recreativos, como miembros de un hogar, una escuela y una comunidad.

La proyección hacia el futuro puede ser parte importante de algunos proyectos ciudadanos. Las niñas y niños de hoy no pueden limitarse a estudiar el presente, ni a conocer el pasado. Necesitan también mirar hacia el futuro y considerar escenarios posibles, probables, plausibles y preferidos que se plantean según diversos cauces de acción (Selby, 1996).

CUANDO EL CIUDADANO ANALIZA A LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

La investigación ciudadana aprovecha saberes científicos y tecnológicos para entender de manera más profunda los problemas «de la vida real» que considera. Pero también las propias actividades científicas y tecnológicas pueden caer bajo su escrutinio (Rico, 1990; Fensham, 1987).

El ciudadano crítico tiene que ganar una comprensión más acertada y profunda de la naturaleza de la investigación científica y tecnológica profesional, de su impacto, de sus logros y también de sus errores y omisiones. No puede simplemente deslumbrarse ante ella, mitificándola. Ni tampoco puede darse el lujo de ignorarla. Debe, por el contrario, sopesarla, valorar sus aspectos positivos y enfrentarse a los perjudiciales.

Desde la escuela, esta capacitación puede irse logrando tanto por la propia «imitación» de estos trabajos, que ya he-

mos propuesto, como por estudios que desde el punto de vista del ciudadano se enfoquen sobre alguna tecnología o sobre alguna práctica científica determinadas, tanto actual como, a veces, del pasado.

No podemos simplemente aceptar sin más cualquier producto tecnológico o cualquier resultado de la indagación científica profesional cual verdades acabadas, últimas e intocables. La ciencia y la tecnología de cada época son trabajos realizados por seres humanos dentro de contextos institucionales y sociales determinados. Como tales, sufren de las influencias del poder político, de los intereses económicos, de las presiones culturales, y también de las pasiones, prejuicios y debilidades de los investigadores. A su vez, la ciencia y la tecnología influyen sobre la sociedad y pueden motorizar cambios políticos, económicos y culturales más amplios, positivos o negativos.

ALGUNOS EJEMPLOS DE PROYECTOS CIUDADANOS ESCOLARES

Plonczak, Zambrano y Salcedo (1989) trabajaron con estudiantes venezolanos de 7.º grado en el proyecto «Serviguía del barrio». El propósito era 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. 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, la cual, después de revisiones, transcribieron usando las computadoras del colegio. El folleto resultante fue reproducido y distribuido.

En la Universidad de Michigan, en Estados Unidos, 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 (Marx, Blumenfeld, Krajcik y Soloway, 1997). A diferencia de otras iniciativas similares de equipos universitarios, encerradas en un enfoque de ciencia pura, es de destacar en este caso el centramiento 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, que vienen a ser así trabajos de «ciencia aplicada», algunas veces la dinámica parece acercarlos a lo que hemos llamado investigación ciudadana. La pregunta inicial del proyecto es propuesta por los educadores, pero los alumnos la van perfilando luego en sub-preguntas 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, le dan mucha importancia a los productos elaborados por los estudiantes durante el proyecto, resultados tangibles del trabajo que ellos llaman *artefactos*. 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 este modo, los alumnos reco-

gen datos, como sobre la calidad del agua del arroyo, con instrumentos portátiles vinculados a computadoras. Analizan los datos recogidos gracias a programas computacionales *ad hoc*, que les permiten visualizar relaciones con facilidad; 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 resultados de sus proyectos.

En un suburbio de Chicago, según informa Doane (1993), ella y un colega decidieron trabajar con sus estudiantes de 6.º y 7.º 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». Temas propuestos por los estudiantes, como el control de armas, los sin techo, la violencia policial o el hambre en el mundo, han sido abordados dentro de esta unidad, en un enfoque investigador colaborativo que puede incluir consultas en la biblioteca pública, demanda de información por correo a instituciones diversas, entrevistas con autoridades, realización de encuestas, grabaciones en video de ciertos ambientes, mini-lecciones de apoyo de los docentes... Y que 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.

