

Primer Taller de Actualización
sobre los Programas de Estudio 2006

Ciencias

Antología

Ciencias. Antología. Primer Taller de Actualización sobre los Programas de Estudio 2006. Reforma de la Educación Secundaria fue elaborado por personal académico de la Dirección General de Desarrollo Curricular, que pertenece a la Subsecretaría de Educación Básica de la Secretaría de Educación Pública.

La SEP agradece a los profesores y directivos de las escuelas secundarias y a los especialistas de otras instituciones por su participación en este proceso.

Compiladores

Silvia Campos Olgún
Claudia Carolina García Rivera
María Elena Hernández Castellanos
Julián Maldonado Luis
César Minor Juárez
Griselda Moreno Arcuri
Ricardo Valdez González

Coordinador editorial

Esteban Manteca Aguirre

Diseño

Ismael Villafranco Tinoco

Formación

Alonso García Manzano

Primera edición, 2006

© SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA, 2006

Argentina 28
Col. Centro, C. P. 06020
México, D. F.

ISBN 968-9076-28-0

Impreso en México
MATERIAL GRATUITO. PROHIBIDA SU VENTA

Índice

Presentación	5
Introducción	7
Aprendizaje basado en proyectos colaborativos en la educación superior <i>Adriana M. Vélez de C.</i>	9
La enseñanza por proyectos: ¿mito o reto? <i>Aurora Lacueva</i>	15
Las experiencias desencadenantes <i>Aurora Lacueva</i>	25
Objetivos de la educación ambiental <i>UNESCO-PNUMA</i>	37
Los trabajos prácticos <i>Luis del Carmen</i>	43
Actividades en el aula para la reestructuración de ideas: un ejemplo relacionado con la nutrición humana <i>E. Banet y F. Núñez</i>	59
Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de bachillerato y COU <i>A. M. García Zaforas</i>	79
Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación <i>F. Núñez y E. Banet</i>	85
Evaluación como ayuda para seguir aprendiendo <i>Aurora Lacueva</i>	105
Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿por qué?, ¿cómo? <i>Philippe Perrenoud</i>	115
La contribución de la educación básica a una cultura de la no violencia <i>María Eugenia Luna Elizarrarás y Armando Sánchez Martínez</i>	123

Los maestros son elemento fundamental del proceso educativo. La sociedad deposita en ellos la confianza y les asigna la responsabilidad de favorecer los aprendizajes y de promover el logro de los rasgos deseables del perfil de egreso en los alumnos al término de un ciclo o de un nivel educativo. Los maestros son conscientes de que no basta con poner en juego los conocimientos logrados en su formación inicial para realizar este encargo social sino que requieren, además de aplicar toda la experiencia adquirida durante su desempeño profesional, mantenerse en permanente actualización sobre las aportaciones de la investigación acerca de los procesos de desarrollo de los niños y jóvenes, sobre alternativas que mejoran el trabajo didáctico y sobre los nuevos conocimientos que generan las disciplinas científicas acerca de la realidad natural y social.

En consecuencia, los maestros asumen el compromiso de fortalecer su actividad profesional para renovar sus prácticas pedagógicas con un mejor dominio de los contenidos curriculares y una mayor sensibilidad ante los alumnos, sus problemas y la realidad en que se desenvuelven. Con ello, los maestros contribuyen a elevar la calidad de los servicios que ofrece la escuela a los alumnos en el acceso, la permanencia y el logro de sus aprendizajes.

A partir del ciclo 2006-2007 las escuelas secundarias de todo el país, independientemente de la modalidad en que ofrecen sus servicios, inician en el primer grado la aplicación de nuevos programas, que son parte del Plan de Estudios establecido en el Acuerdo Secretarial 384. Esto significa que los profesores responsables de atender el primer grado trabajarán con asignaturas actualizadas y con renovadas orientaciones para la enseñanza y el aprendizaje –adecuadas a las características de los adolescentes, a la naturaleza de los contenidos y a las modalidades de trabajo que ofrecen las escuelas.

Para apoyar el fortalecimiento profesional de los maestros y garantizar que la reforma curricular de este nivel logre los resultados esperados, la Secretaría de Educación Pública elaboró una serie de materiales de apoyo para el trabajo docente y los distribuye a todos los maestros y directivos: *a)* documentos curriculares básicos (plan de estudios y programas de cada asignatura); *b)* guías para orientar el conocimiento del plan de estudios y el trabajo con los programas de primer grado; *c)* antologías de textos que apoyan el estudio con las guías, amplían el conocimiento de los contenidos programáticos y ofrecen opciones para seleccionar otras fuentes de información, y *d)* materiales digitales con textos, imágenes y sonido que se anexarán a algunas guías y antologías.

De manera particular, las antologías reúnen una serie de textos para que los maestros actualicen sus conocimientos acerca de los contenidos de los programas de estudio, se apropien de propuestas didácticas novedosas y de mejores procedimientos para planear y evaluar la enseñanza y el aprendizaje. Mediante el análisis individual y colectivo de esos materiales se pretende que los maestros reflexionen sobre sus prácticas y fortalezcan su tarea docente.

Asimismo, con el propósito de que cada entidad brinde a los maestros más apoyos para la actualización se han fortalecido los equipos técnicos estatales con docentes que conocen el plan y los programas de estudio. Ellos habrán de atender dudas y ofrecer las orientaciones que requieran los colectivos escolares, o bien atenderán las jornadas de trabajo en que participen grupos de maestros por localidad o región, según lo decida la autoridad educativa local.

Además, la Secretaría de Educación Pública iniciará un programa de actividades de apoyo a la actualización sobre Reforma de Educación Secundaria a través de la Red Edusat y preparará los recursos necesarios para trabajar los programas con apoyo de los recursos de la Internet.

La Secretaría de Educación Pública tiene la plena seguridad de que estos materiales serán recursos importantes de apoyo a la invaluable labor que realizan los maestros y directivos, y de que servirán para que cada escuela diseñe una estrategia de formación docente orientada a fortalecer el desarrollo profesional de sus integrantes. Asimismo, agradece a los directivos y docentes las sugerencias para mejorar los contenidos y la presentación de estos materiales.

Secretaría de Educación Pública

Introducción

Esta colección de lecturas apoya el acercamiento inicial a los contenidos que conforman el primer curso de Ciencias y acompaña el desarrollo de las actividades planteadas en la Guía de actividades. Los textos seleccionados corresponden a algunos capítulos de libros y artículos que aportan elementos para la reflexión, el análisis, la conceptualización y la toma de decisiones orientada a mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias en la escuela secundaria.

La antología incluye textos que cumplen diversos propósitos y algunos, sin formar parte de actividades específicas de la Guía, permiten aclarar conceptos recién introducidos en el programa de estudios. Las lecturas proporcionan pautas para organizar las actividades de enseñanza y de aprendizaje u ofrecen ejemplos del tratamiento de los contenidos, en especial de aquellos que demandan la aplicación de enfoques que rebasan los límites de la disciplina. Dichos contenidos, tales como la educación ambiental, la cultura de la prevención, el desarrollo sustentable, las potencialidades de la sexualidad humana y la interculturalidad, tienen un fuerte componente valoral y actitudinal que contribuye a fortalecer el carácter formativo del curso, componente fundamental de la formación científica básica.

Al inicio de cada lectura se incluye un guión de análisis con algunas preguntas cuyo propósito es centrar la atención en los aspectos de mayor trascendencia en términos de las grandes finalidades del taller de conocimiento inicial de la propuesta curricular de Ciencias I.

Las lecturas que conforman la presente antología están organizadas de la manera que se explica a continuación. Cabe señalar que en el caso de la sesión inicial, los textos se incorporaron en la Guía, por lo que aquí se encontrarán las lecturas para las sesiones restantes.

Los textos que acompañan el desarrollo de la segunda sesión apoyan el reconocimiento de los principios para el trabajo colaborativo, antecedentes obligados para el desarrollo de proyectos.

En la tercera sesión se incluye una lectura que propicia el conocimiento general del programa a partir del análisis y la aplicación de las pautas generales para la planeación del trabajo con los contenidos.

La cuarta sesión considera textos acerca de la educación ambiental, el desarrollo sustentable y la calidad de vida. Asimismo, ofrece un artículo que promueve la reflexión en torno de la importancia de los trabajos prácticos y cómo desarrollarlos en el aula.

En la quinta sesión se incluye un artículo que proporciona ideas para favorecer la reestructuración de nociones acerca de la nutrición, fase indispensable para promover el aprendizaje. Además, se sugiere la revisión de una lectura acerca de las experiencias desencadenantes como detonadoras para el desarrollo de proyectos.

Los artículos de investigación que se incluyen en la sexta sesión contribuyen a construir la visión integral de los procesos vitales a partir de la respiración. También se incorpora una lectura acerca de la evaluación, por ser un factor fundamental asociado al tratamiento de los contenidos y la planeación.

A fin de apoyar el desarrollo de la temática de sexualidad humana, se incluye en la séptima sesión una lectura relativa a la Educación Sexual, en ella se analizan los componentes de la sexualidad y se proponen algunas estrategias para el trabajo con los adolescentes.

En la sesión final se ofrece una lectura que permite reconocer las bases de la cultura de la prevención y otra que presenta algunas pautas generales para el desarrollo de los proyectos de integración y aplicación.

Aprendizaje basado en proyectos colaborativos en la educación superior*

Adriana M. Vélez de C.**

¿Qué caracteriza al aprendizaje colaborativo?
¿Cuál es el papel del docente en este tipo de aprendizaje?
¿Cuál es el papel de los estudiantes?

El mundo moderno nos invita a replantear muchas de las acciones que hemos llevado a cabo durante años, una de ellas es el actuar docente ante la necesidad de formar hombres con capacidad de solución de problemas, habilidades comunicativas en una aldea global y habilidad de sistematización de información en esta “jungla informativa” a la que día a día se tiene acceso gracias a las tecnologías de información y comunicaciones. Desde lo investigado y aplicado en Educación Básica en varios países, se buscó adaptar la metodología de proyectos colaborativos a la Educación Superior. Lo que se presenta en este informe es lo construido a partir de la experiencia vivida durante dos años en un aula universitaria.

Cuando se habla de aprendizaje por proyectos, se habla de que éstos deben buscar “actividades con propósito” que lleven –según Kilpatrick y John Dewey– a que la institución educativa no sólo prepare para la vida, sino también que sea vida en sí misma. Por lo cual el proyecto

debe fundamentarse tanto en los intereses de los alumnos –intereses que convergen por consenso después de mucha discusión– como en los temas del currículo del curso en cuestión. Éste puede desarrollarse en forma individual o colaborativa, siendo la última lo ideal en el propósito de desarrollar habilidades sociales, comunicativas, creativas y en pro del crecimiento de la autoestima.

En el ambiente universitario el estudiante convive con el saber de una manera más libre de como lo hace en las aulas de la Básica; sin embargo, por años los docentes universitarios han manejado el proceso como: “Jóvenes, ustedes o yo”, haciendo del proceso de enseñanza, en cierta manera, un proceso coercitivo, de pugna entre voluntades. Según la cita que de Huber Hannoun hace Fernando Savater en su libro *El valor de Educar*,¹ se educa “para no morir, para preservar una cierta forma de perennidad, para perpetuarnos a través del educando como el artista intenta perpetuar por medio de su obra”.

Al buscar responder al reto que impone el educando que está llegando al claustro universitario y la necesidad sentida de formar hombres íntegros con habilidades y valores que respondan al mundo de hoy, se encontró en el trabajo por proyectos y básicamente en la metodología de proyectos colaborativos, que ésta permite un

* En *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*. IV Congreso RIBIE, Brasilia, 1998. Proyecto Conexiones, consultado el 30 de marzo de 2006 en:

- <http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt200342421718190M.PDF>
- <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/190M.html>

** Universidad EAFIT-UPB-COLCIENCIAS. Universidad de Chile; e-mail: avelez@conexred.eafit.edu.com

¹ Fernando Savater, *El valor de educar*, Barcelona, Ariel, 1997.

sin número de experiencias que hacen del proceso de aprendizaje un proceso cuyo propósito es el de facilitar y potenciar el procesamiento de información, que permiten el crecimiento y desarrollo del alumno, en su construcción de elaboraciones teóricas, concepciones, interpretaciones y prácticas contextualizadas.

Los ambientes de aprendizaje acompañados de proyectos colaborativos como estrategia se revierten en actividades de diferente índole (apreciación de videos, realización de experimentos, construcción de objetos, utilización de la computadora, investigación en diferentes fuentes, realización de salidas de campo, entre otras) y en la utilización de diferentes espacios que hacen que las experiencias de los estudiantes no se centren en el aula de clase, ni en la vida misma de la institución universitaria. Es fundamental que se aproveche el mundo –el entorno cercano al alumno– buscando su interacción con él en una variedad de formas, y que a través de su vivencia se acerque al aprendizaje. En las actividades debe buscarse la integración al proceso de las tecnologías informáticas y de comunicaciones de una manera cotidiana. En este proceso los estudiantes están viviendo juntos el alcance de sus logros –algunos individuales y otros colectivos– que les permiten la creación de una comunidad de aprendizaje, en donde se interactúa, se colabora, se respeta y se crece en un agradable juego del dar y recibir.

En los proyectos colaborativos se ven integrados los diferentes temas del programa académico, los cuales se trabajan de acuerdo con la necesidad para el cumplimiento de su propósito en el *pensum*. Habrá algunos que se lleven menos tiempo y otros más del estipulado en el programa curricular actual. El desarrollo de éstos permite a cada estudiante trabajar a su ritmo y les capacita en la utilización de procesos, habilidades e ideas en la medida en que lo requiera.

En el aprendizaje a través de proyectos colaborativos se confía en el educando y en la capacidad de exploración de su mundo, lo cual hace que éste se motive y desee desarrollar sus habilidades y destrezas buscando lo mejor de sí. Su autoestima se ve afectada positivamente,

el alumno se siente orgulloso de sus logros y trabajos y desea compartirlos.

El aprendizaje colaborativo implica que los estudiantes se ayuden mutuamente a aprender, compartan ideas y recursos, y planifiquen cooperativamente qué y cómo estudiar. Los docentes no dan instrucciones específicas: más bien permiten a los estudiantes elegir y variar sobre lo esencial de la clase y las metas a lograr, de este modo hacen a los estudiantes participar de su propio proceso de aprender.

Trabajar colaborativamente es mucho más que alumnos trabajando en grupo. Hay que lograr el verdadero trabajo de equipo. La clave es la interdependencia, los miembros del equipo deben necesitarse los unos a los otros y confiar en el entendimiento y éxito de cada persona.

Los proyectos colaborativos buscan facilitar un mejor funcionamiento de los nuevos ambientes de aprendizaje que posibilitan el desarrollo de la creatividad, el mejoramiento de la autoestima, la recuperación de los valores culturales, la percepción del mundo, el respeto por el mismo desde un punto de vista ecológico, el respeto por la diferencia, la democratización y la solidaridad, tanto nacional como internacional.²

Para trabajar los proyectos colaborativos en el aula hay diferentes estrategias o métodos que pueden ser utilizados. Algunas de ellas son:

1. Asignación de roles, donde a cada quien se le da una responsabilidad para el cumplimiento de una tarea. Bajo esta modalidad, y de acuerdo a la experiencia vivida en el aula, se recomienda crear equipos de cinco estudiantes y propiciar un proceso de generación de normas de convivencia al interior de cada equipo, así como distribuir roles de:

- a) Líder: dinamizador del proceso. Es quien se preocupa por verificar al interior del equipo que se estén asumiendo las responsabilidades individuales y de grupo, propicia que se mantenga el interés por la actividad y

² Proyecto conexiones, *Informe COLCIENCIAS*, núm. 1, 1995.

por último cuestiona permanentemente al grupo para generar puentes entre lo que ya se aprendió y lo que se está aprendiendo.

- b) Comunicador: responsable de la comunicación entre el facilitador-docente y el equipo, como también de presentar a su equipo la información que recoge de la observación –al desarrollo de las actividades– hecha a los otros equipos de la clase.
- c) Relator: responsable de la relatoría de todos los procesos en forma escrita. También es responsable de recopilar y sistematizar la información a entregar al facilitador-docente.
- d) Utilero: responsable de conseguir el material y/o las herramientas de acuerdo con las necesidades del equipo para el desarrollo de las actividades y/o procesos.
- e) Vigía del tiempo: controla el cronograma de tiempo establecido, y es responsable de que el equipo desarrolle las diferentes actividades dentro del tiempo pactado.

2. La información complementaria, a cada equipo se le entrega parte de la información que se requiere para llevar a cabo la actividad, y los equipos deben complementarse adecuadamente para el logro de los objetivos. Esta modalidad también puede trabajarse dividiendo el tema en cinco partes, numerando los miembros de los equipos de uno a cinco y entregando a cada uno una parte diferente del tema. Los alumnos con la parte igual, deben reunirse y hacer las respectivas investigaciones. Luego los equipos vuelven a conformarse –en cada uno queda el tema completo– y deben entre sus integrantes complementarse adecuadamente para el logro de los objetivos.

3. La información en conflicto, se le da a la clase un contexto completo, una situación que requiera de una decisión vital. A cada equipo se le entrega una posición frente a la situación. Luego se genera un espacio para la discusión en torno de la construcción. Es indispensable para su buen desarrollo el que los equipos –las partes– tengan la posibilidad de prepararse adecuadamente realizando las consultas necesarias. Una variación a esta estrategia es la de realizar un “juicio”, entregando con antelación a los es-

tudiantes sus respectivos papeles: juez, fiscales, abogados defensores, jurados, etcétera.

4. Responsabilidad compartida, todos los integrantes son responsables del conocimiento del equipo. Se realizan actividades de concurso donde las respuestas deben ser presentadas y/o argumentadas, procurándose el que cualquier miembro esté en capacidad de responder.

5. Análisis creativo de documentos, algunos documentos para ser trabajados en clase –sobre todo aquellos que por su densidad son un poco difíciles de abordar– se entregan a los equipos conformados en clase para su estudio, y como actividad los equipos no sólo deben analizar y entender el documento sino buscar una manera creativa de compartir con la clase sus conclusiones; de la experiencia en esta modalidad se han obtenido actividades enriquecedoras e innovadoras –los estudiantes han generado diferentes concursos, acertijos, juegos, acrósticos, debates, etcétera– que hacen agradable el abordaje a ciertos temas.

El aprendizaje basado en proyectos colaborativos atiende a las habilidades que deben ser desarrolladas en los estudiantes y que son básicas para su desempeño en las relaciones globales a que se ven abocados hoy día (MEN, 1992):

- Flexibilidad y amplitud de miras a la indagación y manejo de posibilidad e incertidumbre.
- Curiosidad y respeto ante las ideas, valores y soluciones aportadas por otros.
- Capacidad de iniciativa y confianza en la toma de decisiones sobre la base de planificación rigurosa, contrastada y documentada.
- Predisposición a planificar el desarrollo del trabajo en cuanto a recursos, plazos de ejecución y anticipación de dificultades y obstáculos.
- Atención, interés y persistencia ante las dificultades presentadas.
- Disposición favorable al trabajo en equipo, sistematizando y socializando tanto oral, como escrito en forma clara, correcta, adecuada y crítica.
- Valoración equilibrada de los aspectos técnicos, económicos, estéticos y sociales en la planificación y diseño de objetos y proyectos.

Ahora bien, es muy importante comentar sobre los aspectos del papel del docente en este proceso. Dado que los proyectos colaborativos están inscritos en el modelo pedagógico constructivista, su rol fundamental es el de cultivar la atmósfera de participación y colaboración. “El profesor debe ser un motor del proceso; debe desplazarse de un equipo a otro, observando, escuchando, preguntando, respondiendo, ofreciendo sugerencias. Él es un guía, un facilitador, y un recurso”.³ Si bien el aprendizaje basado en proyectos colaborativos permite libertad a los alumnos, el docente es quien establece los límites, mantiene las expectativas y orienta en lo que es fundamental conocer, discutir y modelar. Así también deberá asumir un papel estimulador tanto del pensamiento individual como grupal.

Por ser esta una práctica educativa relativamente nueva, es necesario que los profesores aprendan su rol en el aprendizaje colaborativo en la práctica misma, al mismo tiempo que lo hacen sus estudiantes. El profesor debe modelar las destrezas comunicacionales y sociales esperadas de los alumnos. El aprendizaje colaborativo requiere que la ayuda, el compartir y la cooperación lleguen a ser una norma en el aula de clase. La introducción gradual de juegos cooperativos, tareas de aprendizaje y otras actividades ayudan a que tanto profesores como alumnos adquieran habilidades sociales, de comunicación y las bases para la organización de pequeños grupos.⁴

De acuerdo con la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, el educador debe romper con su estructura rígida y proporcionar la flexibilidad, la innovación y la creatividad, crear prácticas donde el respeto, la justicia y la solidaridad posibiliten la formación ético-moral, fortalezcan la autoestima y la autoconfianza.

³ Proyecto ENLACES, *Aprendizaje basado en proyectos*, documento de trabajo del proyecto ENLACES, Chile, 1996. Traducido y adaptado de la revista *Educational Leadership*, por Mónica Campos, Instituto de Informática Educativa Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

⁴ *Ibid.*

A continuación se enuncian algunos consejos útiles para quien, como docente, desee incursionar en el uso de esta metodología, basados éstos en la experiencia y en la vivencia misma de algunas recomendaciones tomadas de la obra *Hacia una pedagogía del conocimiento*:⁵

- Se deben buscar actividades que permitan de lo cotidiano llegar al conocimiento específico de la materia en cuestión, como también no ahorrar en experiencias constructivas para el educando.
- Es importante tener conciencia que en este proceso el aprendizaje es mutuo. Busque dejar que el alumno le enseñe, déle esa oportunidad.
- Nunca menosprecie lo logrado en cada clase. ¡Cada clase es única! Si se piensa de esta manera no habrá necesidad de decir: “Vamos atrasados”, pues se verá que aunque no sea de una manera secuencial tal y como está presentado el programa en el papel, todos los objetivos se lograrán y los temas serán cubiertos.
- Siempre se debe relacionar la actividad desarrollada con el conocimiento inherente a ésta, y éste a su vez con su aplicabilidad.
- Se debe estimular la investigación a través de casos y preguntas. A medida que se avance en las soluciones, se deben generar replanteamientos que lleven a precisar mejor los supuestos, las premisas y sus restricciones.

Un buen proceso colaborativo cuenta con que los estudiantes pueden expresar, compartir, discutir y confrontar sus preconcepciones, sus investigaciones y sus dudas; y con que el docente retoma lo trabajado y lo relaciona con la materia, su aplicabilidad y sus efectos tanto positivos como negativos.

Y para quien se esté preguntando, ¿y del proceso evaluativo qué?, es importante que se tenga presente que éste también debe, en cierta manera, modificarse. La evaluación, bajo esta modalidad de enseñanza, es un proceso permanente y tiene como componentes esenciales

⁵ Rafael Flórez, *Hacia una pedagogía del conocimiento*, Santafé de Bogotá, McGraw Hill, 1997.

un comité de evaluación con sesiones diarias y guías que permitan la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación. En la vivencia de este proceso se ha acoplado un elemento llamado Diario de Procesos que sólo se usaba en algunas aulas de la Básica. El Diario permite a la vez la sistematización del aprendizaje de acuerdo con cada individuo y la autoevaluación con una adecuada sustentación desde lo práctico y lo teórico.

El Diario de Procesos puede generarse en carpetas que cada quien manejará y decorará a su antojo, respetando cierta estructura en la sistematización del aprendizaje. De cada actividad se deberá anotar su nombre, los objetivos, los logros y dificultades de aprendizaje, pero siempre prevalecerá la capacidad creadora del alumno, quien puede acompañar su sistematización de poemas, dibujos, frases que expresen sus sentimientos, etcétera.

En cuanto a las pruebas formales, éstas deben ser diseñadas de tal manera que se puedan elaborar en equipo o, bien, si se desean aplicar individualmente deben apuntar a la aplicación de conceptos y no a la memorización de los mismos.

En el proceso se han utilizado herramientas informáticas como apoyo. Se han sistematizado los Diarios de Procesos, se ha trabajado colaborativamente el desarrollo de algunos contenidos utilizando el intercambio vía correo electrónico. Actualmente se encuentran en proceso de desarrollo algunas páginas WEB para dar soporte al proceso metodológico que se muestra en este documento.

Como conclusión es interesante presentar algunos testimonios de estudiantes que han vivido el proceso:

En la materia se ha utilizado una metodología creativa que permite un ambiente entretenido, dando como resultado un fácil aprendizaje.

Andrés Felipe Betancur.

Todos pensamos que hemos adquirido conocimiento, además hemos logrado romper con la monotonía. Todos en general nos sentimos satisfechos, porque consideramos la importancia de hacer o marcar la diferencia.

Saúl G. Salazar Duque.

El consenso general es que dentro del grupo existe confianza, esa confianza permitió que la clase fuese amena –aunque era clase de 12:00 m. El dinamismo y las actividades de la clase hacían que no se sintieran las dos horas. Siempre contamos con la profesora, siempre estuvo abierta y accesible a comentarios y sugerencias.

Juan David Gutiérrez.

El curso fue impartido de una forma muy dinámica, ya que por medio de la práctica nos permitió acercarnos al conocimiento.

Pablo Andrés Vahos.

Bajo esta metodología se brinda una gran relación alumno-profesor, además es innovadora y se fomenta el trabajo en equipo. En general, muy buena e interesante.

Marcela Ruiz.

Es una materia muy interesante, llena de vivencias y experiencias con la aplicación de una nueva metodología, para el desarrollo de las actividades de clase.

Carlos Eduardo Monsalve.

Lecturas recomendadas

- Johnson, David *et al.* (1988), *Circles of learning*, Minnesota, Edwards Brothers.
- Johnson, D. y R. Johnson (1987), *Learning Together and Alone*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall.
- Ministerio de Educación Nacional (1984), *Integración curricular*, Santafé de Bogotá, Colombia, Dirección General de Capacitación y Perfeccionamiento Docentes, Currículo y Medios Educativos.
- Saldaño, Antonio y Eliana Calderón (1997), *Fundamentos, métodos y técnicas de la robótica educativa*, Medellín, Colombia, Taller dictado en la Universidad EAFIT.
- Sharan, S. y R. Hertz-Lazarowitz (1980), "A group Investigation Method of Cooperative Learning in the Classroom", en S. Sharan *et al.* (eds.), *Cooperation in Education*, Provo, Utah, Brigham Young University Press.

La enseñanza por proyectos: ¿mito o reto?*

Aurora Lacueva

¿Cuáles son los beneficios de la enseñanza por proyectos?
¿Cuáles son los riesgos?
¿Cuáles tareas son responsabilidad del docente y cuáles de los estudiantes?

Aunque a veces se considera una moda o, peor aún, se convierte en un mito, la enseñanza por proyectos resulta una estrategia imprescindible para lograr un aprendizaje escolar significativo y pertinente. En este artículo se intenta precisar características, ventajas, fases más genéricas y peligros que deben evitarse en esta clase de iniciativa. También se señalan tres tipos recomendables de proyectos de investigación estudiantil y otras actividades que pueden acompañar e interactuar fecundamente con ellos. El trabajo considera aspectos correspondientes al espacio entre las grandes declaraciones de principios y la práctica diaria en las aulas, intentando dar orientaciones útiles a maestros y a formadores de maestros.

Proyectos y actividades acompañantes

No hay un único modelo de proyecto ni una definición muy acotada de lo que debe ser un proyecto estudiantil, pero si podemos decir que es un trabajo educativo más o menos prolongado (de tres a cuatro o más semanas de duración), con fuerte participación de los niños y las niñas en su planteamiento, en su diseño y en su seguimiento, y propiciador de la indagación infantil en una labor autopropulsada conducente a resultados propios (Freinet, 1975, 1977; icem, 1980; Lacueva, 1997b). Un proyecto combina el estudio empí-

rico con la consulta bibliográfica y, como luego explicaremos, puede incluir propuestas y/o acciones de cambio en el ámbito social.

Concebimos a los proyectos como el eje de la enseñanza escolar, aunque entrelazados con otras clases de actividades: las experiencias desencadenantes, los trabajos cortos y fértiles, y las fichas autocorrectivas (Lacueva, 1996). Las experiencias desencadenantes son actividades amplias y bastante informales que tienen como propósito familiarizar a los niños y niñas con múltiples realidades del mundo en que viven. Entre ellas están las visitas, los diálogos con expertos, las conversaciones sobre objetos o seres vivos llevados por los estudiantes al aula, el trabajo con textos libres, las lecturas libres, la observación de videos... Creemos que estas experiencias pueden ir despertando inquietudes e interrogantes en los pequeños, muchas de las cuales pueden servir de punto de partida a proyectos de investigación.

Por su parte, los trabajos cortos y fértiles son tareas más acotadas en el tiempo y más guiadas desde afuera, aunque siempre deben permitir cierta participación de los aprendices en su delimitación y desarrollo. Las consideramos parte de un "menú de degustación" que la escuela ha de ofrecer a las niñas y los niños; breves encuentros con la cultura que pueden conducir a empresas más complejas como los proyectos de investigación: observaciones, ex-

* En *La enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria*. Lecturas, México, sep, 2001, pp. 141-149.

perimentos semiestructurales, demostraciones, análisis de lecturas asignadas, simulaciones y sociodramas...

Por último, las fichas autocorrectivas permiten a cada estudiante avanzar a su propio ritmo en la consolidación de ciertos conocimientos o habilidades. Por ejemplo, realización de gráficos, uso de claves taxonómicas, dominio de conceptos o clasificaciones... Aunque pueden ser elaboradas artesanalmente por los propios docentes, convendría disponer además de una gama de productos más *industrializados* para asegurar mayor variedad, mejor presentación, mayor control de calidad, etcétera. La adaptación informática de las fichas les hace ganar en flexibilidad y dinamismo.

De la combinación inteligente de estos cuatro tipos de actividades resulta un atractivo y educador paquete de opciones para el trabajo infantil. Y los proyectos pueden iniciarse más fácilmente y desarrollarse mejor si están apoyados y reforzados por las restantes posibilidades.

Falsos proyectos

Conviene estar atentos a actividades que a veces se llaman *proyectos* o *investigaciones*, sin que lo sean de verdad. Entre esos falsos proyectos podemos mencionar:

- Las tareas para la casa, que consisten en buscar información sobre un tema señalado por el docente, copiando de los libros sin mayor procesamiento ni análisis.
- Las experiencias de laboratorio, en las que los niños siguen instrucciones paso a paso, sin más.
- Las encuestas elaboradas por el docente o el texto, que los estudiantes se limitan a pasar y procesar bajo instrucciones externas.
- Las observaciones hechas por mandato, rellenando guías entregadas al efecto.
- Las indagaciones realizadas a partir de problemas que se plantea el docente, un equipo de docentes o el programa oficial, y para las cuales se correlacionan contenidos programáticos de manera más o menos forzada.

En fin, no son proyectos todas aquellas actividades en las que el problema y la metodología ya vienen dados y donde las niñas y los niños se limitan a actuar, en todo caso, como *ayudantes de investigación*. A veces, algunas de estas labores pueden resultar valiosas, pero no las clasificamos como proyectos sino, si califican, como trabajos cortos. Para ser proyectos les falta la fuerza de la iniciativa y de la autogestión infantil.

Tres posibles tipos de proyectos

Desde el punto de vista de nuestra especialidad, la enseñanza de las ciencias naturales, estimamos útil destacar tres posibles tipos de proyectos: los científicos, los tecnológicos y los de investigación ciudadana o proyectos ciudadanos (Lacueva, 1996). Esta clasificación, con variaciones, también puede emplearse para los proyectos que surjan en otras áreas, especialmente en la de ciencias sociales.

En los *proyectos científicos*, los niños realizan investigaciones similares, hasta donde lo permiten sus condiciones, a las de los científicos adultos: indagaciones descriptivas o explicativas sobre fenómenos naturales (Harlen, 1989; Giordan, 1985). Serían ejemplos de proyectos científicos: hacer una colección de minerales de la región, predecir y comprobar las reacciones de las lombrices de tierra ante ciertos estímulos, estudiar la luz experimentando con espejos, prismas, lupas, diversos recipientes llenos de líquidos, linternas, velas...

En los *proyectos tecnológicos*, los niños desarrollan o evalúan un proceso o un producto de utilidad práctica, imitando así la labor de los tecnólogos. Tales serían los casos, por ejemplo, de construir aeroplanos con papel y cartulina, de inventar recetas de ensaladas y canapés, o de evaluar la calidad de varias marcas de lápices (Acevedo Díaz, 1996; Aitken y Mills, 1994; Waddington, 1987).

Finalmente, en los *proyectos ciudadanos*, los estudiantes actúan como ciudadanos inquietos y críticos, que solidariamente consideran los problemas que los afectan, se informan, proponen soluciones y, de ser posible, las ponen en práctica o las difunden, así sea a pequeña escala. Como ejemplos de este tipo de proyectos podemos

mencionar el estudio de hábitos nutricionales de compañeros del plantel, la investigación sobre posibilidades recreativas para niños en la comunidad, o la detección de fuentes de contaminación en la periferia de la escuela (Hurd, 1982; Aikenhead, 1996; Fensham, 1997).

Los distintos tipos de proyectos facilitan a los aprendices el desarrollo de diferentes clases de conocimientos y de habilidades, aunque tengan en común ser actividades de investigación. Así, según circunstancias, intereses y recursos, el docente puede ayudar a los estudiantes a perfilar un proyecto más hacia lo científico, lo tecnológico o lo ciudadano. Por otra parte, las conclusiones de un proyecto de cualquier tipo pueden llevar a nuevos proyectos, de similar o diferente naturaleza.

Ahora bien, esta tipología es de carácter indicativo y no debe asumirse estrictamente. Muchos proyectos concretos no serán puros y compartirán rasgos de dos o más de los tipos aquí presentados, o bien varios niños y niñas podrán trabajar juntos en un proyecto integrado que implique para cada uno asumir un cierto y distinto rol (algunos alumnos serían *científicos* y otros *tecnólogos* o, por ejemplo, trabajando conjuntamente para lograr un fin). No obstante, 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 posibles.

Fases en la realización de un proyecto

Aunque cada tipo de proyecto plantea etapas particulares en su desarrollo, podemos señalar algunas fases genéricas presentes habitualmente en un trabajo de investigación, cualquiera que sea su naturaleza. En síntesis, son las fases de preparación, desarrollo y comunicación.

En la fase de *preparación* se realizan las primeras conversaciones e intercambios que plantean un posible tema de proyecto y lo van perfilando. También pertenecen a ella los momentos ya más precisos de planificación infantil, cuando se especifican el asunto, el propósito, las posibles actividades a desarrollar y los recursos necesarios. Les tenemos miedo a las planificaciones

demasiado minuciosas, pues cierran prematuramente posibilidades y, además, resultan pesadas para los pequeños investigadores por sus exigencias de exhaustivo registro escrito de lo que se va a hacer, a menudo siguiendo patrones muy rígidos y estereotipados. Preferimos planificaciones más sencillas, al alcance de los niños, pero siempre exigimos reflexión y previsión sobre el proyecto. El educador debe saber valorar en cada caso hasta dónde pueden llegar sus bisoños investigadores. Conviene tener presente que, a menudo, los niños pequeños no prevén series largas de acciones, a no ser que les sean muy familiares, sino que tienden a ir pensando en lo que hacen mientras lo hacen (Harlen, 1989); por ello, puede ser recomendable que empiecen planificando sólo la primera etapa de su investigación, y luego, tras su resultado, se planteen la siguiente, y así sucesivamente.

La fase de *desarrollo* implica la efectiva puesta en práctica del proyecto. Los diversos equipos necesitan espacios y tiempos para poder ir realizando su trabajo: equipos que trabajen muy juntos y sin condiciones ambientales ni recursos suficientes, no podrán cumplir satisfactoriamente su labor. No nos extendemos aquí en el tema de la base material necesaria para la investigación infantil, pero se trata de un asunto fundamental y le hemos dedicado atención en otros escritos (Lacueva, 1985).

Las actividades que hay que cumplir pueden ser muy variadas, de acuerdo con el tipo de proyecto y el tema elegido: trabajos de campo, encuestas, entrevistas, experimentos, visitas, acciones en la comunidad escolar o más allá de ella... La consulta bibliográfica debe estar siempre presente, en mayor o menor medida, a lo largo del proceso.

Es importante que los mismos alumnos vayan realizando el seguimiento de su labor, reservando para ello algunos minutos del tiempo de clase, y contando con el apoyo del docente. Maestros con experiencia en este enfoque recomiendan que cada grupo tenga una hoja grande de papel, donde se puedan ir anotando con palabras y flechas las actividades que se van cumpliendo dentro de su proyecto. Cuando diversos equipos realicen proyectos en un área común, es posible

que entre todos elaboren un pliego donde se vaya viendo, en forma resumida y de conjunto, la marcha de las diversas investigaciones; de esta manera se tiene siempre al alcance de todos el conocimiento global y el panorama relacionado de las indagaciones que se están llevando a cabo. El seguimiento y el control, especialmente los realizados por los propios niños, son necesarios porque ayudan a no perder de vista las finalidades del trabajo y a corregir errores por el camino. Sin embargo, tampoco deben crecer tanto y ganar tanto peso que aplasten la alegría y la espontaneidad del trabajo, en un hacer demasiado vigilado y supervisado.

La fase de *comunicación* a veces se olvida, o bien se vuelve rutinaria en una breve exposición oral ante los compañeros. Es importante valorar esta fase, tan relevante en toda investigación, y ofrecer diversos cauces para la misma, variables según circunstancias e inclinaciones de cada equipo. Algunos autores (véase, por ejemplo, Gethins, 1990) diferencian entre la puesta en común, una sencilla comunicación a los compañeros de los resultados de un proyecto, y otra denominada *presentación/celebración*, que implica una comunicación más allá de la clase, con mayor amplitud y diversidad de mecanismos, utilizando medios que pueden ser desde poemas y canciones hasta carteles, modelos o grabaciones.

Comunicar la investigación realizada no es sólo una acción *hacia afuera* sino también *hacia adentro*, en el sentido de que ayuda a los niños a poner más en orden sus pensamientos y a completar y perfeccionar las reflexiones ya hechas. La expresión escrita y/o gráfica de resultados, las exposiciones orales organizadas y otras vías de comunicación, representan niveles más formales y exigentes de manifestación de ideas y observaciones. Por otra parte, el diálogo con los interlocutores permite avanzar aún más en ese proceso. Al comunicar los resultados a otros se da pie también a la evaluación externa del trabajo, paso beneficioso porque ayuda a laborar con rigor y atención y se ofrece retroalimentación útil.

¿Por qué los proyectos?

Los proyectos son las *actividades-reinas* del ámbito escolar. Son las actividades que estimulan a los niños a interrogarse sobre las cosas y a no conformarse con la primera respuesta, problematizando así la realidad. Son las actividades que, también, permiten a los niños diseñar sus procesos de trabajo activo y les orientan a relacionarse de modo más independiente con la cultura y con el mundo natural y sociotecnológico que habitan. Son las actividades que conducen a los niños a poner sobre la mesa lo que de verdad piensan sobre los diversos temas. Son las actividades que con mayor fuerza hacen entrar en juego las ideas y la inventiva de los niños, llevándolos a movilizar sus *miniteorías* y a confrontarlas con otros y con la experiencia, contribuyendo de ese modo al mayor desarrollo de las concepciones infantiles. Son las actividades que mayor espacio abren a los intereses de los estudiantes y a su creciente capacidad de participar conscientemente en la conducción de sus procesos de aprendizaje.

Los logros afectivos y cognitivos de los proyectos, interrelacionados, no pueden alcanzarse cabalmente por otras vías. Creemos que la escuela sin proyectos es, lamentablemente, una escuela incompleta, que deja de ofrecer a las niñas y niños las experiencias más preciosas que debería ofrecer.

Cualquiera, niño, joven o adulto, que haya tenido la oportunidad de desarrollar de manera auténtica (esto es, autónoma) una investigación, por pequeña que haya sido, podrá darse cuenta de que esta actividad produce en quien la sigue una gran satisfacción, y estimula a conocer más, a seguir profundizando en lo investigado, como no puede hacerlo ninguna otra actividad escolar.

Podemos precisar algunas de las características positivas de los proyectos:

- Valoran los saberes y las experiencias de los niños y niñas, puesto que es a partir de ellos y gracias a ellos que se inclinan y desarrollan las actividades indagatorias.
- A su vez, el cumplimiento de los proyectos acrecienta los saberes y las experiencias infantiles.

En efecto, tratando de resolver los problemas de sus investigaciones, los niños se plantean la necesidad de saber más, lo que les estimula a la consulta de textos e impresos, a la conversación con expertos, a la discusión con docentes y compañeros, a la reflexión, a la observación, a la experimentación y a la acción práctica:

- Van abriendo nuevos horizontes y planteando nuevas exigencias a los estudiantes. La respuesta a una pregunta desencadena nuevas preguntas. El logro de una habilidad mueve al niño a *subir el listón* y a proponerse alcanzar otras habilidades más exigentes.
- Acumulan energía por el interés de los niños y niñas, se autopropulsan.
- Producen en los niños y niñas la satisfacción de conducir su propio trabajo, de participar y de lograr objetivos. Ello puede ir creando espirales positivas de desarrollo cultural y afectivo-personal (Hayes, 1990).
- Exigen el dominio de importantes habilidades. Proyectos de diferente tipo fomentan aptitudes distintas, pero de manera genérica podemos mencionar: el manejo de diversas fuentes de información, la realización de planes, la autoevaluación, la participación en grupos autónomos de trabajo y la comunicación efectiva usando variados medios y lenguajes.
- Propician alcanzar actitudes y valores positivos. Entre los más importantes pueden destacarse: la responsabilidad, la reflexión, el espíritu crítico y la rigurosidad en el trabajo.
- Estimulan a los niños a hacerse preguntas sobre el mundo en que viven, sin tomarlo como algo ya conocido.
- Propician el fortalecimiento de capacidades metacognitivas: capacidades de guiar, regular y favorecer los propios procesos de aprendizaje.
- Fomentan el aprendizaje cooperativo, con sus beneficios en términos cognitivos, socio-afectivos y morales (Fernández y Melero, 1995).
- Permiten el compromiso físico de los niños y las niñas, vinculado con la acción intelectual:

exigen manipulaciones, movimientos, desplazamientos variados y significativamente controlados por los propios estudiantes, quienes encuentran así la oportunidad de manifestarse corporalmente en la escuela, disfrutando de las posibilidades de su cuerpo y aprendiendo a dominarlo mejor (Alfieri, 1984; Lacueva, 1990).