HABILIDADES, NOCIONES Y VALORES EN LOS PROYECTOS CIUDADANOS

Gracias a este tipo de indagación las niñas y niños adquieren conocimientos poderosos y multifacéticos sobre la sociedad en la cual viven. Los saberes trascienden los conceptos científicos de por sí, pues

tales conceptos se aprenden o se afianzan relacionándolos con nociones sobre política, economía, derecho, ética... en entramados complejos y en ocasiones algo difusos, pero fuertemente pertinentes y trascendentes.

La investigación ciudadana ayuda a cada estudiante en el conocimiento de sí misma o de sí mismo: pues lo enfrenta a reflexiones, a decisiones, a tomas de posición que le hacen pensar y pueden facilitar la introspección.

En el campo de las habilidades, los niños y niñas pueden aumentar su dominio de algunas tan valiosas como detectar problemas sociales y socio-personales importantes; buscar y procesar información de utilidad; tomar decisiones; organizarse y trabajar con efectividad en equipos democráticos; negociar; y emprender acciones de cambio de manera racional, pertinente y prudente, buscando aliados, minimizando enemigos y priorizando esfuerzos. Son habilidades sociales, socio-cognitivas y políticas de importancia para el ciudadano consciente, que actúa lo más sabiamente posible y que quiere vivir una vida significativa. Puede apreciarse que, en contraste con un razonamiento científico tradicional, abstracto, especializado, analítico y más bien lineal, se estimula aquí un razonamiento contextualizado, integrador, y más holístico y dialéctico.

Con frecuencia se ha dicho que los procesos de la investigación científica son útiles en la resolución de todo tipo de problemas, incluidos los de la vida personal y social fuera del laboratorio. Sin embargo, esto no es así. Los problemas del ciudadano crítico no son los mismos que los problemas del científico, ni sus procedimientos de resolución son iguales (Hurd, 1970, 1971, 1982; Howe, 1996). Si queremos que los estudiantes vayan aprendiendo a usar los conocimientos científicos y tecnológicos para comprender mejor su sociedad y para actuar en ella con justicia y prudencia, debemos darles en la es-

cuela la oportunidad de hacerlo así: no podemos limitarlos sólo al ámbito de la indagación científica, sino que debemos incorporarlos también a estas investigaciones de otra naturaleza y de otros procedimientos.

No resulta fructífero pretender que las personas se desenvuelvan en la vida diaria con la racionalidad del científico, dado que ella no es pertinente para los problemas y las situaciones de la cotidianidad, sean éstas de micro o de macronivel. En el mundo de cada día, es valioso buscar el conocimiento útil y no sólo ni principalmente el verdadero, y es también indispensable contextualizar en vez de abstraer (o, mejor, contextualizar y también abstraer, en vaivén). También, la parsimonia puede perjudicar, pues a menudo se requieren soluciones rápidas a problemas acuciantes, aunque resulten menos aseguradas contra errores y más bastas; similarmente, los registros precisos y las mediciones cuidadosas pueden implicar costos demasiado onerosos, siendo ventajosamente sustituidos por aproximaciones cualitativas. Por otra parte, el esfuerzo interdisciplinario y, más allá, transdisciplinario, resulta fundamental: no pueden abordarse las situaciones sociales y sociopersonales en la pureza de las teorías científicas; habrán de aplicarse teorías más difusas y mestizas, que se alimenten de diversas disciplinas y las trasciendan. Procedimientos menos destacados en el ámbito científico cobran importancia en el mundo lego: la negociación política, la toma de decisiones prácticas, la acción social prudente, la previsión de consecuencias secundarias de la acción en ámbitos diversos y la detección de posibles obstáculos al cambio. Lo importante es que esta racionalidad lega, en sus propios términos, sea cada vez más sistemática, crítica, pertinente e innovadora.

Los proyectos ciudadanos, más que ningún otro tipo de proyectos, ayudan a explicitar y clarificar valores, a tratar de

darles coherencia y a ir construyendo así un sistema de valores propio, orgánico y fundamentado. Estas indagaciones alienan la disposición a analizar la realidad, a no quedarse con la primera respuesta más superficial, con la respuesta tradicional, con lo ya sabido sobre la vida y sus circunstancias. También buscan incitar el interés por el aprendizaje autónomo. Por otra parte, fomentan la responsabilidad hacia sí mismo y hacia los demás. Estimulan el sentido de justicia, así como la actitud participativa en el mejoramiento personal y social (Hausmann, 1992).