- Estimulan la creatividad. Conviene tener presente que la creatividad no se manifiesta sólo en la clase de arte o en la hora de *escritura creativa*. Está presente también en las investigaciones científicas, tecnológicas o ciudadanas, que exigen crear ideas novedosas, llevar a cabo propuestas, construir hipótesis, diseñar objetos originales... La imaginación y la inventiva se despliegan en los proyectos, recibiendo después la respuesta de la realidad gracias al experimento, la prueba tecnológica o la acción social. [...]

¿De dónde surgen las ideas para los proyectos?

Las ideas para los proyectos no pueden surgir de una imposición: “Para mañana, investiguen sobre el petróleo” (o sobre la contaminación de las aguas, o sobre los aviones, o sobre la circulación de la sangre...). Los proyectos-tarea, hechos sin interés, por cumplir una obligación, son la antítesis de los verdaderos proyectos.

Por otro lado, no basta con decir que se puede investigar “sobre lo que ustedes quieran”. Esta invitación tan laxa deja a los niños sin apoyos y sin herramientas, en un contexto social y escolar que mayoritariamente no los ha estimulado a la indagación.

Los estudiantes requieren un ambiente y ayuda para poder iniciar y consolidar el trabajo por proyectos: la escuela está llamada a ampliar las vivencias infantiles y a presentar a los niños nuevos retos, impulsándolos a que empiecen a hacerse más preguntas y a que tengan de esta manera *material* de donde plantearse proyectos. Los intereses de los niños no han de tomarse como algo dado, que la escuela debe sólo aceptar. Es obligación de la institución escolar contribuir

a acrecentar y a diversificar los intereses infantiles, gracias a las experiencias que proponga y a los recursos que acerque al alcance de sus manos. Recordemos que más allá del aula los niños no viven *espontáneamente*, sino que sobre ellos actúan, no siempre de manera positiva, diversos factores y ámbitos sociales: la televisión, el barrio, la familia...

De la escuela de la rutina y de la copia no pueden surgir ideas ni inquietudes. La escuela como medio ambiente rico en recursos y en experiencias es la que permite y apoya las interrogantes y las indagaciones. Por eso nos parecen tan importantes las que hemos llamado *experiencias desencadenantes*: ellas ofrecen vivencias ricas que nutren la mente infantil y pueden motivar a los pequeños a plantearse preguntas. También las actividades fértiles, dentro de su mayor estructuración, son labores que pueden contribuir a despertar la curiosidad infantil sobre ciertos asuntos.

La vida de los niños fuera de la escuela es otra posible fuente de ideas para proyectos. Por ello es importante dejarla entrar en el aula, en vez de cerrarle las puertas.

Entre las experiencias desencadenantes y las actividades fértiles puede haber unas orientadas a tal efecto. Por ejemplo, los textos libres, los dibujos libres, las carteleras de *Novedades* elaboradas con material que traen alumnos y maestra...

Otra buena idea en esta línea es la agenda de bolsillo del maestro italiano Mario Lodi (mencionada por Tonucci, 1990: 63). Este educador lleva siempre consigo una pequeña agenda donde anota temas de conversación que tienen los niños entre sí y que él alcanza a oír. Son *ecos* de la vida e intereses infantiles que le llegan antes de entrar al aula, en el transcurso de los trabajos de equipo o en los recesos. Lodi va tomando nota, y, después de unos días, analiza lo que tiene. Este material le sirve para conocer mejor a sus alumnos y, eventualmente, para sugerirles temas de proyectos. La experiencia en *bruto* de los niños es tomada y organizada por el educador, quien luego la devuelve a los estudiantes para que sigan trabajando a partir de ella.

La misma actividad investigativa es otra rica cantera de ideas para nuevos proyectos. Una indagación ayuda a responder ciertas preguntas pero a la vez plantea otras, y a medida que permite conocer determinados temas va develando nuevos campos culturales por explorar. Ésta es una gran diferencia entre los proyectos y los ejercicios y actividades que normalmente aparecen en muchos libros de texto: los proyectos no terminan con un final concluyente, sino que se abren nuevas interrogantes y a nuevas posibilidades de indagación, mientras que los ejercicios de texto son generalmente cerrados y suponen llegar a una serie precisa de resultados y a conclusiones con las cuales acaba el proceso, sin ulteriores desarrollos, sin viabilidad para experiencias nuevas y sin que se abran caminos (Ciari, 1977).

Como ayuda orientadora adicional que contribuya a perfilar indagaciones infantiles, es posible ir recopilando sugerencias concretas de las que a menudo aparecen en libros divulgativos y en manuales para maestros de ciencias. Cuando haga falta, pueden servir para que los niños escojan entre ellas lo que quieran hacer, usándolas como un banco de posibilidades a su alcance. No serían una imposición sino un conjunto de invitaciones y de sugerencias. Incluso una propuesta de este banco puede servir como punto de partida, para luego ser considerablemente modificada por los estudiantes investigadores. El educador puede ir construyendo su banco de ideas para proyectos gracias a esas y otras fuentes y a sus propios planteamientos.

El papel del docente

Defendemos el protagonismo de los niños en los proyectos, pero ello implica a la vez un papel muy activo del docente. El maestro tiene mucho que hacer en la clase de investigación, a pesar de que no lleva el proceso directamente.

Una de sus labores es, como hemos dicho, ayudar a los niños y las niñas a ampliar su campo de intereses, proponiéndoles nuevas vivencias y alentándolos en el uso de nuevos recursos. Es importante también que oriente a los estudiantes hacia una mayor profundización de sus inquietudes.

Adicionalmente debe ayudar a perfilar los temas de investigación entre los muchos asuntos que los estudiantes pueden plantear. En ocasiones, los alumnos exponen temas demasiado amplios, cuyo desarrollo llevaría a la frustración. Otras veces, por el contrario, las materias son muy concretas y hay que abrirlas un poco. A partir de los asuntos que los alumnos traigan a colación, conviene canalizar sus proyectos hacia aquéllos más *promisorios*, para que el docente sepa que pueden llevar nuevos y valiosos conocimientos o a la adquisición de importantes habilidades. Así lo señala Ciari (1981), quien destaca también como un criterio relevante la *continuidad*: son positivas las investigaciones que pueden vincularse con algo que ya se ha hecho antes y que representan un desarrollo de lo anterior, basándose en lo alcanzado para seguir adelante. El mismo autor destaca otros dos criterios dignos de tenerse en cuenta: por una parte, el de lo *esencial*, lo que no puede ser ignorado so pena de una visión limitada del mundo y, por otra, el de lo *típico*, lo que debe conocerse por común y preponderante.

Otro momento importante del trabajo del docente ocurre cuando las niñas y los niños están realizando el plan de su proyecto de investigación. En esta fase, compete a la maestra o al maestro revisar los planes infantiles y colaborar para que sean suficientemente realistas y específicos. Como hemos dicho, debe evitarse el peligro de imponer pasos que los estudiantes no han llegado todavía a necesitar, en la búsqueda por parte del educador de una sistematización prematura o de una exhaustividad demasiado temprana. Sería el caso, por ejemplo, cuando se exige a los alumnos que planteen hipótesis o controlen variables de manera forzada, sin haber empezado primero por el tanteo experimental abierto. Es importante acompañar y apuntalar el proceso de los alumnos para irlo haciendo cada vez más completo y riguroso, pero sin que los niños y las niñas dejen de considerarlo suyo.

Posteriormente, y a lo largo de la investigación, la educadora o el educador han de velar por el adecuado cumplimiento de las actividades,

conversando con los niños investigadores y ayudándolos a que ellos mismos vayan haciéndole el seguimiento a su trabajo. Para concluir, el docente debe alentar a los muchachos a que realicen una buena comunicación del resultado de su labor y contribuir a que reciban útil realimentación sobre la misma.

En el transcurso del trabajo la intervención del educador ha de incitar a los niños a profundizar en sus reflexiones, a pensar de manera más detenida y compleja y a relacionar más. Asimismo, sus explicaciones, más o menos extensas, pueden ofrecer saberes valiosos para el trabajo infantil.

Uno de los principales aportes del educador es el de crear en el aula un clima cálido, de apoyo y aliento a la investigación estudiantil. Investigar implica emprender nuevos caminos, no siempre exitosos, implica equivocarse y volver a empezar, implica llegar en ocasiones a calles sin salida. Repetir lo que hay en el libro no implica riesgo, mientras que buscar cosas nuevas sí. Los alumnos no podrán ser inquietos investigadores si en la clase se castiga el error con acciones que pueden ir desde la burla hasta el punto menos. Tampoco se animarán a realizar indagaciones si de múltiples maneras se les hace ver lo poco que saben y lo torpes que son. La investigación infantil, para prosperar, necesita un ambiente de confianza y apoyo, de comprensión ante los traspisés y de reconocimiento de los logros.

Puede apreciarse cómo el educador debe prepararse cada vez más para actuar en la clase de investigación, no sólo desde el punto de vista pedagógico sino también en el dominio de los temas científicos y tecnológicos. No se trata, desde luego, de que deba *saberlo todo* para cada proyecto infantil: allí está el aporte de los libros, de los videos, de los expertos, de la prensa... Pero sí es importante que las profesoras y los profesores acrecienten año con año su dominio de los temas de la ciencia y la tecnología, gracias a las lecturas, cursos, seminarios y otras fuentes de formación. El educador debe tener el conocimiento básico que le permita apoyar el trabajo infantil y orientar las adicionales búsquedas de información.

[...]

La prisa como enemiga

La actividad investigadora infantil necesita tiempo suficiente para poder desarrollarse de manera auténtica. Desconfiamos de los proyectos *de hoy para mañana*, que se plantean y se realizan aceleradamente. La escuela tradicional hace todo de manera muy rápida. En apariencia cumple con las labores, pero si examinamos más a fondo descubrimos que, con frecuencia, los productos son de poca calidad y el trabajo apenas araña la superficie del tema estudiado.

La investigación infantil requiere tiempo: tiempo para escoger el problema, para diseñar el plan de trabajo, para reformularlo si es necesario, para desarrollar lo planificado (con sus rectificaciones, sus idas y venidas, sus calles sin salida), y tiempo para la comunicación de resultados. Apurar el proceso guiando en exceso a los niños resulta contraproducente.

Los proyectos exigen tiempo, y mucho tiempo se puede consumir para resultados que a lo mejor se ven pequeños. Pero es que los proyectos son como *icebergs*: lo que se ve a primera vista es apenas una parte muy pequeña de todo lo logrado. En efecto, el esfuerzo de los muchachos y las muchachas en todos los procesos donde se ven involucrados a lo largo de la investigación implica muchas ganancias, más allá de lo observable en el estricto producto final. Docentes acostumbrados a la velocidad de las clases tradicionales, en las cuales un tema se ve en dos horas, pueden encontrar preocupante la lentitud del trabajo. Pero deben considerar que la verdadera formación, aquella que involucra a fondo a los estudiantes y pone en tensión todas sus capacidades, aquella que llega a valiosos avances en muy diversas facetas, es una tarea compleja y prolongada.

El horario tradicional de clase, con sus cortos lapsos compartimentados para asignaturas diversas, no favorece el trabajo por proyectos. Conviene dedicarle espacios más grandes de tiempo: una mañana o una tarde completas una o dos veces por semana. De esta manera, los niños pueden trabajar con tranquilidad en tareas que exigen concentración y dedicación, que no es posible resolver en 45 minutos.

Para los proyectos más complejos puede ser provechoso dedicar adicionalmente lapsos intensivos de labor de dos o tres días seguidos. Recordemos que este tiempo no se “pierde” puesto que gracias a él pueden lograrse aprendizajes de calidad en diversas áreas.

Lecturas recomendadas

- Acevedo Díaz, J. A. (1996), “La tecnología en las relaciones cts. Una aproximación al tema”, en *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), pp. 35-44.
- Aikenhead, Glen S. (1996), “Towards a First Nations Cross-Cultural Science and Technology Curriculum for Economic Development, Environmental Responsibility and Cultural Survival”, ponencia presentada en Octavo Simposio de la International Organization of Science and Technology Education (ioste), Alberta, Canadá, Edmonton, pp. 17-22.
- Aitken, John y George Mill (1994), *Tecnología creativa*, Madrid, mec/Morata.
- Alfieri, Fiorenzo *et al.* (1984), “A la escuela con un cuerpo”, en *Cuadernos de Educación*, núms. 113-114, Caracas, Laboratorio Educativo.
- Ciari, Bruno (1997), *Modos de enseñar*, Barcelona, Avance.
- (1981), *Nuevas técnicas didácticas*, Barcelona, Reforma de la Escuela.
- Fensham, P. J. (1987), “Changing to a Science, Society and Technology Approach”, en Lewis y Kelly, pp. 67-80.
- Fernández Berrocal, Pablo y Ma. Ángeles Melero Zabal (comps.) (1995), *La interacción social en contextos educativos*, Madrid, Siglo xxi.
- Freinet, Célestin (1975), *Técnicas Freinet de la Escuela Moderna*, 6ª ed., México Siglo xxi.
- (1977), “Por una escuela del pueblo”, en *Cuadernos de Educación*, núms. 49-50, Caracas, Laboratorio Educativo.
- Gethins, Elaine (1990), “Los procesos de escritura en el trabajo por tópicos”, en C. Sarah Tann, *Diseño y desarrollo de unidades didácticas en la escuela primaria*, Madrid, mec/Morata pp. 90-102.
- Gimeno Sacristán, José y Ángel I. Pérez Gómez (1992), *Comprender y transformar la enseñanza*, Madrid, Morata.
- Giordan, André (1985), *La enseñanza de las ciencias*, 2ª ed., Madrid, Siglo xxi.
- Harlen, Wynne (1989), *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, Madrid, mec/Morata.
- Hayes, Robert (1990), “Promoción de la inventiva de los niños pequeños”, en C. Sarah Tann, *Diseño*

- y desarrollo de unidades didácticas en la escuela primaria*, Madrid, mec-Morata pp. 112-122.
- Hierrezuelo, J. y A. Montero (1991), *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la física y la química*, Sevilla, Díada.
- Hurd, Paul de Hart (1982), "Biology for life and living: perspectives for the 1980s", en Faith M. Hickman y Jane B. Kahle (eds.), *New Directions in Biology Teaching*, Reston, Virginia, National Association of Biology Teachers.
- ICEM-Cannes (1980), "Un modelo de educación popular", en *Cuadernos de Educación*, núms. 71-72, Caracas, Laboratorio Educativo.
- Lacueva, Aurora (1985), "Recursos para el aprendizaje y desescolarización en la escuela básica", en *Cuadernos de Educación*, núm. 132, Caracas, Laboratorio Educativo.
- (1990), "El cuerpo del niño en la escuela", en *Revista de Pedagogía*, xi (21), pp. 9-14.
- (1996), "Las Ciencias Naturales en la Escuela Básica", en *Procesos Educativos*, núm. 10, Caracas, Fe y Alegría.
- (1997a), "Por una didáctica a favor del niño", en *Cuadernos de Educación*, núm. 145, 2ª ed., Caracas, Laboratorio Educativo.
- (1997b), "Retos y propuestas para una didáctica contextualizada y crítica", en *Educación y Pedagogía*, ix (18), pp. 39-82.
- Tonucci, Francisco (1990), *¿Enseñar o aprender?*, Barcelona, Graó (Biblioteca del maestro. Serie Alternativas).
- Waddington, D. J. (ed.) (1987), "Education Industry and Technology", en *Science and Technology Education and Future Human Needs*, vol. 3, Oxford, Pergamon Press.

Las experiencias desencadenantes*

Aurora Lacueva

¿Cuál es la utilidad de las experiencias desencadenantes?

¿Qué experiencias desencadenantes podrían implementar en sus cursos?

Abriendo ventanas

Las experiencias desencadenantes o estimuladoras tienen como propósito abrir ventanas a las niñas y niños, poniéndolos en contacto con fenómenos, ideas y prácticas poco conocidas por ellos y que encierran carga formativa. Estas experiencias son valiosas en sí mismas, por lo que permiten aprender y por las inquietudes que despiertan. Pero, además, las inquietudes incitadas pueden derivar hacia el desarrollo de proyectos de investigación diversos, los cuales nacerían así de la curiosidad infantil ante eventos interesantes.

La escuela tiende a estar muy encerrada entre sus cuatro paredes, volcada en sus rituales y rutinas, muchos de los cuales pueden haberse quedado obsoletos. A menudo, el mundo exterior anda más velozmente que la institución educativa. Las experiencias desencadenantes pueden ser un buen mecanismo para oxigenar el ambiente escolar, y ayudar a la escuela a ser vanguardia antes que retaguardia, vinculándola con nuevas ideas, nuevas tecnologías, nuevos equipos, materiales y procesos que no han llegado todavía a los libros escolares ni a los programas oficiales. Contribuyen a impregnar a la escuela de realismo, alejándola de artificiosidades. Asimismo, tienden puentes con los ámbitos del trabajo, de la recreación, de la comunicación de masas, del arte, de la naturaleza...

* En *Ciencia y tecnología en la escuela*, Madrid, Laboratorio Educativo/Popular, 2000, pp. 29-47.

Además, gracias a algunas de ellas los niños no tienen que dejar afuera su vida extraescolar cuando entran al aula. Al contrario, con estas experiencias la escuela da la bienvenida al mundo infantil y lo aprovecha para que, a partir de él, a partir de las realidades que ya les son conocidas, los niños adquieran nuevos saberes y destrezas.

Al mismo tiempo, con las experiencias desencadenantes la escuela revela a los estudiantes nuevos mundos, a los cuales no habían tenido aún acceso. Amplía así su acervo de experiencias, base para mayores reflexiones y estudios: creemos muy importante el papel de alimentadoras de la mente que tienen este tipo de actividades. Las visitas a industrias, parques y museos, las conversaciones con expertos, las lecturas estimulantes, los textos libres infantiles, van formando un conjunto de conocimientos, prácticas, vivencias y emociones, que poco a poco se van entretejiendo en la mente de los niños y que dan el fundamento para que surjan nuevas inquietudes, crecientes interrogantes, ulteriores curiosidades, las cuales pueden llevar a la realización de trabajos más sistemáticos, como las actividades fértiles y, sobre todo, los proyectos de investigación.

La colaboración de otras instituciones se hace necesaria para muchas experiencias desencadenantes: la sociedad debe abrirse para facilitar actividades formativas a los niños, poseedoras de una autenticidad, una complejidad y una

diversidad que la escuela no puede reproducir dentro de sus muros, y que sirve para posteriores reelaboraciones, reflexiones, ampliaciones y teorizaciones al interior del recinto escolar. Las gobernaciones, alcaldías y concejos municipales, las empresas públicas y privadas, las universidades, las organizaciones no gubernamentales de acción social... han de contribuir a la mejor educación infantil.

Base vivencial para construir conocimiento

Las experiencias desencadenantes forman un sustrato de vivencias directas, observaciones e intercambios sobre los cuales es más fácil y firme la construcción del conocimiento escolar. Por ejemplo, en una serie de estudios realizados con niños japoneses acerca de su apropiación de conceptos biológicos (Hatano e Inagaki, 1997), los investigadores detectaron que los niños que poseían mascotas, o que cuidaban animalitos en clase, poseían una rica base de conocimientos que les permitía usar sus nuevos saberes científicos de manera más flexible, realizar analogías y predicciones más plausibles y generalizar más que los niños que tenían el mismo conocimiento formal, pero carecían de la experiencia práctica.

Un enfoque que nos parece muy propicio es ofrecer durante los primeros grados abundantes experiencias que permitan ir construyendo intuiciones poderosas, que puedan luego trabajarse explícita y sistemáticamente.

Conviene ofrecer experiencias que complementen lo que los niños y niñas pueden vivenciar normalmente, por ejemplo, permitiéndoles interactuar libremente con fenómenos de flotación, flujo y turbulencia, o facilitándoles recursos y ayuda para que construyan diversas palancas, planos inclinados y poleas con los que traten de mover pesos diversos. Se ha comprobado que no es lo mismo, por ejemplo, que los niños sólo observen aparatos en movimiento o presencien demostraciones, a que ellos mismos diseñen mecanismos para mover pesos y experimenten *en sus cuerpos* el esfuerzo, digamos, de trasladar una caja por una rampa más o menos rugosa

o de subir un libro grande con unas poleas (Schauble y Bartlett, 1997).

Son muy importantes las experiencias que contradicen la vivencia cotidiana, por ejemplo, las de movimiento con roce mínimo, caída de cuerpos en el vacío o comportamiento de gases a muy bajas temperaturas. Ellas permiten el acceso a realidades ocultas por las condiciones usuales de nuestra vida. El papel de los museos, de las exhibiciones itinerantes, de los videos, de los contactos con universidades, puede ser muy importante en este sentido, pues en ocasiones este tipo de experiencias requieren materiales y equipos costosos que no pueden existir en cada escuela.

Las exploraciones y observaciones, tanto bajo la forma de experiencias desencadenantes como bajo la más modesta de actividades cortas y fértiles, deben ser diversas y abundantes, y deben sucederse año tras año, en diferentes contextos. Ellas proveen imágenes y episodios que pueden recordarse y reelaborarse posteriormente.

Actividades difusas

No pensamos que las experiencias desencadenantes tengan que planificarse con objetivos muy delimitados. Son actividades difusas, de las cuales diferentes niños pueden obtener muy diferentes aprendizajes. Son actividades exploratorias antes que conclusivas. Esto no impide, por supuesto, que otros contactos con el mundo de afuera sí se hagan con propósitos más definidos, dentro de proyectos de investigación concretos, por ejemplo. Es decir, no siempre una visita o una conversación con un experto serán "experiencias desencadenantes". En muchas ocasiones pueden planificarse con fines más precisos dentro de proyectos o actividades más estructuradas; de hecho, así debería ser, pues los proyectos implican necesariamente confrontación con la realidad, lo más directa posible: es factible que luego de una primera visita o diálogo "desencadenante" se regrese al mismo sitio o se retomen las conversaciones, ya dentro de un plan de investigación y unas actividades de recogida de datos más definidas. Los educadores sabrán calibrar cuándo una

determinada actividad conviene desarrollarla en el formato más impreciso y exploratorio de las experiencias desencadenantes y cuándo es beneficioso inscribirla de modo más preciso y estructurado, más intensamente trabajado y aprovechado, dentro de un proyecto de investigación. Incluso, es posible que algunas actividades sean cumplidas por la mayoría de los estudiantes de un grupo-clase como experiencias estimuladoras o desencadenantes, pero resulten asumidas por algún equipo en especial como parte de un proyecto propio y, en tal sentido, sean cumplidas con particulares características de rigor y sistematicidad.

Visitas

Las visitas pueden ser de toda la clase, de un equipo o de un solo alumno, según el caso. Pueden darse algunas más abiertas, menos preparadas por los niños, como experiencias desencadenantes. Y también son convenientes las visitas que ocurren dentro de proyectos de investigación y donde, por lo mismo, los niños acuden habiendo precisado más lo que quieren saber y lo que quieren preguntar y observar. Creemos que ambos tipos de visitas son beneficiosos: las visitas de explorar, de primer encuentro, abren ante los niños nuevas realidades y les ofrecen nuevas experiencias, son más ligeras y menos exigentes. Las visitas de investigación se hacen con un plan infantil más definido. Generalmente, los niños

deben elaborar para ellas guías de aspectos a observar y de asuntos a preguntar, también deben llevar más notas durante el proceso, realizar bocetos para posteriores dibujos, tomar fotografías, grabar entrevistas o conversaciones con el personal. Es decir, deben alcanzar un registro más sistemático de la experiencia.

Combinar ambos tipos de visitas es importante, pues si todas las salidas fueran exploratorias quizás el aprendizaje sería demasiado superficial. Y si todas las visitas fueran *investigativas* posiblemente los niños se verían demasiado presionados por las exigencias de la labor y podrían perder aprecio y disfrute por salidas y excursiones que conllevaran siempre tanta demanda de trabajo previo y posterior.

Las salidas abren también nuevas oportunidades para la integración del grupo y su mejor relación con el educador o la educadora, pues implican estar unidos ante el mundo poco conocido que se visita, y ofrecen momentos de interacción social más allá de los tradicionalmente pautados: en el transporte, durante la posible merienda, en el descanso, etcétera.

No nos parece recomendable que las visitas se realicen llenando minuciosas guías realizadas por el docente. En estos casos es más el tiempo que los niños pierden copiando datos que apreciando directamente y viviendo su experiencia.

Algunos lugares a visitar	
<ul style="list-style-type: none"> • Viveros. • Ventas de plantas. • Exhibiciones de horticultura. • Exposiciones de flores. • Granjas. • Acuarios. • Negocios de venta de animales. • Apiaríos. • Playas poco intervenidas. • Lagos y lagunas. • Bosques. • Parques y jardines urbanos. • Plantas y manufactureras (para los ni- 	<ul style="list-style-type: none"> • Floristerías. • Jardines botánicos. • Siembras de flores. • Huertas. • Zoológicos. • Crías de animales diversos (aves, conejos, cerdos...). • Ferias de animales. • Explotaciones agrícolas o ganaderas. • Ríos y arroyos. • Montañas. • Parques naturales. • Cortes de carretera.

ños más pequeños, convienen las de productos que ellos conozcan: juguetes, alimentos procesados, utensilios domésticos..., es mejor dejar para el final de la escuela básica la visita a industrias como siderúrgicas, plantas petroquímicas o refinerías, donde los procesos son más complejos y los productos no son del directo conocimiento de los niños).

- Laboratorios industriales.
- Lugares de trabajo de investigadores, tanto sus oficinas, laboratorios y bibliotecas como sus campamentos.
- Talleres de artesanos (loceros, tejedores, zapateros...).
- Planetarios.
- Monumentos.
- Otras escuelas.
- Centros de la tercera edad.
- Aeropuertos.
- Alcaldía.
- Sindicatos.
- Bancos.
- Carpinterías.
- Herrerías.
- Talleres de lutería.
- Acueductos.
- Rellenos sanitarios.
- Mercados y supermercados.
- Empresas de servicios públicos como energía eléctrica, agua, teléfonos, gas, recogida de basura, correos...
- Pozos petroleros.
- Un sitio quemado.
- Itinerarios urbanos o naturales preparados por la escuela o por otra institución.

- Plantas de reciclaje (de papel, de vidrio...).
- Talleres de artistas plásticos (pintores, escultores, dibujantes, ceramistas, orfebres).
- Museos (de los niños, de ciencias, de tecnología, de arte...).
- Archivos.
- Bibliotecas.
- Centros sanitarios.
- Puertos.
- Iglesias.
- Concejo municipal.
- Sedes de partidos políticos.
- Almacenes.
- Aserraderos.
- Ventas de muebles.
- Plantas de tratamiento de aguas blancas y negras.
- Embalses.
- Estaciones de bomberos.
- Estaciones de radio y televisión.
- Instalaciones deportivas.
- Centrales termoeléctricas o hidroeléctricas.
- Teatro infantil.
- Conciertos para niños.
- Canteras.
- Editoriales, imprentas, fotolitos.
- Refinerías.
- Edificio en construcción.
- Espectáculos folclóricos.
- Cine para niños.
- Minas.

¿A dónde podemos ir a pie?

Es buena idea, como sugiere Williams (1986), investigar los sitios interesantes situados a una distancia de la escuela que permita cubrirla a pie: tiendas, talleres, baldíos, jardines...

Conversaciones con expertos

Se invita a la clase o se va a visitar a una persona con quien vale la pena hablar, pues tiene conocimientos, experiencias y/o destrezas que puede comunicarnos. Al igual que en el caso de las visitas, también puede haber conver-

saciones más cuidadosamente preparadas y registradas, como parte de un proyecto. Y diálogos más informales e “introdutorios”, como experiencias desencadenantes.

El experto aporta conocimientos abundantes, actualizados y directos sobre su área, comple-

mentando la acción del educador. Permite un acercamiento de primera mano a las teorías especializadas que posea y, más allá, a su metodología y hasta a aspectos de su epistemología. Además, el experto puede incidir de manera interesante en el área afectiva: por el interés por su campo que transmite, por los valores que defiende, por la emoción de los relatos de sus vivencias, etcétera. Ayuda a los estudiantes a ubicarse en el contexto más amplio de su labor: su lugar de trabajo, sus relaciones con colegas, ayudantes y/o clientes, sus rutinas... Su contribución representa mucho más que algunas nociones nuevas.

Las conversaciones resultan así enriquecedoras, sobre todo si forman parte de todo un programa de actividades alrededor de un tema, de manera que cuando llegan los expertos los niños tienen ya preguntas que hacer y dudas que aclarar.

La gama de expertos puede ser muy amplia: desde un escalador de montañas hasta una especialista en educación sexual, desde una pintora hasta un ebanista, desde una entomóloga hasta un anciano de la comunidad...

Es importante la presencia de investigadores e investigadoras científicos y tecnológicos, que ayuden a los niños a conocer desde adentro estas áreas de actividad humana. No sólo de manera explícita y directa, sino también implícitamente,

de forma difusa, ofrecerán a los estudiantes las concepciones y las valoraciones desde la perspectiva del científico o del tecnólogo. De este modo, una geóloga que guíe a los estudiantes en una visita a unas fumarolas o un agrónomo que discuta con ellos acerca de los cultivos de cítricos de la región, les transmitirán por su lenguaje y su temática su visión sobre los fenómenos del planeta o la vida de las plantas. El contacto con científicos y tecnólogos y con trabajadores especializados en áreas científicas y tecnológicas es además interesante para el estímulo de vocaciones en tales campos. Recomendamos balancear estos invitados en cuanto a edad, sexo, área y otros factores.

También, considerando el interés de la que hemos llamado investigación ciudadana (véase el capítulo Los proyectos de investigación), conviene invitar de vez en cuando a personajes modelo de este tipo de indagación: miembros de organizaciones ambientalistas, de asociaciones de defensa de los derechos humanos, de sociedades de lucha por los derechos de los niños, de grupos organizados para enfrentar algún problema social vinculado con la ciencia o la tecnología...

A menudo, es interesante que sean los propios niños quienes inviten a los expertos, con la ayuda y orientación del docente.

Algunos expertos con quienes se puede conversar

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Artesanos. • Jardineros, hortelanos. • Artistas escénicos. • Investigadores tecnológicos. • Técnicos de laboratorio. • Electricistas. • Constructores, topógrafos, maestros albañiles. • Plomeros. • Enfermeras. • Técnicos que reparan electrodomésticos, fotocopiadoras, relojes... • Exploradores, naturalistas. • Montañistas. • Ancianos de la comunidad. | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajadores industriales o agrícolas especializados. • Artistas plásticos. • Investigadores en las áreas de ciencias-naturales, ciencias sociales y humanidades. • Profesionales diversos: médicos, ingenieros, arquitectos, químicos, agrónomos, biólogos, farmacéuticos, economistas... • Estudiantes universitarios. • Personas que desarrollan una afición o hobby interesante. • Submarinistas. • Fotógrafos de la naturaleza, profesionales y aficionados. |
|--|--|

- Personas nacidas en otros países o en regiones lejanas del propio país.
- Miembros de organizaciones de defensa de los derechos humanos, en particular de los de los niños.

- Miembros de organizaciones ambientalistas, de defensa de los animales y otras.

Instrumentos que abren mundos

Consideramos aquí el contacto inicial con nuevos instrumentos, que permiten acceder a realidades no alcanzables en condiciones usuales. Pensamos en un primer encuentro estimulador, donde la idea sería familiarizarse con el aparato y asomarse al mundo que el mismo abre.

Posteriormente, ya el instrumento se incorporaría al equipamiento normal disponible para las investigaciones, a solicitar cuando se requiera. Ejemplos de este tipo de instrumentos serían la lupa binocular, el microscopio, el telescopio, la radio de onda corta, la red de redes telemática o el correo electrónico.

Obtener, organizar y/o elaborar recursos

Preparar con el docente recursos para la clase puede constituir para los niños una experiencia desencadenante: ayudar a montar el rincón de ciencias, recolectar materiales de desecho en lugares diversos, construir equipos, elaborar fichas autocorrectivas, organizar recursos por grupos, clasificar los materiales de los diversos archivos...

Estos trabajos, a la par que contribuyen a construir un mejor ambiente de aula, logran que los alumnos se enfrenten a ciertos retos amplios y a problemas interesantes, y quizás despiertan también curiosidades nuevas.

Conferencias de los niños

La técnica de las conferencias, desarrollada por la escuela freinetiana, consiste en que siempre que un niño tenga un tema interesante que presentar a sus compañeros puede anotarse para hacerlo. Realizará así una pequeña exposición, mostrará fotografías y objetos, quizás hará escuchar parte de un disco y, de acuerdo con su edad, se apoyará en algunas transparencias o

podrá utilizar mapas o gráficos. Los temas de las conferencias no deben ser impuestos por el maestro, sino que han de ser asuntos conocidos por los niños y sobre los cuales ellos quieren hablar: un viaje que han realizado, una afición que desarrollan (colecciones, artesanías, música...), un espectáculo cultural fuera de lo común que han presenciado, noticias del país de sus padres o abuelos, entre otras posibilidades.

Puede notarse que la conferencia tiene propósitos más precisos para quienes la realizan, pero resulta una experiencia desencadenante para quienes la escuchan. Por eso la incluimos en esta sección.

Exhibiciones

Montadas por el docente o por un equipo de niños: se centran en algún tema interesante y recogen muestras, fotografías, breves textos explicativos, gráficos, libros para hojear, e incluso materiales y equipos para que el público realice observaciones o pequeñas experiencias, como serían ver detalles de una planta con una lupa o mezclar dos sustancias para registrar una reacción química o golpear el primer péndulo de una serie y constatar las consecuencias. Las exhibiciones son seguramente un proyecto para quienes las montan, pero una experiencia desencadenante para quienes las visitan.

El cultivo de plantas

Se trata de una experiencia amplia, a mediano plazo, que permite aprendizajes muy diversos. Puede plantearse bajo la modalidad de huerto escolar, jardín de flores, jardín o jardinera de plantas aromáticas, siembra en macetas, acuario de algas y/o de plantas superiores, entre otras opciones.

Contactos con animales

No propiciamos tener animales enjaulados por largo tiempo en las escuelas, pero sí creemos que el contacto más o menos cercano con animales diversos es una experiencia enriquecedora, que puede plantear interrogantes para el estudio científico. Invertebrados y algunos vertebrados pequeños pueden mantenerse en el aula por algunos días, otros animales pueden entrar en ella por una jornada, y aun a otros podemos visitarlos en su propio ambiente natural.

La cocina

Cocinar en la escuela es una actividad ancha, que alude de alguna manera a diversos temas científicos: mezclas y soluciones, coloides, cambios químicos, combustión, calor, mediciones de peso, volumen y tiempo, percepción de olores y sabores... También afecta a la educación para la salud, en el aprendizaje por la práctica de hábitos higiénicos o en la consideración de diversos tipos de alimentos y sus propiedades y efectos. Implica a la educación del consumidor, al considerar el buen estado de los productos, la lectura de la información que traen las etiquetas, la comparación entre productos similares, los precios, la presentación, la conservación...

Se trata, por supuesto, de una tarea de la esfera tecnológica. Rica a la vez en componentes sensoriales y estéticos: desde la presentación de los platos hasta la degustación de una realización exitosa... En el mercado se consiguen diversos recetarios adaptados a las edades infantiles.

El barro

Trabajar el barro es una actividad bastante abierta, de la cual pueden surgir distintos interrogantes y nuevas actividades y proyectos. Esta labor plantea retos en cuanto a tipos de barro utilizado, mezclas, moldes, uso del torno, energía solar, resistencia de materiales y de formas diversas... Desde luego, el área tiene vinculaciones también con educación estética.

Proyectos exploratorios

Son trabajos que invitan a explorar libremente en un área, a “jugar” con materiales y equipos sin muchas directrices. Los elementos suministrados

y la naturaleza del tema permitirán asegurar que los estudiantes encuentren cosas interesantes gracias a su esfuerzo. Serían ejemplos de proyectos exploratorios: interaccionar con imanes y materiales metálicos y no metálicos; intentar mezclas entre líquidos y sólidos diversos; indagar lo que pasa con poleas y pesos variados... Luego de estos encuentros de familiarización y exploración pueden darse discusiones, lecturas, exposiciones del docente, observación de videos... Y quizás, si hay interés, se pase a una segunda ronda de proyectos: comprobaciones más sistemáticas de ciertas hipótesis, confirmaciones de hallazgos de compañeros o invitaciones más guiadas a la investigación.

Durante la primera ronda de proyectos, las preguntas del educador y sus sugerencias (poco directivas) pueden ayudar a no perder el rumbo del trabajo.

Acción comunitaria

Participación de los niños o jóvenes en alguna acción de tipo comunitario, organizada por la propia escuela o, más comúnmente, por otra institución social. Algunas acciones pueden ser de una sola jornada, como siembra de arbolitos, recogida de basuras el Día de las Playas, entrega de propaganda a la puerta de la escuela en el Día de No Fumar, etcétera.

Otras acciones pueden extenderse más, por ejemplo un día a la quincena durante dos o tres meses. Sería el caso de colaboraciones más sistemáticas al estilo de servicios o pasantías en la comunidad: en jardines de infancia, bibliotecas, parques o centros de información. En general, estas actividades resultan más apropiadas para los jóvenes de los últimos grados de la educación básica y para los estudiantes de nivel medio.

Texto libre

Son escritos que los niños traen a la escuela cuando así lo desean. Pueden ser relatos de cosas que les han pasado o han presenciado, cuentos o poesías inventados por ellos, opiniones, propuestas... Se trata de una fructífera técnica desarrollada por Célestin Freinet (1974, 1975).

Es importante el trabajo que se hace con los textos: cada niña o niño lee el suyo, o bien el maestro lo hace. Recuérdese que nunca habrá 30 textos el mismo día, pues no es una tarea sino un aporte espontáneo: podrá haber cinco, uno o ninguno. Luego, la clase elige uno o unos pocos que considera más interesantes. Puede ser que se le pida a la autora o al autor que lo complete o lo mejore de alguna manera, añadiendo precisiones o aclarando ideas. A menudo, los escritos de los niños son escuetos y los compañeros se dan cuenta de que faltan detalles para entender cabalmente una historia o para captar los sentimientos y las emociones de los protagonistas.

Con posterioridad, se va copiando el texto elegido en la pizarra y, entre todos, se revisan deficiencias de redacción y ortografía. Finalmente, se imprime para el periódico, la cartelera y/o el Libro de Vida de la clase. También varios de los textos pueden utilizarse para el envío a escuelas corresponsales y para la distribución a los padres. En ocasiones, con textos libres sobre un mismo tema pueden hacerse monografías (de animales, de ambientes, de problemas de salud...). En todo caso, los textos no usados de otra manera o bien las copias de los que tienen otros destinos pasan al portafolio de cada niño. Freinet recomendaba la imprenta o la "batea" escolar. Hoy en día, el material puede reproducirse usando computadora, impresora y fotocopidora. Generalmente, se le añade alguna ilustración original, sea copiada a mano, con linóleo, a multígrafo, fotocopiada o escaneada.

En el caso de los grados medios y superiores, cuando los textos son ya más largos, resulta difícil leerlos todos en común. Entonces puede resultar conveniente que un comité de redacción formado por un equipo (rotatorio) de niños y niñas elija uno o unos pocos textos, que se corregirán luego colectivamente. El educador puede encargarse de corregir los restantes, o bien se devuelven a sus autoras y autores.

El trabajo puede quedar aquí. Pero a veces es posible que el texto libre provoque una conversación que genere la idea para una actividad o un proyecto de investigación. En todo caso, es

un mecanismo muy bueno para asomarse a las inquietudes e ideas de los niños, a la vez que asegura un constante flujo de materiales para el periódico o la cartelera.

No tiene ningún sentido mandar hacer un "texto libre" como tarea. De esta manera, deja de ser libre. La clave de esta técnica es que tanto el tema como la oportunidad son decididos por los niños y niñas autores. La posibilidad de que sus obras sean reproducidas y divulgadas es una importante motivación para que los estudiantes escriban sus textos libres.

Esta actividad permite mejorar el dominio de la escritura y la lectura. Y afina las capacidades de observación, descripción y narración: los textos confusos e imprecisos son con frecuencia criticados por los compañeros. Además, al imprimir, sea por medios mecánicos o electrónicos, los niños desmitifican al texto impreso, que está ahora también a su alcance, y que deja de ser algo verdadero e intocable sólo por ser impreso. La selección por votación del curso y no por decisión del maestro o maestra le añade otras connotaciones de interés a este trabajo. Sin embargo, es importante que el docente anime a los niños a equilibrar su decisión, de manera que todos tengan oportunidad durante el año de ser escogidos al menos una vez. La corrección en común permite que los niños vayan aumentando su dominio del lenguaje, tanto en el aspecto gramatical como, más allá, en el expresivo. El carácter libre de los textos y la necesaria selección para la impresión incita a los niños a su lectura.

Como se ve, es una actividad principalmente del área de lengua, pero que puede tener interesantes derivaciones hacia ciencias y educación para la salud. Además, la bella y efectiva impresión de los trabajos se adentra en el campo del diseño gráfico. Y el proceso exige buena organización en equipos y trabajo cuidadoso.

Aunque el texto es libre, ello no significa que se escriba por impulso o por capricho. Observemos que la escuela ha de ofrecer mecanismos que inciten a escribirlo y que le den un sentido: la necesidad de que salga el periódico escolar, las preguntas que hacen los niños corresponsales, el interés de ver nuestro pensamiento impreso... El propio Freinet señala que, al principio, los niños

que no están familiarizados con este trabajo tienden a escribir textos superficiales, descripciones impersonales de hechos o fenómenos. Pero, poco a poco, los muchachos irán logrando sumergirse más en la experiencia y expresarse de manera más auténtica y profunda, si el docente sabe orientar la actividad de manera adecuada. La misma formación científica lograda en la escuela podrá enriquecer los textos libres, pues los niños manejarán conceptos más variados y potentes y, al saber más, podrán observar mejor su entorno. Sobre el texto libre puede consultarse también Ciari (1981).

Dibujo libre

Es una técnica similar a la anteriormente descrita, pero basada en ilustraciones. En ocasiones puede primar en ella lo artístico, en otras, lo informativo o lo testimonial. Los dibujos también pueden evaluarse colectivamente, como los textos. Recordemos no alterar su carácter libre, pues de lo contrario se desvirtúa la actividad.