La involucración en estos proyectos facilita el reconocimiento de que nuestra perspectiva no es estática sino que puede cambiar: puede desarrollarse de manera más completa y armónica si trabajamos hacia ello, reexaminando nuestras ideas y creencias, confrontándolas con las de otros y alimentándonos con nuevas experiencias, lecturas y reflexiones. Se incentiva también la disposición a fundamentar planteamientos propios y a buscar la fundamentación de los ajenos.

Por otra parte, gracias a estos proyectos los estudiantes pueden ganar conciencia de que formamos parte de un planeta cuyos diversos elementos y seres están unidos por multitud de redes de interacción. Por lo tanto, las elecciones que hagamos y las acciones que realicemos, individuales y/o colectivas, repercuten en el presente y en futuro de todo el globo y, por supuesto, de nosotros mismos. No escoger y no actuar ya son de por sí opciones y pueden tener también implicaciones.

ABRIENDO PERSPECTIVAS HACIA OTRA ESCUELA

La tipología que presentamos tiene carácter indicativo y no debe asumirse estrictamente. Muchos proyectos concretos no serán puros, y compartirán rasgos de dos o más de los tipos aquí señalados. O bien,

varios niños y niñas podrán trabajar juntos en un proyecto integrado, que implique para cada uno asumir un rol distinto (algunos alumnos podrán ser «científicos» y otros «tecnólogos», por ejemplo, trabajando de consuno hacia algún fin). Sin embargo, tomada sin rigidez, la clasificación nos parece útil para evidenciar y precisar posibilidades didácticas, pues ayuda a pensar con mayor apertura en la diversificada naturaleza de las investigaciones que son posibles y necesarias en la escuela.

No pensamos que la clase donde los niños investigan requiere condiciones excepcionales del educador, una dotación muy costosa o circunstancias fuera de lo normalmente posible en muchos países. Pero tampoco puede prosperar en una escuela misérrima, de docentes mal pagados y abandonados a su suerte, de texto y pizarra como únicos recursos y donde impera una cultura institucional reforzadora de la rutina más desecante.

La formación de ciudadanos y ciudadanas cultos, críticos y participativos necesita de profesoras y profesores bien preparados y adecuadamente remunerados, con estudios a nivel superior, capacidad de auto-aprendizaje, fuentes de información al alcance, intercambios con otros educadores y un cierto número de horas semanales dedicadas a la preparación de su actividad docente. Necesita también de una escuela con una dotación básica en cuanto a libros, videos, instrumentos y equipos. Y, de manera más profunda, la investigación infantil, como parte de la formación más completa y significativa de los estudiantes, se va haciendo cada vez más preponderante y de mejor calidad conforme la institución escolar rompe las cadenas del viejo paradigma de enseñanza paso-a-paso, programación extrínseca y taylorismo didáctico y se organiza según otros principios, otros fundamentos y otras metodologías: la escuela como casa de la cultura, donde los niños y niñas pueden vivir experiencias importantes y ricas, pueden