Los niños plantean sus propias preguntas

Durante el desarrollo de algunos temas especialmente propicios, se tiene una hoja grande pegada en la cartelera o en la pared para que los niños que quieran vayan anotando sus preguntas, firmadas. Luego de un tiempo, se analiza la lista de interrogantes: ¿qué preguntas se pueden responder entre todos?, ¿qué preguntas quisieran consultar en la biblioteca?, ¿qué preguntas quedan pendientes para grados superiores? Hay incluso preguntas que los científicos todavía están estudiando, y que no tienen aún respuesta fundada.

Ocasionalmente, el educador o la educadora puede sugerir que se generen determinado tipo de preguntas; por ejemplo: preguntas que empiecen con “¿Qué pasará si...?” o con “¿Qué relación hay entre...?”.

La escuela le hace demasiadas preguntas a los niños. Conviene más bien dejar que sean los niños los que planteen sus propias preguntas, a lo largo de los diferentes trabajos.

Lecturas “libres” y del docente

La propuesta es leerles a los niños poesías, fábulas, cuentos sobre temas vinculados a la clase de ciencias, porque aludan a animales, plantas, diversos ambientes, el agua, los fenómenos del tiempo, profesiones determinadas... También, leerles libros informativos interesantes, o capítulos de los mismos: animales de la selva, vida en una estación espacial, biografía de un científico o tecnólogo, episodios llamativos de la historia de la ciencia o de la tecnología... De estos textos pueden leerse unas pocas páginas cada día, para no cansar a los estudiantes.

En ocasiones, los propios niños pueden leerle a sus compañeros, practicando previamente su lectura. Es importante que los niños lean textos escogidos por ellos mismos de la biblioteca escolar o de su hogar u otras bibliotecas, previa consulta con el docente; el educador o la educadora también pueden orientarlos en su búsqueda, de ser necesario.

De manera adicional, es conveniente que cada alumno disponga de tiempo para hojear y leer por su cuenta libros que le llamen la atención, presentes en la biblioteca del aula y la escolar, y que tengan alguna relación con los temas de naturaleza, tecnología, ciencia y sociedad: textos divulgativos, biografías, relatos de viajeros, descripciones de naturalistas, novelas, cuentos... Sería interesante que en la biblioteca se llamara la atención sobre estas obras, seleccionándolas como libros del mes, por ejemplo. Es necesario que el educador se familiarice con los libros presentes en la biblioteca escolar. Este tipo de actividades se vincula estrechamente con el área de castellano.

Canciones

Cantar canciones relacionadas con ambientes naturales, animales, plantas, oficios, alimentos... Importa cuidar la calidad artística de las canciones elegidas, así como la de los cuentos y poesías a que hacemos referencia en la sección anterior. A veces, se han producido obras para niños que pecan de didacticismo y hasta de ramplonería. Pero las canciones bellas resultan un estímulo a la sensibilidad y al intelecto, son tonificantes y, de manera sutil nos vinculan con los mundos a que hacen referencia.

Conviene buscar canciones en los repertorios infantiles y folclóricos (tanto propios como de otros países), así como en los de compositores populares y más “académicos”.

La calidad no está reñida con el humor. Quizás hemos sido tradicionalmente demasiado serios en la escuela. Las canciones graciosas, las poesías humorísticas, los cuentos de la picaresca criolla, pueden ofrecer una buena contribución formativa a la par que estimulan la alegría.

Colecciones de obras de arte

La idea es coleccionar reproducciones de pinturas, dibujos y grabados sobre temas de la naturaleza: mar, árboles, flores, perros, caballos, selva, sabana... Conviene buscar autores nacionales y de otros países. A partir del material coleccionado, los niños pueden montar exposiciones temáticas vinculadas a proyectos de la clase o usar una o dos obras como parte de sus exhibiciones y carteleras. Además, pueden simplemente curiosear en las colecciones.

Videos

Observar películas de ficción o documentales que puedan tener algún interés para el área. Por una parte, documentales sobre ecosistemas diversos, viajes de exploración, vidas de científicos y tecnólogos, entre otros. También resultan valiosas las películas de ficción que aludan, por ejemplo, a temas científicos, a problemas sociotecnológicos o a ciencia ficción.

Puede irse organizando una buena videoteca gracias a grabaciones de programas relevantes de televisión, a donaciones de empresas y a algunas compras. En ocasiones, luego de la proyección puede organizarse un cine-foro.

Correspondencia interescolar

Anima a los niños a leer y a escribir, puesto que se hace con un sentido: para comunicarse con otros niños. La actividad puede tener importancia también en relación con el área de ciencias naturales, pues los correspondientes pueden hablar de ambientes naturales, animales, plantas, industrias, poco conocidos o desconocidos por

los alumnos. Asimismo, se pueden compartir noticias sobre enfermedades, accidentes, y otros temas de educación para la salud. Gracias a la correspondencia, todos estos temas se conocen a través de los ojos de otros niños y niñas, en relatos y explicaciones vivos y directos, de gran contenido humano.

Los alumnos no solamente pueden intercambiarse escritos, sino también dibujos, fotografías (incluso de ellos mismos trabajando en clase o en salidas), casetes grabados por ellos mismos, y hasta objetos como minerales, flores, dulces típicos o pequeñas artesanías.

En primer grado el docente puede ayudar a los niños a escribir pequeños textos. Al principio, el maestro o la maestra puede escribir lo que le dicten los niños, luego los pequeños pueden copiar lo que el maestro escriba en primera instancia gracias a su dictado, llegando finalmente a la escritura infantil directa.

Es recomendable aprovechar los intercambios para el enriquecimiento de los ficheros de fotografías de la clase o de la escuela, y para la completación de datos y el acopio de materiales necesarios en las investigaciones que se desarrollan en el curso. Los propios resultados de los trabajos de investigación hechos en clase son un buen material para la correspondencia, pues puede ser fatigoso escribir textos largos especialmente para los correspondientes. Otra buena idea es mandar uno o varios ejemplares del periódico hecho en la clase o en la escuela.

Una ventaja adicional de los correspondientes es que sus preguntas pueden dar pie a investigaciones. Con frecuencia lo cotidiano, lo habitual, no llama la atención de los niños, pero las preguntas de los correspondientes o la necesidad de explicarles cosas puede ayudar a ver de manera diferente la vida de todos los días, problematizándola.

El intercambio epistolar vale más la pena cuando se desarrolla entre escuelas de localidades diferentes, preferiblemente situadas en zonas disímiles (costa y montaña, campo y metrópolis, indígenas y criollos), lo que asegura que los niños tendrán novedades que comunicarse entre sí. Guarda poco sentido intentar desarrollar la correspondencia entre niños de

la misma ciudad. Un área de mucho interés es el intercambio entre niños de diferentes países. En América Latina, con la ventaja de un idioma común o muy similar, en el caso del portugués, este intercambio se ve favorecido. La correspondencia puede ser de grupo-clase a grupo-clase, pero también de niños entre sí.

Desde el punto de vista del educador, esta actividad ayuda a salir un poco del tradicional aislamiento que viven los docentes. Para conseguir escuelas corresponsales se puede recurrir a diversas vías: ex compañeros de estudios, colegas de talleres o cursos de capacitación, asistentes a encuentros o congresos de educadores, contactos gremiales...

El mal funcionamiento del correo pone trabas muy grandes a esta excelente iniciativa, quizás superables en algunos casos a través de vías alternas de comunicación. Con el desarrollo de la comunicación electrónica, se abren nuevas posibilidades de expansión para esta actividad pedagógica; las cuales, de hecho, ya están siendo explotadas en diversos países de todo el mundo.

Encontramos poco interesante el intercambio basado exclusivamente en temas impuestos a los niños por las escuelas o por entidades superiores, y menos aún si es a partir de formatos a rellenar.

Correspondencia con estudiantes de carreras docentes

Entendemos que esta comunicación podría ser más ocasional que la anterior. Pero puede

resultar muy formativa e interesante, tanto para los escolares como para los docentes en formación. Cada grupo-clase podría comunicarse con un estudiante de carrera docente, contándole sucesos de la clase, inquietudes y vivencias, y mandándole también algunos de los trabajos realizados por el curso durante el lapso.

El docente en formación podría comentar estos trabajos y narrarles también a los niños episodios sobre sus propias experiencias como estudiante de magisterio. También podría enviarles lecturas interesantes: poemas, cuentos, descripciones... O bien ideas para actividades o fichas autocorrectivas.

Los estudiantes de docencia podrían discutir en equipos y en toda su clase los envíos de los niños corresponsales.

Bibliografía

- Ciari, B. (1981), Nuevas técnicas didácticas, Barcelona, Reforma de la Escuela (*Le move teniche didattiche*, Editori Tiuniti, Roma, 1971).
- Freinet, C. (1974), *El diario escolar*, Barcelona, Laia (Biblioteca de la escuela Moderna, 17) (*Le Journal Scolaire*, Éditions de l'École Moderne, Cannes, 1967).
- Hatano, G. y K. Inagaki (1977), "Qualitative changes in intuitive biology", en *European Journal of Psychology of Education*, XII (2), pp. 111-130.
- Schauble, L. y K. Bartlett (1997), "Constructing a science gallery for children and families: the role of research in an innovative design process", en *Science Education*, 81 (6), pp. 781-793.
- Williams, L. VI. (1986), *Aprender con todo el cerebro*, Barcelona, Martínez Roca (*Teaching for the Two-Sided Mind*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1983).

Objetivos de la educación ambiental*

UNESCO-PNUMA

**¿Cuáles son los principios básicos del desarrollo sustentable?
¿Qué aspectos constituyen la calidad de vida?
¿Cuál es la relación entre educación ambiental, desarrollo sustentable y calidad de vida?**

Los objetivos de la educación ambiental a nivel mundial son difíciles de definir, dada la diversidad de las situaciones. Deben adecuarse a la realidad económica, social, cultural y ecológica de cada sociedad y región, y especialmente a los objetivos específicos de su desarrollo.

Uno de los primeros objetivos de la educación ambiental consiste en hacer comprender la compleja estructura del medio ambiente, que es el resultado de la interacción de sus aspectos físicos, biológicos, sociales y culturales. En consecuencia, debería proporcionar al individuo y, a través del mismo, a la colectividad, los medios para interpretar la interdependencia de estos elementos en el espacio y en el tiempo, para favorecer una utilización racional y prudente de sus posibilidades, para la satisfacción de las necesidades materiales y culturales presentes y futuras de la humanidad.

Además, la educación deberá resaltar la importancia del medio ambiente en el desarrollo. Para ello, deberá informar sobre las alternativas de desarrollo que perjudiquen al medio ambiente lo menos posible, y favorecer modos de

vida que permitan una relación más armoniosa con éste.

Por último, la educación ambiental deberá dar una idea clara de la interdependencia económica, política y ecológica del mundo moderno. En este sentido, tiene el importante papel de desarrollar un espíritu responsable y solidario entre países y regiones, cualquiera que sea su nivel de desarrollo, para establecer un orden internacional que asegure el mejoramiento del entorno humano.

Esto implica que la educación ambiental debe desarrollar nuevas competencias y nuevos comportamientos con respecto al medio ambiente y divulgar nuevos conocimientos.

Respecto a estos últimos, la educación deberá proporcionar, a diferentes niveles de especificidad según el público a quien se dirija, los medios para percibir y comprender la relación entre los diferentes factores biológicos, físicos y socioeconómicos, cuya actividad determina el medio ambiente en el tiempo y el espacio. Estos conocimientos, que deberán provocar comportamientos y acciones que favorezcan la preservación y la mejora del entorno, serán adquiridos mediante la observación, análisis y la *experiencia práctica* en el entorno específico.

Los cambios de comportamiento respecto al medio natural no se producirán realmente hasta que la mayoría de los miembros de una sociedad no haya asimilado la nueva concepción y los valores positivos respecto al medio ambiente,

* Texto elaborado mediante la selección de fragmentos de los textos: *La educación ambiental en la escuela secundaria. Lecturas*, México, SEP, 1999, pp. 102-103 y 123-124, y "Lección I. El desarrollo sustentable: ¿alternativa a la crisis ambiental?", en *La educación ambiental en la escuela secundaria. Guía de estudio*, México, SEP, 1999, pp. 65-66, 74 y 83-84.

para concebir una manera diferente de vivir. La educación deberá clarificar los problemas y los valores, económicos, éticos y estéticos, de los individuos y de las colectividades, en la medida en que influyen en el medio ambiente, y fomentar el diálogo que permita discutir sobre las opciones y los valores que los justifiquen.

En lo que respecta a las competencias, se pretende proporcionar a todos los miembros de la colectividad, según el grado de complejidad, una amplia gama de actividades científicas y técnicas para poder actuar de una manera racional sobre el medio ambiente. Se trata de adquirir, analizar, sintetizar, difundir, aplicar y evaluar los conocimientos relativos al medio ambiente, a fin de encontrar soluciones a los problemas que plantea la defensa del mismo. Es mediante la práctica directa y concreta de actividades tendientes a preservar y mejorar el medio ambiente como se desarrollarán mejor dichas capacidades.

La contribución de la educación al mejoramiento de la gestión del patrimonio común que constituye la Tierra es capital: sensibiliza a todos los estratos de la población sobre los problemas prioritarios que se planteen; introduce conceptos y actividades para atajar estos problemas y poner de relieve los intereses o los valores que estén en juego en cada situación; tiene el poder de hacer que se adquiera el saber, el *savoir-faire* y la voluntad necesarios para resolver los problemas del medio ambiente.

No se trata, por lo tanto, de limitarse a intercambiar información y conocimientos sobre determinados problemas, tales como la protección de especies en vías de extinción o la contaminación de zonas recreativas. Tampoco sirven de nada las fórmulas para evaluar los daños causados en una región. Estas fórmulas parciales han fracasado porque crean entre el público cierta sensiblería que desemboca en pasividad y terminan por hacer que se eludan los problemas, que se confundan con las consecuencias de la contaminación y cuyas causas no se investigan.

Por el contrario, es preciso incorporar la educación ambiental a los procesos educativos modificando los contextos educativos institu-

cionales. Esta operación beneficia al sistema educativo, tal y como lo han demostrado diversas experiencias innovadoras. Concretamente, se ha podido demostrar la pertinencia y eficacia social de los procesos educativos, lo que debería tranquilizar a los responsables de tales decisiones, a veces reticentes a correr el riesgo de llevar a cabo innovaciones. Esta incorporación no es sin embargo ni evidente ni espontánea, ya que implica un cambio de modelo educativo a un plazo más o menos largo.

Desde esta óptica, la Conferencia de Tbilisi¹ jugó un importante papel, ya que contribuyó a precisar conceptos y a identificar los objetivos y características de la educación ambiental.

[...]

Lineamientos, propósitos y objetivos de la educación ambiental

A pesar de que no pueden existir objetivos particulares que se generalicen a todos los lugares del mundo, dada la diversidad de situaciones, existen lineamientos y propósitos generales para la educación ambiental, emanados del análisis de los problemas del mundo en las distintas reuniones internacionales. Por ejemplo, se reconoce que los problemas ambientales tienen forzosamente que ser analizados tanto desde el punto de vista de la naturaleza como del de la sociedad, dada su compleja e inseparable relación. Aquí un principio rector es el mejoramiento de la calidad de vida de los humanos de hoy y de mañana.

Por otra parte, identificando que el mundo de la información no es suficiente para solucionar y formar a los sujetos, sino que se requiere de un trabajo de transformación de los valores

¹ En Tbilisi, Georgia (ex Unión Soviética), tuvo lugar en 1977 la Conferencia Intergubernamental sobre el Medio Ambiente. Entre sus objetivos estaba procurar que los grupos sociales e individuos tomaran conciencia de los problemas ambientales desde una perspectiva global. Asimismo se propuso influir en los ambientes colectivos e individuales para que la gente no sólo estuviera al tanto de la situación ambiental, sino que participara activamente en el mejoramiento y protección del medio [n. del ed.].

que movilizan nuestros mundos, la educación ambiental plantea lograr cambios de comportamiento conscientes, producto de la asimilación de una nueva concepción de la relación sociedad-naturaleza.

[...]

Los objetivos de la educación ambiental nos indican *qué* queremos lograr.

La educación ambiental aspira a desarrollar en cada individuo:

- a) Sensibilidad hacia los acontecimientos y cambios en los aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos del medio, y un interés sobre los problemas que de ellos emergen.
- b) Interés por corregir los problemas humanos tales como pobreza, hambre, analfabetismo e injusticia social.
- c) La habilidad para identificar y descubrir problemas ambientales.
- d) La habilidad para idear métodos y medios para resolver esos problemas.

Los propósitos de la educación ambiental nos permiten visualizar el gran reto que deseamos tomar, es decir *para qué* planteamos la propuesta.

Desarrollar en cada persona una conciencia y entendimiento de los procesos e interrelaciones de los medios naturales y construidos, de manera que interiorice valores, actitudes, motivaciones y compromisos para la protección y conservación, que la lleven a actuar hacia la solución de los problemas ambientales y hacia el mejoramiento de la calidad de la vida.

Los lineamientos de la educación ambiental nos dan pautas del camino que podemos seguir, es decir *cómo* podemos abordar la propuesta:

1. El medio ambiente debe verse en su totalidad, borrando las separaciones o fronteras políticas, culturales y físicas, ya que cada componente afecta a los otros.
2. El enfoque interdisciplinario es el más adecuado para el estudio del medio ambiente y de sus componentes interactuantes e interdependientes.

3. La educación ambiental debe ser un proceso continuo, a lo largo de toda la vida, tanto en el aula como fuera de ella.

4. Los programas de educación ambiental deben desarrollar en cada individuo una ética o código de comportamiento que lo lleve a:

- a) Trabajar por el desarrollo y la utilización de los recursos naturales con la menor destrucción y contaminación.
- b) Buscar el mejoramiento de la calidad de vida para todos, erradicando la pobreza, el hambre, el analfabetismo, la explotación y la dominación humana.
- c) Rechazar el desarrollo y crecimiento económicos de una nación a costa del colapso y degradación de otra, y el consumo despilfarrador de una minoría a costa de las privaciones de la mayoría.
- d) Utilizar la tecnología no sólo para el beneficio individual y la vida lujosa en el corto plazo, sino también para la estabilidad económica y la supervivencia de la humanidad a largo plazo.
- e) En el consumo de los recursos no renovables, tener en cuenta las necesidades de las futuras generaciones.

5. Ya que los valores y actitudes yacen en la médula del comportamiento ético de la persona, la educación ambiental debe ir más allá del conocimiento (conciencia y comprensión), hasta la formación de valores y de actitudes.

6. La educación ambiental debe iniciarse con las situaciones y temas locales, actuales y más relevantes, evolucionando luego hacia lo nacional, regional y global; debe poner el acento en los procesos continuos y perdurables, así como en los conceptos, principios y valores de aplicabilidad general.

7. La experimentación, a través de la participación en situaciones ambientales reales y simuladas, produce mayor impacto y, por lo tanto, un aprendizaje más duradero de los conceptos y valores ambientales.

[...]

El concepto de desarrollo sustentable

Se entiende por *desarrollo sustentable* una estrategia de desarrollo económico y social, que permita satisfacer las necesidades humanas fundamentales de la generación actual, respetando la capacidad de los ecosistemas de restaurarse o regenerarse, de tal forma que las generaciones futuras tengan las mismas opciones de satisfacer sus propias necesidades humanas fundamentales [...] sin alterar o coartar la capacidad de otras regiones para que satisfagan sus propias necesidades (adición al Informe Brundtland de Nu Lu Kan 1993).

[...]

El concepto surgió en abril de 1983, en el llamado Informe Brundtland, también conocido como *Nuestro futuro común*. Este informe es el resultado del análisis que entre 1983 y 1987 realizó la señora Gro Harlem Brundtland, primera ministra de Suecia, por encargo del secretario general de las Naciones Unidas. El análisis se centra en los grandes contrastes de las condiciones de vida de gran parte de la población entre los países pobres y los ricos. Entre las sugerencias para que las mayorías alcancen un nivel de bienestar económico digno, se propone el desarrollo sustentable y se perfila su definición.

El desarrollo sustentable pretende integrar las distintas dimensiones de la problemática socioambiental. Por ello es necesario conocer lo que expresa, su punto de partida y sus ámbitos de aplicación.

Con estos planteamientos se pretende mejorar la calidad de vida de la humanidad, sin embargo, es prioritario dirigir los esfuerzos hacia los sectores más desfavorecidos. Es importante señalar que desarrollo sustentable es un concepto en construcción, que pretende incluso responder, sin perder su carácter general, a las características socio ambientales de cada país.

Es necesario adecuar el concepto de desarrollo sustentable a los diversos contextos de cada región. Esto implica ponerlo en práctica en función de los diversos momentos de desarrollo. Los países industrializados, como los europeos o los Estados Unidos, tienen requerimientos distintos. En estos países hay ciertos proble-

mas sociales resueltos y problemas ambientales relacionados con procesos de contaminación. Por su parte, los países latinoamericanos en general presentan un panorama diverso y rico en recursos, pero una grave situación social con alto grado de pobreza, marginalidad, inseguridad, un crecimiento poblacional desordenado y una profunda desventaja en el orden económico internacional. El concepto de desarrollo sustentable lleva implícitos valores universales como la equidad y el respeto. ¿Cómo podría usted exponer y fomentar estos valores en sus alumnas y alumnos?

[...]