organizar su propio trabajo gracias a ciertos «andamios» y otros apoyos disponibles y pueden interaccionar con personas y con recursos que les ayudan a desarrollar conocimientos, comportamientos, intereses, actitudes y valores orgánicos, fundamentados y queridos.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO DÍAZ, J. A.: «La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema», en *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 1 (1996), pp. 35-44.
- AIKENHEAD, G. S.: *Towards a First Nations Cross-Cultural Science and Technology Curriculum for Economic Development, Environmental Responsibility and Cultural Survival*. Ponencia presentada en el Octavo Simposio de la International Organization of Science and Technology Education (IOSTE). Edmonton, Alberta, Canadá, material policopiado, agosto, 1996.
- AITKEN, J.; MILLS, G.: *Tecnología creativa*. Madrid, MEC/Morata, 1994 (*Creative technology*. Londres/Glasgow, Collins Educational, 1990).
- AUSUBEL, D. P.: «Some psychological and educational limitations of learning by discovery», en *The Arithmetic Teacher*, may (1964), pp. 290-302.
- BLUMENFELD, P. C.; SOLOWAY, E.; MARX, R. W.; KRAJCIK, J. S.; GUZDIAL, M.; PALINCSAR, A.: «Motivating project-based learning: sustaining the doing, supporting the learning», en *Educational Psychologist*, 26, 3 y 4 (1991), pp. 369-398.
- BOLÍVAR, R. E.; CALZACORTA, R.; SALCEDO, A.; ZAMBRANO, A.: *Trabajo productivo escolar y organización de los alumnos*. Ponencia al Primer Congreso Pedagógico, Colegio «Presidente Kennedy», Fe y Alegría. Petare, Edo. Miranda, Venezuela, material policopiado, julio, 1987.
- BROWN, A. L.: «The advancement of learning», en *Educational Researcher*, noviembre (1994), pp. 4-12.
- CHALMERS, A.: *La ciencia y cómo se elabora*. Madrid, Siglo XXI, 1992 (*Science and its fabrication*. Open University Press/Milton Keynes, 1990).
- *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* 22.ª ed. Madrid, Siglo XXI, 1998. (*What is this thing called science?* 2nd ed. University of Queensland Press, 1984).
- CLAXTON, G.: *Educuar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Col. Aprendizaje. Madrid, Visor, 1994 (*Educating the Inquiring Mind*, 1991).
- DOANE, C.: «Global Issues in 6th Grade? Yes!», en *Educational Leadership*, 50, 7 (1993), pp. 19-21.
- DUCKWORTH, E.: *Cómo tener ideas maravillosas y otros ensayos sobre cómo enseñar y aprender*. Madrid, Visor/MEC, 1988 (*The having of wonderful ideas and other essays on teaching and learning*. Nueva York, Teachers College, Columbia University, 1987).
- EGGLESTON, J.: *Teaching Design and Technology*. Serie Developing Science and Technology Education. Buckingham/Philadelphia, Open University Press, 1992.
- FENSHAM, P. J.: «Changing to a Science, Society and Technology Approach», en J. L. LEWIS, y P. J. KELLY: *Science and Technology Education and Future Human Needs*. Colección del mismo nombre, vol. 1. Oxford, Pergamon Press, 1987, pp. 67-80.
- FERNÁNDEZ BERROCAL, P.; MELERO ZABAL, M. A., (comps.): *La interacción social en contextos educativos*. Madrid, Siglo XXI, 1995.
- FLAVELL, J. H.: «Cognitive Development: Past, Present and Future», en *Developmental Psychology*, 28, 6 (1992), pp. 998-1005.
- FOUREZ, G. y otros: *Alphabétisation scientifique et technique*. Bruselas, De Boeck, 1994.
- FREINET, C.: *Técnicas Freinet de la escuela moderna*. 6.ª ed. México, D.F., Siglo XXI, 1975 (*Les techniques Freinet de l'école moderne*. 4.ª ed. Paris, Armand Colin, 1966).
- *Parábolas para una pedagogía popular*. Ediciones de Bolsillo. 4.ª ed. Barcelona, Laia, 1977a (*Les dits de Mathieu*. Delachaux et Niestlé. Neuchâtel, 1967).