Dentro de las condiciones *a priori* para un manejo sustentable de los recursos naturales destacan:

1. Un sistema político que asegure una participación ciudadana efectiva en la toma de decisiones.
2. Un sistema económico capaz de generar excedentes y que impulse el conocimiento técnico en forma permanente y confiable.
3. Un sistema social que encuentre soluciones a las tensiones originadas en un desarrollo no armónico y desigual.
4. Un sistema de producción que respete la preservación de la base ecológica para el desarrollo.
5. Un sistema tecnológico que busque continuamente nuevas soluciones.
6. Un sistema internacional que fomente patrones sostenibles de comercio y finanzas.
7. Un sistema administrativo flexible y con la capacidad de corregirse a sí mismo.

Respecto a los ámbitos del desarrollo sustentable, los principales propósitos son:

1. Mantener los procesos ecológicos básicos.
2. Mantener la diversidad biológica.
3. Estabilizar las poblaciones humanas.
4. Cubrir las necesidades básicas mínimas.
5. Reducir el uso de recursos no renovables.
6. Reducir los niveles de producción de basura.
7. Incrementar la seguridad en recursos renovables sobre una base estable.

8. Concentrarse en la calidad de vida, los bienes y servicios.
 9. Redistribuir los medios de producción.
 10. Reducir los desequilibrios regionales.
 11. Instituir organismos que permitan una mejor distribución de las ganancias del desarrollo.
 12. Redefinir los derechos de propiedad sobre los recursos, global e internamente, entre consumidores, industrias y gobiernos.
- [...]

Calidad de vida

A diferencia del concepto *nivel de vida* (capacidad de consumo que tiene un individuo o una familia en función de sus ingresos económicos), por calidad de vida se entiende el acceso a la satisfacción de las necesidades humanas y sociales, desde las primarias (alimentación, salud

y educación) hasta trabajo, afecto, descanso, tranquilidad, entre otras. Si partimos de esta concepción, las estrategias de desarrollo que se adopten en cualquier país deben atender en primer lugar a los más necesitados. Lo anterior nos lleva a poner en tela de juicio los valores que han regido los modelos de desarrollo hasta ahora, en donde la acumulación de riqueza en manos de unos pocos individuos, polariza los extremos: vivir en la miseria y vivir en el derroche.

Desde el punto de vista de la teoría económica predominante, el grado de desarrollo de un país se mide por el crecimiento de su producto interno bruto (PIB), indicador discutible, puesto que no refleja cómo se distribuye la riqueza generada, ni el bienestar al que tiene acceso la mayor parte de la población.

Los trabajos prácticos^{*}

Luis del Carmen

**¿Cuál es la finalidad de realizar trabajos prácticos en ciencias?
¿Qué aspectos deben tenerse en cuenta para su organización y/o preparación?
¿Cuál es el papel de los alumnos durante el desarrollo de trabajos prácticos?**

Introducción

El término “trabajos prácticos” se utiliza con frecuencia en el ámbito anglosajón para referirse a las actividades de enseñanza de las ciencias en las que los alumnos han de utilizar determinados procedimientos para resolverlas. Estos procedimientos están relacionados con el trabajo de laboratorio o de campo, pero en un sentido más amplio pueden englobar la resolución de problemas científicos o tecnológicos de diferentes características. En este capítulo se hace referencia a los trabajos prácticos de laboratorio y campo [...].

Al hablar de actividades de laboratorio y campo no se hace referencia al uso de una metodología concreta, como se verá más adelante, sino a un repertorio variado de actividades, que tienen algunas características en común:

- Son realizadas por los alumnos, aunque con un grado variable de participación en su diseño y ejecución.
- Implican el uso de procedimientos científicos de diferentes características (observación, formulación de hipótesis, realización de experimentos, técnicas manipulativas, elaboración de conclusiones, etcétera), y con diferentes grados de aproximación en relación con el nivel de los alumnos y las alumnas.

^{*} En José Antonio Chamizo (comp.), *Antología de la enseñanza experimental*, México, Facultad de Química UNAM, 2004, pp. 49-65.

- Requieren el uso de un material específico, semejante al usado por los científicos, aunque a veces simplificado para facilitar su uso por los alumnos.
- Con frecuencia se realizan en un ambiente diferente al del aula (laboratorio, campo), aunque muchos trabajos prácticos sencillos pueden realizarse en un aula con mesas móviles.
- Encierran ciertos riesgos, ya que la manipulación de material o la realización de excursiones aumenta el peligro de accidentes, por lo que es necesario adoptar medidas específicas para reducirlos al máximo.
- Y, como consecuencia de todo lo anterior, son más complejas de organizar que las actividades habituales de aula [...].

La importancia de este tipo de actividades para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se ha destacado insistentemente (Harlem, 1989; Reid y Hodson, 1993; Claxton, 1994), ya que:

- Pueden jugar un papel importante en el incremento de la motivación hacia las ciencias experimentales.
- Son una ayuda inestimable para la comprensión de los planteamientos teóricos de la ciencia y el desarrollo del razonamiento científico por parte de los alumnos.
- Facilitan la comprensión de cómo se elabora el conocimiento científico y de su significado.
- Son insustituibles para la enseñanza y el aprendizaje de procedimientos científicos.

- Pueden ser una base sólida sobre la cual desarrollar algunas actitudes fundamentales relacionadas con el conocimiento científico (curiosidad, confianza en los recursos propios, apertura hacia los demás, etcétera).

A todas estas razones habría que añadir que para muchos alumnos de educación primaria y secundaria obligatoria, la única forma de motivarlos y hacerles comprensible el conocimiento científico es mediante el uso frecuente de actividades prácticas.

A pesar de la importancia reconocida, el tiempo dedicado en los centros a las actividades prácticas acostumbra ser reducido (Nieda, 1994). Ello puede achacarse a diferentes motivos: excesivo número de alumnos, falta de instalaciones o recursos adecuados, o poca formación en relación a este tipo de actividades. Junto a estos motivos objetivos hay otros de tipo más subjetivo, ya que la realización de trabajos prácticos requiere dedicar tiempo a su preparación y afrontar y tratar de solucionar los problemas que puedan presentarse en su aplicación, y esto requiere dosis altas de motivación por parte del profesorado, y un cierto estímulo o refuerzo por parte del centro. Aunque la mejor recompensa es conseguir interesar a los alumnos por la ciencia, y despertar en ellos inquietudes en relación con este campo.

A pesar de las dificultades apuntadas, que no siempre existen, parece justificado apostar por un papel importante de los trabajos prácticos en el currículo de ciencias. Esta apuesta puede ser muy variable y abordada desde perspectivas muy diferentes; pero lo importante es desarrollar un trabajo constante, aunque sea discreto, que permita ir acumulando experiencias positivas. Este capítulo pretende ser una ayuda a todos aquellos profesores y profesoras que lo intentan. Dada su corta extensión y la complejidad de los problemas abordados, se ha optado por una exposición esquemática, que ayude a planificar y revisar las experiencias realizadas, y a mejorarlas de manera progresiva.

En el primer apartado se analizan los principales objetivos que pueden desarrollarse mediante los trabajos prácticos de laboratorio y campo y su relación con el enfoque dado a los

mismos; en el segundo, las relaciones entre conocimientos teóricos y trabajos prácticos; en el apartado tres se plantean diferentes dimensiones que permiten analizar y caracterizar los trabajos prácticos; el cuatro se dedica a comentar algunos aspectos relacionados con la organización de los recursos y las medidas de seguridad; el apartado cinco se centra en las cuestiones relacionadas con la preparación de trabajos prácticos por parte del profesor; a continuación se comentan algunos criterios a tener en cuenta en la preparación y desarrollo de los mismos con los alumnos; el apartado siete contiene algunas orientaciones sobre las actividades de síntesis y el cuaderno de trabajo de los alumnos; finalmente, el apartado ocho analiza algunos aspectos a considerar en la evaluación de los alumnos.

En las actividades finales el lector puede encontrar algunas propuestas para analizar y revisar actividades de laboratorio y campo.

En la bibliografía comentada se presentan algunos libros y artículos para ampliar información.

Objetivos y enfoques en los trabajos prácticos

Los objetivos de las actividades de laboratorio y campo pueden ser muy variados. Pueden estar dirigidos a aumentar la motivación de los alumnos hacia las ciencias experimentales, a favorecer la comprensión de los aspectos teóricos, a enseñar técnicas específicas, a desarrollar estrategias investigativas o a promover actitudes relacionadas con el trabajo científico.

Los diferentes objetivos apuntados no deben considerarse excluyentes sino complementarios, ya que todos ellos juegan un papel destacado en una formación científica básica. Pero para poder conseguir un cierto progreso en relación a ellos conviene destacar la orientación concreta que pretende darse a cada trabajo práctico, ya que cuando se quieren conseguir muchos objetivos a la vez, los esfuerzos se dispersan y los resultados acostumbran ser pobres.

Una misma actividad puede servir para conseguir objetivos muy diferentes, según la orientación que se le dé. Por ejemplo, el cálculo del punto de fusión del naftaleno puede ser utilizado con finalidades muy diferentes:

- Para enseñar la forma adecuada de realizar la medida de la temperatura de fusión de un sólido.
- Para ayudar a comprender la constancia del punto de fusión de las sustancias puras.
- Para desarrollar actitudes de orden y precisión en el trabajo de laboratorio.
- Para enseñar a diseñar un experimento (¿cómo podemos realizar un montaje experimental que nos permita medir de manera fiable la temperatura de un sólido?).
- O para resolver un problema (¿cómo podemos saber si el naftaleno que tenemos es puro?).

Sin embargo, sería un error pretender conseguir todos estos objetivos con un único trabajo práctico. Además el enfoque que debe darse en cada caso es diferente, así como también las capacidades que se ponen en juego, los aprendizajes que pueden producirse y, en consecuencia, lo que debe evaluarse.

En el primer supuesto señalado la atención se pondrá en la adquisición de unas técnicas de manipulación y observación, que deben permitir medir correctamente la temperatura de fusión. La manipulación correcta de los instrumentos, la pulverización adecuada del naftaleno, para que pueda rodear adecuadamente el bulbo del termómetro, la colocación correcta de éste, y la lectura en el momento adecuado, son aspectos fundamentales para conseguir el objetivo perseguido. Estas destrezas son suficientemente complejas, y requieren suficiente atención, si queremos que sean desarrolladas por la mayoría de alumnos y alumnas, como para incorporar más aspectos. Debe tenerse en cuenta, además, que las destrezas señaladas difícilmente se conseguirán si no hay un interés mínimo y un cierto orden por parte de los alumnos. Tampoco pueden olvidarse los aspectos de seguridad relacionados con el uso de fuentes de calor y material de vidrio.

Si se pretende desarrollar la comprensión teórica del concepto de punto de fusión, se deberá partir ya de unas habilidades básicas adquiridas en relación con el montaje experimental. El enfoque en este caso puede estar

orientado a que realice diferentes mediciones, compruebe la constancia de las mismas, consulte los resultados con otros compañeros y en las tablas de datos. En este caso lo más importante es el análisis de los datos, la elaboración de conclusiones y la interpretación de las posibles desviaciones. Como resultado de este enfoque pueden surgir algunos problemas interesantes, que llegan a ser el centro de atención de nuevas actividades. Por ejemplo, el constatar que en las diferentes mediciones no se obtienen siempre los mismos resultados puede permitir al profesor plantear a los alumnos que diseñen un montaje para realizar las medidas que sea lo más fiable posible. El problema planteado puede adquirir otra orientación distinta si en lugar de analizar el diseño experimental se cuestiona la pureza del reactivo utilizado.

Como puede apreciarse, a partir de una práctica relativamente sencilla pueden potencializarse aprendizajes de características muy diferentes. Pero para conseguirlo es necesario dedicar el tiempo adecuado, centrar cada actividad en pocos objetivos y secuenciarlos adecuadamente. En el ejemplo anterior los enfoques apuntados tienen diferente grado de complejidad. Resulta más difícil resolver el problema propuesto que aprender a leer la temperatura correcta. Pero además la posibilidad de resolver correctamente el problema presupone aprendizajes anteriores, ya que para ello es necesario utilizar correctamente las técnicas experimentales, y comprender los conceptos teóricos que deben utilizarse. Por ello es fundamental establecer una secuenciación adecuada, que facilite que los alumnos posean los conocimientos necesarios para abordar el trabajo práctico con posibilidades de éxito.

Es posible que se considere excesivo dedicar tantos esfuerzos a una sola práctica, sobre todo si se compara con muchos de los programas habituales de prácticas. En relación a esta posible valoración, consideramos que, con frecuencia, se espera que los alumnos aprendan mucho más deprisa las cosas de lo que parece sensato esperar. Si se piensa en los diferentes contenidos comentados en los supuestos anteriores podrá apreciarse que son complejos, y que requieren un cierto entrenamiento y continuidad para

poder ser comprendidos e interiorizados. Por ello, pretender que se adquieran en poco tiempo conducirá a resultados poco satisfactorios y fomentará una visión superficial del trabajo científico (Gil, 1986).

Relaciones entre conocimientos teóricos y trabajos prácticos

A veces al plantear los trabajos prácticos de laboratorio y campo se pretende que a partir de una observación o de un experimento los alumnos lleguen a comprender o incluso a formular algún principio o concepto teórico. Así, por ejemplo, podemos repartirles algunas rocas o algunas hojas de vegetales, pedirles que miren cómo son, describan las características y nos digan de qué tipo de roca se trata, o por qué aquellas hojas presentan aquellas características. Para resolver este tipo de tareas, no es suficiente con mirar y razonar sobre lo que se ve, ya que esto puede realizarse de maneras muy diferentes, no siempre coincidentes con los planteamientos científicos actuales. Lo que se observa al mirar, y el tipo de razonamiento que se pone en juego está estrechamente relacionado con las ideas, más o menos implícitas que poseen los alumnos, y si no se modifican éstas, la actividad realizada podrá tener un significado muy diferente al que pretendía dársele.

El profesor o profesora puede tener muy claro que el tamaño pequeño de las hojas, la forma acicular y la dureza son características que nos permiten suponer que el vegetal observado vive probablemente en un sitio donde no abunda el agua. Pero para poder realizar estas observaciones, considerarlas relevantes y formular la hipótesis apuntada es necesario manejar unos conocimientos teóricos importantes (relaciones entre las características morfológicas de las hojas y el clima, fenómenos de transpiración en las hojas, relación entre superficie y evaporación, etcétera), de los que muchas veces no somos conscientes porque hace años que los hemos interiorizado y operamos con ellos. Pero no es el caso de los alumnos.

Actualmente se entiende que la posibilidad de dar una interpretación determinada a una observación o experimento está directamente

relacionada con las teorías implícitas o explícitas que posee la persona que los realiza. Esto explicaría que una misma observación o experimento pueda ser interpretado de manera diferente por distintas personas. También las conclusiones que sacan los alumnos, distantes muchas veces de las perseguidas por el profesor. Los objetos y fenómenos no hablan por sí solos, hay que preguntarles. Y las preguntas que pueden formularse derivan de las ideas e intereses que se tienen. Por todo ello, las relaciones entre los aspectos teóricos y los datos e informaciones obtenidos en el trabajo práctico son fundamentales. Y estas relaciones sólo pueden desarrollarse mediante un diálogo constante entre los alumnos, el profesor y las observaciones realizadas, cuyo objetivo fundamental es ayudar a interpretarlas de forma coherente a la luz de unas teorías determinadas. Este diálogo es tan importante como la realización de las observaciones o experimentos.

A partir de estas premisas parece conveniente superar la tradicional división entre clases teóricas y trabajos prácticos ya que, si se quiere ser consecuente con lo expuesto anteriormente, entre los diferentes tipos de actividades realizadas en las clases de ciencias debería garantizarse una continuidad que favorezca al máximo estas relaciones. Resulta muy difícil para los alumnos recuperar para una práctica un conocimiento teórico que trabajaron hace ya algunas semanas. Una buena manera de abordar el problema es programar conjuntamente todas las actividades a partir de un hilo conductor común que les dé sentido y facilite las relaciones entre ellas.

Un instrumento especialmente útil para ayudar a establecer estas relaciones es la *V* heurística planteada por Gowin (Novak y Gowin, 1988). Esta propuesta está orientada a facilitar una representación esquemática que relacione los aspectos teóricos y metodológicos que se ponen en juego al interpretar los resultados de una observación o experimento. La *V* (fig. 1) se organiza a partir de una pregunta central, que es la que trata de resolverse. En el vértice inferior de la *V* se indican los objetos o fenómenos que se observan; a la izquierda de la *V* los aspectos teóricos implicados, y a la derecha los metodológicos.

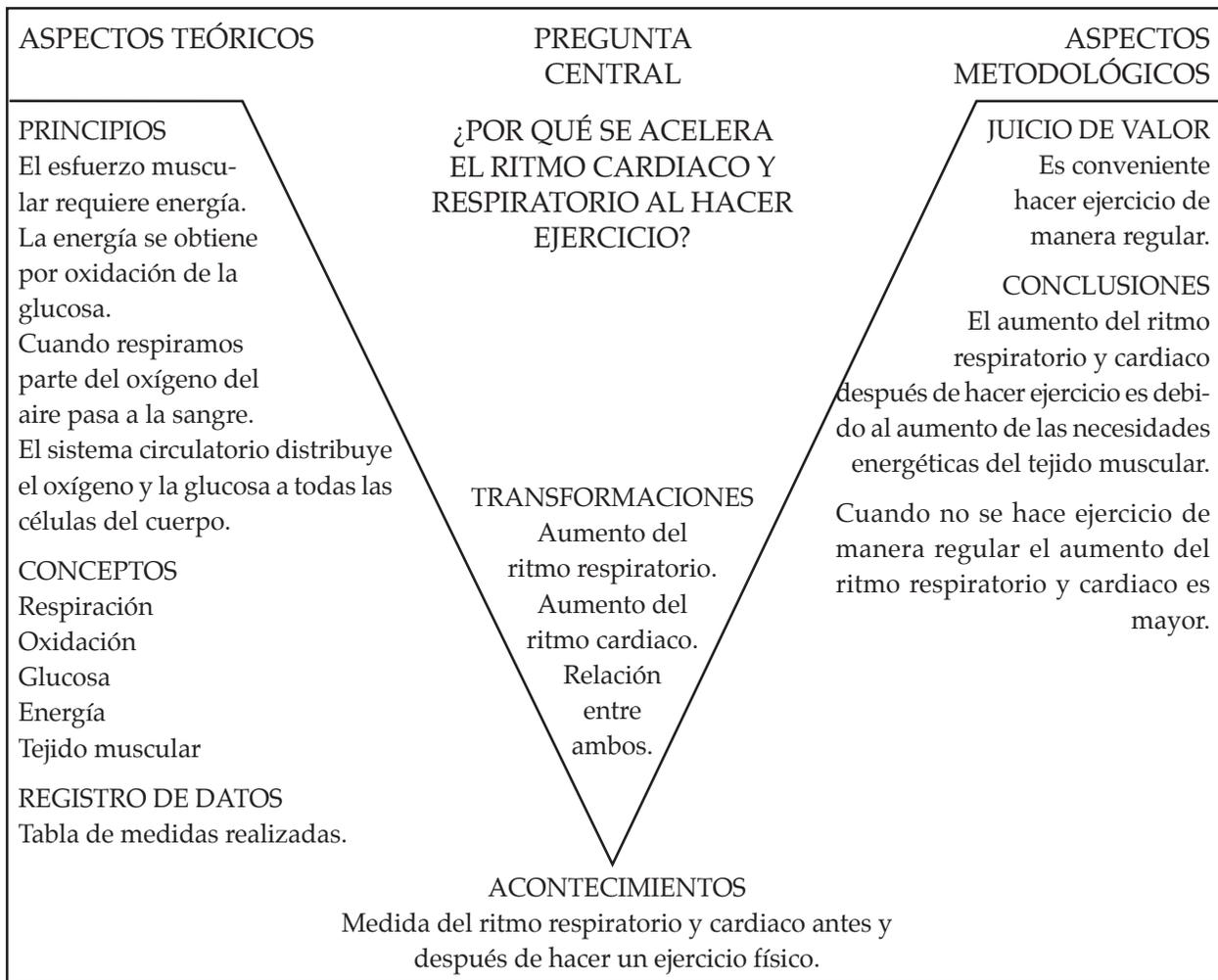


Fig. 1 La V de Gowin

La V de Gowin puede ser utilizada de formas diferentes: como esquema para el profesor que le permite hacer explícitas las relaciones que pretende establecer durante el trabajo práctico; como actividad de síntesis por parte de los alumnos; o como actividad de evaluación, para comprobar si los alumnos han establecido las relaciones pretendidas.

Al diseñar un trabajo práctico es importante también definir qué relaciones se pretende que los alumnos lleguen a establecer entre los resultados del mismo y los conocimientos teóricos. Así, un trabajo práctico puede utilizarse como base para comprobar ideas teóricas ya presentadas; para construir un conocimiento teórico nuevo; o para aplicar un conocimiento ya adquirido

Tabla 1. Inventario de dimensiones para evaluar el trabajo práctico.

1. Dimensión social	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes trabajan individualmente o en pequeño grupo? • ¿Investigan todos la misma cuestión o aspectos diferentes que después ponen en común? • ¿Han de discutir los resultados después de la práctica? • ¿Se establecen relaciones con aplicaciones sociales?
---------------------	--

2. Conocimientos previos	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué conocimientos se necesitan para poder realizar adecuadamente el trabajo práctico? • ¿Poseen las habilidades técnicas necesarias para su realización
3. Relación con la teoría	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Se considera que la teoría es básica para realizar la investigación? • ¿Es necesario encontrar una explicación teórica a las hipótesis? • ¿Se pide a los alumnos que relacionen las conclusiones con la teoría?
4. Obtención de datos	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se obtienen los datos?: observaciones directas, indicadores, aparatos, computadora...
5. Complejidad de los instrumentos	<ul style="list-style-type: none"> • ¿La complejidad de los instrumentos es adecuada a la finalidad que se persigue?
6. Análisis de datos	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué tipo de análisis se pide? • ¿Se orienta a los alumnos sobre la forma más idónea de expresar, presentar y comunicar los datos?
7. Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • ¿El tiempo necesario para realizar el trabajo práctico justifica su realización? • ¿Es compatible con la distribución del horario de clases?
8. Aprendizaje de conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • ¿El trabajo práctico está pensado para enseñar un concepto importante? • ¿Ayuda a superar las ideas previas de los alumnos y aproximarlas a los conceptos científicos trabajados?

a una situación nueva. En cada caso el momento y tipo de relaciones que pueden establecerse varía y debe actuarse en consecuencia.

Caracterización de las actividades de laboratorio y campo

La caracterización de las actividades de laboratorio y campo puede realizarse a partir de diferentes dimensiones. De entre las muchas clasificaciones propuestas hemos seleccionado algunas de especial interés (Tamir y García Rovira, 1992).

El inventario de dimensiones para evaluar el trabajo práctico (LDI: The Laboratory Dimensions Inventory) analiza ocho dimensiones expresadas en forma de preguntas (véase tabla 1):

El nivel de indagación en el trabajo práctico de laboratorio (ILI: The Inquiry Level Index) diseñado por Herron, es una escala sencilla para

valorar el nivel de indagación de una actividad propuesta. Se considera que una actividad práctica se sitúa en un nivel 0 de indagación si la pregunta planteada, el método para resolverla y la respuesta a la misma vienen ya determinados. En este caso el alumno lo único que debe hacer es seguir las instrucciones correctamente y comprobar que los resultados sean los correctos (por ejemplo: comprobar la ley de Ohm en un circuito eléctrico de valores conocidos). En el nivel 1 se proporciona la pregunta y el método y el alumno debe averiguar el resultado (por ejemplo: calcular el valor de una resistencia desconocida en un circuito eléctrico aplicando la ley de Ohm). En el nivel 2 se plantea la pregunta y el alumno debe encontrar el método y la respuesta (por ejemplo: dada una mezcla de diferentes sustancias separarlas, indicando el

número de sustancias puras presentes). Finalmente, en el nivel 3 se presenta un fenómeno o situación ante el que el alumno debe formular una pregunta adecuada, y encontrar un método y una respuesta a la misma (por ejemplo: se dispone de terrarios con cochinillas de la humedad, y los alumnos deben formular preguntas que expliquen algún aspecto de su comportamiento en relación a los factores ambientales).

Los análisis realizados (Tamir y García, 1992; Hodson, 1994; Watson, 1994) muestran que en la mayoría de casos las actividades prácticas que se realizan en los centros se sitúan en el nivel más bajo de indagación, lo que limita los objetivos que pueden desarrollarse y el grado de motivación de los alumnos, ya que cuanto menor es su participación menos se implican. Por ello resulta importante garantizar una gama variada y progresiva en los niveles de indagación de las actividades prácticas planteadas.

El *inventario de habilidades para evaluar las actividades de laboratorio* (LAI: *Laboratory Assessment Inventory*), diseñado por Tamir y Luneta, permite analizar de manera detallada los procedimientos implicados en las actividades prácticas.

Nivel	Problema	Desarrollo	Respuesta
0	Definido	Definido	Definida
1	Definido	Definido	Abierta
2	Definido	Abierto	Abierta
3	Abierto	Abierto	Abierta

Los instrumentos presentados pueden cumplir varias funciones: analizar las prácticas que se realizan, con el objetivo de comprobar qué contenido se trabaja; revisarlas a partir de este análisis, modificándolas o completándolas en el sentido que se considere oportuno; o concretar los aspectos más destacados que deben ser objeto de evaluación.

La organización de los recursos y la seguridad

Dos de las cuestiones que más preocupan a la hora de organizar un plan de trabajos prácticos son: la organización de laboratorio y los aspectos de seguridad.

La organización y gestión del laboratorio depende de la situación concreta de cada centro, que es muy variada. Existen centros con laboratorios bien organizados y dotados, lo que facilita mucho la preparación de las prácticas y motiva por tanto a su uso. Pero también es frecuente que los laboratorios estén mal dotados; o lo que es peor, carentes de organización, lo que se supone un importante *handicap*. Según sea la situación, el trabajo a realizar será más o menos sencillo, rápido y gratificante.

Para poder realizar trabajos prácticos de manera adecuada es necesario disponer de un espacio ordenado, dotado de unas instalaciones y recursos mínimos. Ello supone establecer criterios funcionales de utilización, compartidos por el profesorado que lo use, tener un inventario de los recursos disponibles, garantizar su correcto estado y prever su mantenimiento. Esto no quiere decir que cuando no existan buenas condiciones de partida no sea posible realizar actividades prácticas. En estos casos puede ser conveniente realizar algunas actividades sencillas en el aula, o acotar y ordenar alguna zona del laboratorio. También puede contarse con la ayuda de los alumnos para realizar estas tareas, que pueden proporcionar aprendizajes importantes (reconocimiento del material, criterios de clasificación y ordenación).

Otro aspecto a tener en cuenta es garantizar los equipos de material necesarios para la realización de los trabajos prácticos que pretenden desarrollarse. Es preferible seleccionar aquellos trabajos prácticos para los que se pueda garantizar el número de equipos necesarios para que todos los alumnos puedan participar activamente en su realización. Existen muchos que requieren un material sencillo y fácil de obtener. Por otra parte, puede contarse con la colaboración de los propios alumnos para conseguir determinados materiales. Muchos de los objetos y restos que se tiran a la basura (cajas, recipientes, cables, aparatos y juguetes viejos, etcétera) pueden ser útiles para muchas experiencias. Además, los alumnos pueden aportar también elementos naturales recogidos por ellos mismos (rocas, restos marinos, plantas, etcétera). Con ello, no sólo se facilita la tarea del profesor, sino

Tabla 2. Inventario de habilidades para evaluar las actividades de laboratorio

<p>1. Planificación y diseño.</p>	<p>1.1. Formula una pregunta o problema que se ha de investigar. 1.2. Predice los resultados experimentales. 1.3. Formula hipótesis que se han de comprobar. 1.4. Diseña el método de observación y medida. 1.5. Diseña un experimento. 1.6. Prepara los instrumentos necesarios.</p>
<p>2. Realización.</p>	<p>2.1. Realiza observaciones y medidas. 2.2. Utiliza aparatos, aplica técnicas. 2.3. Consigna los resultados y describe las observaciones. 2.4. Hace cálculos numéricos. 2.5. Explica o toma decisiones sobre una técnica experimental. 2.6. Trabaja según su propia planificación. 2.7. Supera solo los obstáculos y dificultades. 2.8. Coopera con los compañeros. 2.9. Mantiene el laboratorio ordenado y utiliza las normas de seguridad.</p>
<p>3. Análisis e interpretación.</p>	<p>3.1. Recoge los resultados en formularios normalizados. 3.2. Aprecia relaciones, interpreta los datos, saca conclusiones. 3.3. Determina la exactitud de los datos experimentales. 3.4. Analiza las limitaciones y/o suposiciones inherentes al experimento. 3.5. Formula o propone una generalización o modelo. 3.6. Explica los descubrimientos realizados y los relaciona. 3.7. Formula nuevas preguntas o redefine el problema a partir de los resultados.</p>
<p>4. Aplicaciones.</p>	<p>4.1. Hace predicciones basándose en los resultados de la investigación. 4.2. Formula hipótesis basadas en los resultados de la investigación. 4.3. Aplica las técnicas experimentales a un nuevo problema. 4.4. Sugiere ideas o posibilidades para continuar la investigación.</p>

Tabla 2. Inventario de dimensiones para evaluar el trabajo práctico

que se aumenta el interés de los alumnos y se desarrollan actitudes importantes, como la colaboración, la reutilización de materiales o el interés por la naturaleza. Ahora bien, para que esta colaboración sea fructífera es necesario que se realice de una manera organizada, siguiendo las orientaciones dadas por el profesor.

Otra cuestión importante es la preparación, limpieza y recogida del material en cada sesión de trabajo. Esta tarea puede simplificarse y convertirse en una actividad educativa más si se cuenta con la colaboración de los alumnos. Para ello pueden nombrarse responsables rotativos que ayuden al profesor o profesora a realizarlas. En cualquier caso, será necesario proporcionar pautas concretas para que los alumnos sepan cómo debe hacerse, y supervisarlos.

La segunda cuestión a la que se hacía referencia al inicio del apartado se relaciona con los aspectos de seguridad. Esos son muy diferentes según se trate de actividades de laboratorio o campo. A lo largo del trabajo de laboratorio que se realice, los alumnos y alumnas deberán ir familiarizándose y poniendo en práctica algunas de las normas de seguridad fundamentales, para evitar riesgos y accidentes al utilizar el material, los reactivos, la electricidad o las fuentes de calor. Pero esta familiarización debe graduarse, fomentando la comprensión y participación de los alumnos en la elaboración de las normas. La experiencia muestra que el facilitar un listado con todas las normas al comienzo resulta poco útil. Es preferible introducir en cada trabajo práctico los aspectos de seguridad relacionados con el mismo, facilitando la reflexión y elaborando entre todos las normas pertinentes, que pueden irse incorporando progresivamente y plasmarse en un cartel que sirva de recordatorio. También es conveniente dedicar algunos momentos a ejemplificar algunas situaciones de riesgo especialmente frecuentes (rotura de material de vidrio, proyección de líquidos calientes, pequeños incendios, contacto con sustancias peligrosas, etcétera), e ilustrar de manera práctica el comportamiento a seguir. Ello puede servir al mismo tiempo para localizar y comprobar la adecuación de los recursos de seguridad disponibles (mantas contra incendios, extintores, botiquín de urgencia, etcétera).

Muy diferentes son las situaciones de riesgo en las salidas fuera del centro. Éstas dependerán del lugar visitado y de la experiencia de los alumnos. En cualquier caso conviene tener claro que los accidentes son imprevisibles, y que por tanto la mejor medida es ir preparado. Por ello cuando se realizan salidas conviene comprobar que se dispone de los seguros necesarios, que los padres estén informados adecuadamente, y que siempre haya más de un profesor por cada grupo de alumnos. Además no debe olvidarse nunca el botiquín de urgencias, el teléfono y dirección de un centro hospitalario próximo y un coche disponible para desplazamientos imprevistos.

La preparación de los trabajos prácticos

Una vez definidos los objetivos de un trabajo práctico, y establecidas las relaciones pertinentes con los contenidos teóricos, se hace necesario preparar de manera concreta la secuencia de actividades que se desarrollará con los alumnos, prever el tiempo que piensa dedicársele, la forma de agrupamiento más adecuada y los recursos necesarios.

Cualquier trabajo práctico de laboratorio o campo, por sencillo que sea, requiere una pequeña secuencia de actividades de diferente tipo:

- Introducción por parte del profesor para presentar la cuestión o problema que centrará el trabajo práctico y ubicarlo teóricamente (grupo clase).
- Explicación de la práctica propiamente dicha y trabajo de los alumnos con el grupo de la misma (grupo clase y pequeño grupo).
- Comprobación por parte del profesor de si se ha comprendido y se poseen los conocimientos previos necesarios para realizarla adecuadamente (grupo clase, pequeño grupo).
- Una o más actividades de laboratorio y/o campo realizadas por los alumnos (pequeño grupo o individual).
- Elaboración de un resumen y conclusiones individuales y en pequeño grupo (individual y pequeño grupo).
- Comunicación en el grupo clase.

- Actividades de sistematización y síntesis (grupo clase y pequeño grupo).
- Actividades de evaluación (individual, pequeño grupo, grupo clase).

Una secuencia de este tipo favorece la motivación de los alumnos, ayudando a encontrar un significado adecuado a la propuesta que permita que la interioricen y hagan suya. Como puede apreciarse, la mayoría de actividades pueden realizarse en el aula habitual de clase, siempre que ésta permita la movilidad de mesas y sillas, para adecuarla al tipo de agrupamiento adecuado.

Un factor clave en la dinámica de los trabajos prácticos es el tipo de agrupamiento que se establece para realizarlos. En ocasiones los trabajos prácticos pueden ser individuales, pero lo más frecuente es que se realicen en pequeños grupos, a veces por el número de equipos que se dispone, o también para favorecer el intercambio, la discusión del trabajo cooperativo entre los alumnos y alumnas. El trabajo en parejas parece aconsejable en aquellas situaciones en las que los alumnos deben aprender a utilizar instrumentos de observación (lupa binocular, microscopio), de medida (balanza de precisión, temperatura), o realizar montajes delicados o complejos. En estos casos, si hay un número de equipos suficientes, el agrupamiento en pareja permite la participación directa, y facilita por tanto que los alumnos puedan aprender los conocimientos perseguidos. En aquellos casos en los que la discusión y el intercambio sean importantes (cuando se han de formular hipótesis, diseñar experimentos o interpretar conclusiones, por ejemplo), los grupos de tres o cuatro alumnos pueden ser más enriquecedores. Los grupos de más de cinco alumnos acostumbran ser poco operativos para este tipo de actividades. El tipo de agrupamiento planteado debe adaptarse a las características de las diferentes actividades que se realizan a lo largo de la secuencia del trabajo práctico.

Otro aspecto muy debatido es la conveniencia de formar grupos homogéneos o heterogéneos. En general, los grupos heterogéneos son más enriquecedores, y favorecen la enseñanza entre

iguales, lo que supone un recurso importante en estas tareas. Pero por otra parte, pueden favorecer un liderazgo único y excesivo. Parece conveniente que los alumnos se acostumbren a trabajar en grupos de diferentes características, ya que esto les facilitará el aprendizaje social, pero es importante también que los alumnos se encuentren bien en el grupo en que están y que éste tenga una cierta estabilidad para que pueda madurar. En cualquier caso, no parece que existan fórmulas sencillas para abordar estas cuestiones, en las que la sensibilidad del profesorado, su capacidad para detectar estas situaciones problemáticas y orientarlas positivamente, y la adopción de criterios flexibles para adaptarse a las características y dinámicas peculiares de cada grupo resultan insustituibles.

Las previsiones del tiempo que se dedicará a cada actividad acostumbran ser poco precisas, especialmente si es la primera vez que se realiza, pero permiten distribuir el tiempo disponible, y sirven de guía para reconducirlo posteriormente. En general, se acostumbra calcular menos tiempo del necesario, por lo que se recomienda inicialmente ser generosos en las previsiones. Ello permitirá evitar una tendencia bastante negativa: la de acelerar progresivamente el ritmo de realización a medida que avanza el trabajo práctico. Esto provoca fácilmente la ansiedad y el desánimo en los alumnos, que acaban la práctica de cualquier manera. Se pierde con ello uno de los aspectos más interesantes de los trabajos prácticos: analizar y debatir qué se ha hecho, cómo y a qué conclusiones ha conducido.

Junto a la elaboración del programa de actividades se hace necesario, tanto en las actividades de laboratorio como en las de campo, que el profesor las realice previamente, y poco tiempo antes de hacerlo con los alumnos. La realización de una observación o experimento es muy diferente al relato de una guía. Es muy fácil pensar, sobre todo en el caso de profesores noveles, que una práctica de un libro no es necesario realizarla previamente. Esto puede conducir a situaciones difíciles, como no saber explicar a los alumnos por qué el punto de ebullición del agua calculado no es 100°, o por qué los cálculos realizados no se ajustan a la ley de Ohm en el circuito que se está utilizando.

Además la realización de la actividad práctica por parte del profesor es necesaria para poder apreciar los puntos de mayor dificultad, las observaciones menos claras, la adecuación del material utilizado, y seleccionar, adaptar o elaborar una guía adecuada para los alumnos. No se pueden realizar las mismas observaciones con un buen microscopio que con uno de la casa de *Enosa* de primera generación (presente todavía en muchos centros). Y a veces no se tiene la precaución de realizar la práctica con el mismo material que lo harán los alumnos.

Esta preparación previa es especialmente importante en las actividades de campo, ya que en este caso las circunstancias más son cambiantes y difíciles de prever. Se puede ir a estudiar un estanque un año y encontrarlo en perfectas condiciones y al curso siguiente comprobar que ya no está, porque se ha decidido desecarlo.

Todo este trabajo de preparación resulta más gratificante si se realiza con otros compañeros y compañeras del propio centro o de otros, como lo han hecho numerosos grupos de trabajo. Ello hace las tareas más dinámicas, facilita el intercambio y la autoformación, y permite avanzar más rápidamente en el diseño de propuestas para el aula.

Una atención especial merecen las guías que utilizarán los alumnos para la realización de los trabajos prácticos. Existen diferentes opciones: desde adoptar una guía ya preparada hasta elaborarla conjuntamente con los alumnos, con todas las opciones intermedias posibles. Cuanto mayor es el protagonismo de los alumnos en su preparación más fácil es garantizar su comprensión e implicación en las actividades; pero también requiere más tiempo. No parece haber ningún inconveniente para que en ocasiones puedan utilizarse guías ya elaboradas, que parezcan correctas para los propósitos perseguidos, otras veces hacer algunas adaptaciones a guías ya existentes, y en otras elaborarlas con los alumnos.

En cualquier caso, una guía debe ser:

- Comprensible por todos los alumnos y alumnas del grupo.
- Breve.

- Clara y concreta.
- Esquemática.
- Ilustrada con dibujos y esquemas que faciliten su comprensión.

La mejor manera de comprobar la adecuación de una guía es presentándosela a los alumnos y pidiendo que señalen las cosas que no entienden. A partir de esta actividad pueden hacerse mejoras.

Posteriormente, al finalizar el trabajo práctico podremos incorporar todas aquellas cuestiones que en el proceso de realización se haya observado que no estaban suficientemente claras. Cuando se haya repetido este ejercicio algunas veces, tendremos ya una guía bastante ajustada al nivel de los alumnos con los que trabajamos.

La presentación y conducción de los trabajos prácticos

Una vez preparado un trabajo práctico, llega el momento de ponerlo en escena, fase fundamental. Una buena preparación facilita una buena puesta en escena, pero no la garantiza. El momento inicial de la misma tiene una gran importancia, ya que es la mejor oportunidad para captar el interés de los alumnos e interesarles por la cuestión que es abordada. La motivación inicial se favorece si:

- El tema objeto del trabajo práctico se plantea en forma de pregunta comprensible y sugerente para los alumnos.
- Se relaciona con aspectos de la vida cotidiana que sean atractivos e interesantes para los alumnos.
- Se relaciona con otros trabajos anteriores que les hayan interesado.
- Se clarifican los objetivos que se pretenden y lo que deben hacer para conseguirlos.
- Se clarifican los aspectos que se valorarán más en el desarrollo del trabajo.
- Se permite que los alumnos y alumnas expresen y discutan abiertamente sus ideas en relación con las cuestiones anteriores.
- Se otorga protagonismo a los alumnos al inicio y en el desarrollo del trabajo, permitiéndoles tomar las decisiones que se consideren oportunas.

Un momento especialmente importante en la conducción de los trabajos prácticos es el de la realización de las actividades de laboratorio y campo por parte de los alumnos. En primer lugar, antes de iniciar cada actividad es conveniente realizar un pequeño recordatorio de lo que han de realizar. A partir de este recordatorio debe dejarse a los alumnos tranquilos para que inicien su propia dinámica sin estar pendientes del profesor. Pasado un tiempo prudencial (10 a 15 minutos) es conveniente pasar por las mesas, para comprobar que los alumnos y alumnas han iniciado las tareas y no tienen especiales dificultades. Para favorecer que los alumnos intenten resolver las dificultades por ellos mismos, no parece conveniente intervenir en esta primera ronda, a no ser que ellos mismos pregunten, o se observe alguna dificultad importante que no les permitirá progresar. El tiempo siguiente puede dedicarse a atender a los alumnos que presenten más dificultades o se resistan a realizar la tarea. Finalmente, acostumbra ser necesaria una segunda ronda por todas las mesas, para comprobar la situación del trabajo, y actuar en consecuencia. Debe preverse además un tiempo final para recoger, limpiar y ordenar los materiales utilizados. Por todo ello, si se quieren seguir estas orientaciones será necesario realizar actividades que como mínimo sean de hora y media, y trabajar con grupos que no superen los 20 alumnos.

Para poder orientar adecuadamente las actividades prácticas es necesario conocer cuáles son los puntos que ofrecen especial dificultad, y qué problemas pueden presentarse a los diferentes alumnos. Por ejemplo, al realizar un trabajo práctico con alumnos de 4° de ESO,¹ en el que se plantea la observación de pequeños animales de la hojarasca y el humus, se apreciaron por parte de una profesora los siguientes puntos de dificultad: captura de los pequeños animales mediante un pincel humedecido, para no dañarlos; transporte a un recipiente con tapa para su observación; uso correcto de la lupa binocular (iluminación y enfoque adecuado); dibujo de los animales observados, de manera

que representen sus características básicas. El tener claro los puntos de dificultad permite apreciar de manera rápida qué alumnos los afrontan con éxito y cuáles no, y prestar en consecuencia la ayuda necesaria.