- *Por una escuela del pueblo*. Col. Cuadernos de Educación, núm. 49-50. Caracas, Laboratorio Educativo, 1977b (*Pour l'école du peuple*. Paris, Maspero, 1971).
- *La educación moral y cívica*. Col. Biblioteca de la Escuela Moderna, núm. 4. 3.^a ed. Barcelona, Laia, 1979a (*L'éducation morale et civique*. Cannes, Éditions de l'École Moderne, 1960).
- *Las invariantes pedagógicas*. Col. Biblioteca de la Escuela Moderna, núm. 2. 6.^a ed. Barcelona, Laia, 1979b (*Les invariantes pédagogiques*. Cannes, Éditions de l'École Moderne, 1964).
- FREIRE, P.: *Educación como práctica de la libertad*. Bogotá, Ed. América Latina (s.f.).
- *Pedagogía del oprimido*. 10.^a ed. Buenos Aires, Siglo XXI, 1973.
- *Pedagogía de la esperanza*. México, D.F., Siglo XXI, 1993.
- GIL PÉREZ, D.: «Enseñanza de las Ciencias», en D. GIL PÉREZ, y M. de GUZMÁN: *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e innovaciones*. Serie Educación, Ciencia, Tecnología. Madrid, OEI/Ed. Popular, 1993, pp. 15-92.
- «Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico», en *Investigación en la Escuela*, 23 (1994), pp. 17-32.
- GIORDAN, A.: *La enseñanza de las ciencias*. 2.^a ed. Madrid, Siglo XXI, 1985 (*Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris, Éditions du Centurion, 1978).
- GIORDAN, A. y SOUCHON, CH.: *La educación ambiental: guía práctica*. Serie Fundamentos, núm. 5. Col. Investigación y Enseñanza. Sevilla, Diada, 1995.
- HARLEN, W.: «Industry and technology in the primary school: some general principles», en D. J. WADDINGTON (ed.): *Education, Industry and Technology*. Col. Science and Technology Education and Future Human Needs, vol. 3. Oxford, Pergamon Press, 1987, pp. 5-14.
- *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. 2.^a ed. actualizada. Madrid, MEC/Morata, 1998 (*Teaching and learning primary science*. 2nd ed. Paul Chapman Publishing Ltd., 1993. 1st ed., 1985).
- HAUSMANN, H.: *El niño: futuro ciudadano*. Caracas, Monte Ávila, 1992.
- HEIN, G. E.: «Children's science is another culture». Material policopiado. School of Education, Stanford, Cal., EEUU, Stanford University, 1968. Reproducido de *Technology Review*, December (1968).
- HOWE, A. C.: «Development of Science Concepts within a Vygotskian Framework», en *Science Education*, 80, 1 (1996), pp. 35-51.
- HURD, P. DeH.: «Scientific enlightenment for an age of science», en *The Science Teacher*, 37, 1 (1970), pp. 13-15.
- *Projections for the future in science teaching: the challenge of the 1970's*. Material policopiado. Stanford, Cal., EEUU, Stanford University, 1971.
- «Biology for life and living: perspectives for the 1980s», en F. M. HICKMAN y J. B. KAHLE (eds.): *New Directions in Biology Teaching*. Reston, Virginia, National Association of Biology Teachers, 1982, pp. 1-9.
- «New minds for a new age: prologue to modernizing the science curriculum», en *Science Education*, 78, 1 (1994), pp. 103-116.
- KANE, T.: «Making musical instruments at Key Stage 1 at Uplands County Primary School», en J. EGGLESTON: *Teaching Design and Technology*. Serie Developing Science and Technology Education. Buckingham/Philadelphia, Open University Press, 1992, pp. 82-90.
- KELLY, G. J.: «Research traditions in comparative context: a philosophical challenge to radical constructivism», en *Science Education*, 81, 3 (1997), pp. 355-375.
- KUHN, D.: «Constraints or Guideposts? Developmental Psychology and Science Education», en *Review of Educational Research*, 67, 1 (1997), pp. 141-150.
- KUHN, T.: *The structure of scientific revolutions*. Chicago, University of Chicago Press, 1970. (Hay trad. cast.: *La estructura de las revoluciones científicas*. México, D.F., Fondo de Cultura Económica, 1981).

- LACUEVA, A.: *Por una didáctica a favor del niño*. Col. Cuadernos de Educación, núm. 145. Caracas, Laboratorio Educativo, 1993 (2.ª edición, 1997).
- *Las Ciencias Naturales en la Escuela Básica*. Col. Procesos Educativos, núm. 10. Caracas, Fe y Alegría, 1996.
- «Retos y propuestas para una didáctica contextualizada y crítica», en *Educación y Pedagogía*, IX, 18 (1997), pp. 39-82.
- LACUEVA, A.; VILORIA, A.: «Investigando en la escuela: Un día con un bebé», en *El Acontista*, II, 7 (1994), pp. 8-12.
- LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A.: *La crítica y el desarrollo del conocimiento*. Barcelona, Grijalbo, 1975 (*Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge, Cambridge U. Press, 1970).
- LAYTON, D.: *Technology's challenge to science education*. Serie Developing Science and Technology Education. Buckingham/Philadelphia, Open University Press, 1993.
- LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N.; VIGOTSKY, L. S. y otros: *Psicología y Pedagogía*. Madrid, Akal, 1973.
- MARX, R. W.; BLUMENFELD, P. C.; KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, E.: «Enacting Project-Based Science», en *The Elementary School Journal*, 97, 4 (1997), pp. 341-358.
- METZ, K. E.: «Reassessment of developmental constraints on children's science instruction», en *Review of Educational Research*, 65, 2 (1995), pp. 93-127.
- NEWMAN, D.; GRIFFIN, P.; COLE, M.: *The construction zone: Working for cognitive change in school*. Cambridge, Cambridge University Press, 1989.
- PINTRICH, P. R.; MARX, R. W.; BOYLE, R. A.: «Beyond cold conceptual change. The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change», en *Review of Educational Research*, 63 (1993), pp. 167-200.
- PLONCZAK, I.; ZAMBRANO, A.; SALCEDO, A.: *Condiciones básicas para el desarrollo de una actividad generadora en Séptimo Grado*. Material policopiado. Ponencia al III Congreso Pedagógico, Colegio «Presidente Kennedy», Fe y Alegría. Petare, Edo. Miranda, Venezuela, 1989.
- RAO, A. N. (ed.): *Food, agriculture and education*. Col. Science and Technology Education and Future Human Needs, vol. 6. Oxford, Pergamon Press, 1987.
- RICO VERCHER, M.: *Educación ambiental: diseño curricular*. Serie Educación y Futuro. Monografías para la Reforma, núm. 15. Barcelona, Cincel, 1990.
- ROTH, W.-M.: *Authentic School Science. Knowing and Learning in Open-Inquiry Science Laboratories*. Science and Technology Education Library, vol. 1. Dordrecht/Boston/Londres, Kluwer, 1995.
- SCHWAB, J.: «Un enfoque práctico como lenguaje para el currículum», en J. GIMENO SACRISTÁN y A. PÉREZ GÓMEZ: *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid, Akal, 1983, pp. 197-209 («The practical: a language for curriculum», en *School Review*, 78 (1969), pp. 1-23).
- SELBY, D.: «Educación global: hacia una irreductible perspectiva global en la escuela», en *Aula de Innovación Educativa*, 51 (1996), pp. 25-30.
- SMITH, E. L.; ANDERSON, Ch. W.: «Plants as producers: A case study of elementary science teaching», en *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 7 (1984), pp. 685-698 (Trad. cast.: «Las plantas como productores: un estudio de caso en la enseñanza elemental de las ciencias», en R. PORLÁN; J. E. GARCÍA y P. CAÑAL (comps.): *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla, Díada, 1988, pp. 157-177).
- STEWART, D.: *New directions for technology education and science education from 5 to 18 in scottish schools*. Ponencia presentada en el Octavo Simposio de la International Organization of Science and Technology Education (IOSTE). Edmonton, Alberta, Canadá, agosto, 1996.
- STRIKE, K. A.; POSNER, G. J.: «A conceptual change view of learning and understanding», en L. H. T. WEST y A. L. PINES (eds.): *Cognitive structure and conceptual change*.

- Orlando/Nueva York/ Londres/Sydney, Academic Press, 1985, pp. 211-231.
- TONUCCI, F.: *¿Enseñar o aprender?* Col. Biblioteca del Maestro. Serie Alternativas. Barcelona, Graó, 1990.
- VYGOTSKY, L. S.: *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, Crítica/Grijalbo, 1979.
- WADDINGTON, D. J. (ed.): *Education, Industry and Technology*. Col. Science and Technology Education and Future Human Needs, vol. 3. Oxford, Pergamon Press, 1987.
- WHITE, B. Y.; FREDERIKSEN, J. R.: «Inquiry, Modeling, and Metacognition: making science accessible to all students», en *Cognition and Instruction*, 16, 1 (1998), pp. 3-118.