Las actividades orientadas a que los alumnos intercambien entre ellos y valoren, de manera ágil, sus resultados son de gran interés para potenciar el aprendizaje entre iguales y fomentar el desarrollo de criterios de análisis y valoración. Por ejemplo, después de realizar el dibujo de una misma especie animal, observada mediante la lupa binocular, los alumnos intercambian sus dibujos con los compañeros de al lado y valoran si está correctamente realizado. O bien, después de confeccionar en pequeños grupos una clave dicotómica, para identificar las nueve especies de árboles que hay en el patio del centro, se las intercambian para comprobar y valorar si funcionan correctamente.

Tan importante como atender a los alumnos con dificultades, es dar orientaciones a los que han resuelto más rápidamente las tareas, para que puedan seguir trabajando. En la mayoría de trabajos prácticos no resulta difícil tener previstas ampliaciones o actividades alternativas que permitan atender de manera efectiva estas situaciones. En el caso anterior, por ejemplo, se puede plantear a estos alumnos que observen nuevo material, o que identifiquen a qué grupos pertenecen los animales ya observados, mediante unas claves sencillas. Se trata de que todos los alumnos realicen unos aprendizajes básicos, pero que esto no impida que algunos puedan realizar además otros aprendizajes.

Una situación delicada y frecuente es la que se presenta cuando no hay tiempo suficiente para acabar adecuadamente la práctica. En estos casos puede ser mejor recapitular con los alumnos lo que se haya podido realizar, y retomar el trabajo en la sesión siguiente. Intentar acabar de prisa y corriendo suele ser contraproducente para la motivación de los alumnos y puede favorecer una imagen negativa o una visión deformada del trabajo científico.

¹ Escuela Secundaria Obligatoria [n. del ed.].

Las actividades de síntesis y el cuaderno de trabajo

Las actividades que cierran la secuencia de un trabajo práctico deben tener como función favorecer la elaboración de conclusiones y el análisis y valoración por parte de los alumnos del proceso de trabajo seguido. Con base en todo ello el profesor podrá sistematizar los aspectos trabajados, establecer las relaciones que consideren oportunas y formular las generalizaciones pertinentes. Todo ello es necesario para que los alumnos y alumnas interioricen adecuadamente los nuevos conocimientos y puedan establecer relaciones significativas que permitan su uso posterior en otras situaciones.

Este trabajo puede iniciarse como tarea individual o en pequeño grupo, ya que si los alumnos no realizan su propio proceso de análisis y elaboración de conclusiones será muy difícil que puedan asimilar adecuadamente los conocimientos pretendidos. El cuaderno de trabajo y los guiones de las prácticas son dos instrumentos fundamentales para facilitar estas tareas. Ya se ha comentado anteriormente las características de los guiones de prácticas, por lo que nos centraremos ahora en el cuaderno de trabajo.

Entendemos que éste debe ser un instrumento flexible, que permita el aprendizaje progresivo por parte del alumno. En él debe plasmar por escrito los aspectos más destacados del trabajo realizado y las conclusiones pertinentes. Para que esto sea posible debe evitarse su uso rutinario e indiscriminado. Cuando se plantea a los alumnos hacer un resumen de una práctica es importante:

- Centrarse cada vez en pocos objetivos, ya que realizar un resumen adecuado de un trabajo práctico es una tarea compleja, que requiere múltiples aprendizajes (hacer resúmenes, seguir una secuencia, recoger los datos e informaciones relevantes, utilizar dibujos o esquemas, redactar conclusiones claras y coherentes con los datos recogidos, etcétera) que deben aprenderse de manera progresiva.

- Proporcionar pautas concretas de lo que se debe recoger y la forma más adecuada de hacerlo, proporcionando ejemplos.
- Revisar posteriormente los resúmenes elaborados y ayudar a los alumnos a reconocer lo que está bien expresado y lo que necesita mejorarse, proporcionando las pautas necesarias.

Una vez elaborado el resumen individualmente o en pequeño grupo, el intercambio a nivel de la clase, de manera que los alumnos puedan contrastar sus experiencias e ideas entre sí, puede resultar enriquecedor. Esto no resulta fácil, pues con frecuencia las puestas en común se convierten en largas y aburridas exposiciones, muy poco útiles. Para evitar esto pueden acotarse los aspectos que serán objeto de intercambio, y utilizar formas atractivas y variadas de comunicación, lo que favorecerá además otros aprendizajes. Por ejemplo, después de realizar un trabajo en grupo sobre el uso de los contenedores selectivos de basuras en el barrio, se pide a cada grupo que represente en una cartulina las conclusiones, y se hace una exposición con los carteles elaborados. El profesor deja un rato para que puedan leerlos, y después plantea unas cuestiones sobre el contenido de los carteles para abrir un debate.

Hasta ahora, los elementos básicos que han intervenido en las actividades señaladas son los derivados del trabajo realizado por los alumnos. Es el momento de que el profesor valore la situación, y ayude a elaborar una síntesis que permita establecer nuevas relaciones y generalizaciones. Los resúmenes, la lectura de documentos adecuados, la realización de mapas conceptuales o de la v de Gowin, son algunos ejemplos de actividades que pueden ayudar en estas tareas. Las síntesis elaboradas deben ser un elemento básico de referencia, por lo que conviene que los alumnos las tengan recogidas correctamente y de manera que puedan consultarlas cuando sea necesario.

La valoración del trabajo realizado y su relación con otras situaciones y tareas son también elementos de gran importancia en esta fase final, para que los alumnos puedan comprender el carácter

continuo, progresivo y acumulativo del trabajo científico, ya que al final de un proceso permite constatar los logros, las deficiencias y marcarse nuevos objetivos para el próximo trabajo.

La evaluación de los alumnos

En los tres últimos apartados ya se han comentado diferentes aspectos relacionados con la evaluación de los alumnos: así en el apartado “La preparación de los trabajos prácticos”, al hablar de estos trabajos se insistió en la necesidad de definir y valorar los conocimientos previos necesarios para poder realizar el trabajo práctico (evaluación inicial); en el siguiente apartado se hizo énfasis en la necesidad de identificar los principales aspectos de la práctica que podían presentar dificultad, y seguir atentamente el trabajo de los alumnos para poder prestar la ayuda necesaria (evaluación formativa), y en el apartado “Las actividades de síntesis y el cuaderno de trabajo” se ha señalado el papel clave que juegan las actividades de recapitulación y síntesis para que, tanto el profesor como los alumnos, valoren las conclusiones a las que se ha llegado y el proceso de trabajo seguido (evaluación sumativa). Estas diferentes vías permiten hacerse una idea global y suficiente del grado en que se han conseguido los objetivos planteados inicialmente. Sin embargo, se ha creído conveniente ampliar en este apartado final algunas cuestiones de especial interés.

En primer lugar, se señala una vez más la importancia de tener los objetivos de los trabajos prácticos suficientemente claros, tanto por parte del profesor como de los alumnos, para poder realizar una evaluación adecuada.

Como se ha indicado anteriormente, una de las formas más útiles para evaluar los trabajos prácticos es la observación, ya que la mejor manera de poder verificar si los alumnos utilizan adecuadamente determinados procedimientos o manifiestan determinadas actitudes es viéndoles trabajar. Para que esta observación sea posible es necesario organizar las tareas de manera que se disponga de algunos momentos para realizarla. Además es útil usar algunos indicadores que nos permitan la recogida rápida de las informaciones relevantes. Por ejemplo, si

nos interesa valorar el uso de la lupa binocular podemos plantear los siguientes indicadores para la observación:

- Ilumina adecuadamente el objeto a observar.
- Enfoca correctamente.
- Limpia la lupa después de utilizarla.

Mediante estas pautas podemos recoger fácilmente las observaciones utilizando algunos números para valorar el grado en que se manifiesta la pauta (0 si no lo hace nunca a no ser que se le diga; 1 si lo hace alguna vez; 2 si lo hace con frecuencia; 3 si lo hace siempre). Para que las observaciones recogidas tengan cierta validez es conveniente realizarlas más de una vez.

Otra fuente importante de información son las producciones realizadas por los alumnos: carteles, dibujos, maquetas, trabajos de síntesis, exposiciones, etcétera. Éstas, y otras producciones, son una fuente de gran interés para evaluar determinados procedimientos y actitudes. Para poder valorarlas es necesario establecer unos criterios previos, que deben ser explicados y enseñados previamente a los alumnos. Si lo que evaluamos son las colecciones de moluscos marinos que han preparado, al inicio de la actividad debe dejarse claro qué pautas deberán seguir y cómo se valorarán. Por ejemplo, se puede plantear que los aspectos más importantes serán: el número de especies presentado, la información correcta de cada ejemplar, y el montaje realizado para presentar la colección. Es importante que estas valoraciones sean explicadas y discutidas con los alumnos, pues de esta manera servirán para clarificar mejor los criterios utilizados y afianzar los aprendizajes pretendidos.

Junto a la evaluación realizada por el profesor, la evaluación realizada por los propios alumnos, individualmente o en grupo, es un elemento fundamental, ya que facilita la apropiación de los objetivos educativos y la toma de conciencia de su situación. No resulta difícil introducir actividades en las diferentes fases del trabajo que favorezcan la autoevaluación. Por ejemplo, al inicio de un trabajo práctico, que consiste en diseñar y realizar un terrario adecuado para tener saltamontes en observación durante unas

semanas, el profesor plantea el siguiente cuestionario inicial:

- ¿Qué cosas te parecen más importantes a tener en cuenta para que los saltamontes se encuentren bien en el terrario?
- ¿Crees que serás capaz de construir un terrario?
- ¿Crees que podrás encargarte de proporcionar cada día los cuidados que necesiten tus saltamontes durante las tres semanas que dure el trabajo?

Las respuestas a estos cuestionarios pueden revisarse por los propios alumnos al final del trabajo para que puedan valorar la aproximación de sus predicciones.

Es especialmente interesante el análisis final en pequeño grupo, para revisar y valorar lo que se ha hecho, los logros conseguidos y las cuestiones que deberán mejorarse en el próximo trabajo.

Un aspecto especialmente complejo es la manera en cómo se pueden plasmar estas informaciones y valoraciones en la calificación global. No consideramos que sea posible expresar la riqueza de informaciones obtenidas a través de las actividades comentadas mediante una nota o palabra; pero en cualquier caso, cuanto más información posea el profesor sobre los progresos de los alumnos, más fundamentada estará la calificación otorgada.

Lo que es importante evitar es que en la misma no se tengan en cuenta los aprendizajes que los alumnos realizan mediante los trabajos prácticos, o que queden reducidos a los aspectos de orden y comportamiento.

Además de evaluar los aprendizajes de los alumnos es fundamental también evaluar el diseño y desarrollo del trabajo realizado, ya que ello permitirá su mejora progresiva. Para ello invitamos al lector a realizar alguna de las actividades que se plantean a continuación.

Actividades

1. *Análisis de los procedimientos trabajados en algunas prácticas.*

Utilizando la escala de Herron, presentada en el apartado “Caracterización de las actividades de laboratorio y campo”, analice el grado de in-

dagación de algunas actividades de laboratorio y/o campo que utilice o las planteadas en algún libro de prácticas.

2. *Análisis de los procedimientos utilizados por los alumnos en un trabajo práctico.*

Utilizando el inventario LAI, de Tamir y Luneta, presentado en el apartado “Caracterización...”, analice los procedimientos que los alumnos deben utilizar en algunas actividades de laboratorio y/o campo.

3. *Contenidos teóricos y procedimentales de los trabajos prácticos.*

Escoja una práctica que haya realizado y elabore la V de Gowin correspondiente, utilizando como guía el ejemplo del apartado “Relaciones entre conocimientos teóricos y trabajos prácticos”.

4. *Diseño de un plan de actividades para un trabajo práctico.*

Siguiendo con la misma práctica escogida para la actividad anterior, elabore una guía dirigida a los alumnos para su realización y, teniendo en cuenta las orientaciones presentadas en el apartado “La preparación de los trabajos prácticos”.

5. *Diseño de instrumentos de evaluación para trabajos prácticos.*

Diseñe algún instrumento de evaluación para el ejemplo seleccionado en las actividades anteriores:

- a) Elabore algunas pautas de observación para evaluar a los alumnos mientras están realizando el trabajo práctico.
- b) Prepare algunos criterios para valorar el registro de la práctica en el cuaderno del alumno.

Bibliografía

Alambique, núm. 2, 1994, monográfico:

Los trabajos prácticos.

Contiene ocho artículos que analizan un espectro variado de temas relacionados con los trabajos prácticos de laboratorio y campo: “Los trabajos prácticos en la educación infantil y primaria”, “Algunas minucias sobre los trabajos prácticos en la enseñanza secundaria”, “Trabajos prácticos para la construcción de conceptos”, “¿Qué es lo que

hace difícil una investigación?”, “El trabajo de campo y el aprendizaje de la Geología”, “Los trabajos prácticos de Ciencias Naturales como actividad reflexiva, crítica y creativa” y “Diseño y realización de investigaciones en las clases de ciencias”.

En todos ellos se aportan criterios para el trabajo en el aula y ejemplos de interés. El monográfico se cierra con una útil bibliografía comentada.

Caballer, M. J. y A. Oñorbe, 1997, “Resolución de problemas y actividades de laboratorio”, en L. del Carmen (coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria*, Horsori, Barcelona.

En este capítulo del libro citado los autores presentan una variada visión de las actividades de resolución de problemas y de laboratorio, planteando una tipología paralela que permite abordar a la vez situaciones en las que la resolución de problemas y el trabajo de laboratorio confluyen. Se presentan numerosos ejemplos y actividades para el profesor. Contiene también una propuesta de lecturas comentadas.

Claxton, G., 1994, *Educación de mentes curiosas*, Visor / Aprendizaje, Madrid.

Los capítulos 3 (“Laboratorilandia y el mundo real”) y 4 (“La naturaleza de la verdadera

ciencia”) de este libro son especialmente adecuados para el tema de este capítulo. En ellos se presenta una aguda y clara crítica a la forma tradicional de abordar los temas de laboratorio y se ofrecen unas interesantes líneas de reflexión y cambio.

Del Carmen, L. y E. Pedrinaci, 1997, “El uso del entorno y del trabajo de campo”, en L. del Carmen (coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria*, Horsori, Barcelona.

Este capítulo es de características semejantes al anterior, ya que forman parte de la misma obra. A partir de una justificación de la importancia del trabajo de campo en la enseñanza de las Ciencias Experimentales, se pasa revista a los principales aspectos que deben tenerse en cuenta a la hora de organizarlo y llevarlo a la práctica. En la parte final plantea actividades para el profesorado y lecturas comentadas.

Hodson, D., 1994, “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”, en *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), pp. 299-313.

En este artículo el autor realiza una completa revisión de los principales aspectos y problemas relacionados con el trabajo de laboratorio, aportando en muchos casos orientaciones para su superación.

Actividades en el aula para la reestructuración de ideas: un ejemplo relacionado con la nutrición humana*

E. Banet y F. Núñez**

¿Qué aspectos es necesario considerar para lograr un cambio conceptual en el alumno?

¿Por qué consideran los autores que en la escuela básica es necesario reducir los contenidos de los programas de estudio?

Resumen

Tomando como referencia la lección “Obtención y utilización de los nutrientes contenidos en los alimentos” –que forma parte del módulo de enseñanza “Nutrición humana”, desarrollado en cursos correspondientes a niveles de enseñanza secundaria obligatoria– presentamos en este artículo el desarrollo de una propuesta didáctica que tiene en cuenta los conocimientos iniciales de los estudiantes.

Introducción

Desde hace tiempo, muchos trabajos de investigación han mostrado que los alumnos y alumnas de distintos niveles educativos mantienen ideas imprecisas o equivocadas sobre diferentes aspectos científicos, y que éstas interfieren con los contenidos que deberían aprender. En lo que se refiere a la nutrición humana este fenómeno ha sido estudiado, tanto en relación con los procesos que intervienen en esta función –digestión (Giordan, 1987; Cubero, 1988; Banet y Núñez, 1989), respiración (Anderson, Sheldon y Dubay, 1990; Banet y Núñez, 1990; Seymour y Longden, 1991) o circulación (Arnaudin y Min-

tzes, 1985; Shemesh y Lazarowitz, 1989; Pérez de Eulate, 1992), por ejemplo– como también respecto a lo que piensan los estudiantes sobre las relaciones que existen entre ellos (Núñez, 1994; Núñez y Banet, 1996).

Sin embargo, son menos numerosos los trabajos dirigidos a valorar la eficacia de propuestas de enseñanza que pongan de manifiesto la manera de fomentar el cambio conceptual (Giordan, 1987; Laweson, 1988). Aunque parece existir cierta coincidencia en relación con los principios fundamentales para que éste se produzca (señalados por Posner, Strike, Hewson y Herzog, 1982; Osborne y Freyberg, 1985; Lauren y Resnick, 1983; Driver, 1988; Strike y Posner, 1990, entre otros), existen algunas discrepancias sobre la forma de conseguir en el aula este propósito, como se puede deducir del análisis de las diferentes secuencias de enseñanza propuestas por Lawson (1991), Dreyfus, Jungwirth y Elovith (1990), Needham y Scott (1987) o Driver (1988), entre otros autores.

El propósito de este artículo es mostrar –utilizando como ejemplo unos contenidos concretos– cómo seleccionar y secuenciar las actividades de enseñanza para intentar lograr la reestructuración de ideas y el cambio conceptual. Los datos que presentamos a continuación forman parte de un amplio estudio sobre la nutrición humana, desarrollado en octavo de EGB, curso correspondiente al segundo año de educación secundaria (13-14 años). Creemos, sin embargo,

* En *Investigación en la escuela*, núm. 28, Sevilla, Díada, 1996, pp. 37-58. Tomado de *Procesos vitales: estructura y funciones de los seres vivos. Programa y materiales de apoyo para el estudio*, México, SEP, 2000, pp. 77-101.

** Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación, Murcia.

que muchas de estas consideraciones pueden ser útiles para los últimos cursos de primaria –como comentaremos en este artículo– si se tienen en cuenta las diferentes posibilidades de aprendizaje entre los estudiantes de uno y otro nivel. Describir una parte del mismo –la segunda lección “Obtención y destino de los nutrientes contenidos en los alimentos”– se debe únicamente a la imposibilidad material de resumir, y a la vez concretar, en este trabajo los detalles completos del estudio llevado a cabo. Las dos lecciones que completan el módulo son: 1. “Los alimentos”; 3. “La respiración. Obtención y utilización de energía por las células”.

Las ideas de los alumnos y el cambio conceptual

Los conocimientos –acertados o no– que poseen los estudiantes sobre determinados contenidos científicos pueden tener como origen la escuela, las experiencias de la vida cotidiana o, también, pueden ser debidos a la influencia de los medios de comunicación (Albaladejo y Caamaño, 1992). Sin embargo, no todos tienen la misma importancia en relación con el proceso de enseñanza y aprendizaje. Para nuestros propósitos –y siendo conscientes de que simplificamos demasiado el problema– los hemos caracterizado atendiendo a tres criterios:

- Grado de articulación: según se trate de nociones relativamente independientes de otras (cuestiones terminológicas, conocimientos memorísticos más o menos aislados) o de esquemas más o menos amplios, que agrupan y relacionan distintos conceptos.
- Nivel de aproximación al conocimiento científico: nociones correctas que serán ampliadas durante el proceso de enseñanza, o bien ideas alternativas al conocimiento científico, que deben ser sustancialmente modificadas.
- Relevancia respecto a los objetivos fundamentales de un tema determinado: se trata de ideas básicas para comprender sus contenidos y sus relaciones con otras lecciones; o por el contrario, se refieren a aspectos más secundarios, o de ampliación.

Aunque la casuística es mucho más amplia y compleja, el análisis simultáneo de los tres criterios nos puede permitir anticipar las iniciativas a adoptar para ampliar los conocimientos iniciales –si son correctos– o para intentar producir una reestructuración –más o menos radical– de los mismos, en caso de que sean erróneos. También nos puede proporcionar una primera idea sobre el grado de dificultad que encontraremos en nuestro intento. Por tanto, conocer las ideas de los alumnos y alumnas debe ser de gran utilidad para seleccionar y, sobre todo, concretar las actividades de enseñanza, como intentaremos mostrar a continuación.

Los datos disponibles sobre los contenidos relacionados con la “Obtención y destino de los nutrientes contenidos en los alimentos” –expresión con la que nos referimos a las consecuencias del proceso digestivo y al transporte de las sustancias obtenidas a las distintas células del organismo– ponen de manifiesto que los estudiantes que se encuentran finalizando la educación primaria y los de primeros cursos de educación secundaria, mantienen nociones con cierto grado de articulación (esquemas conceptuales), con frecuencia erróneas, que por su relevancia pueden dificultar los procesos de aprendizaje. Por su importancia, nos centramos en dos aspectos que consideramos referencias conceptuales centrales en el desarrollo de la intervención en el aula:

- a) El primero de ellos tiene que ver con los sucesos más destacados que tienen lugar en el tubo digestivo. En estos niveles, en los que una visión general sería suficiente, el pensamiento de muchos estudiantes podría responder al esquema 1 (figura 1), en el que se observan tres obstáculos importantes que van a interferir con los nuevos conocimientos:
 - El papel preponderante, casi exclusivo, que atribuyen al estómago en el proceso digestivo (como consecuencia de las acciones de los jugos gástricos y, en ocasiones, también de la bilis), desconociendo las acciones que tienen lugar en los restantes órganos (que consideran como un tubo que debe recorrer el alimento).

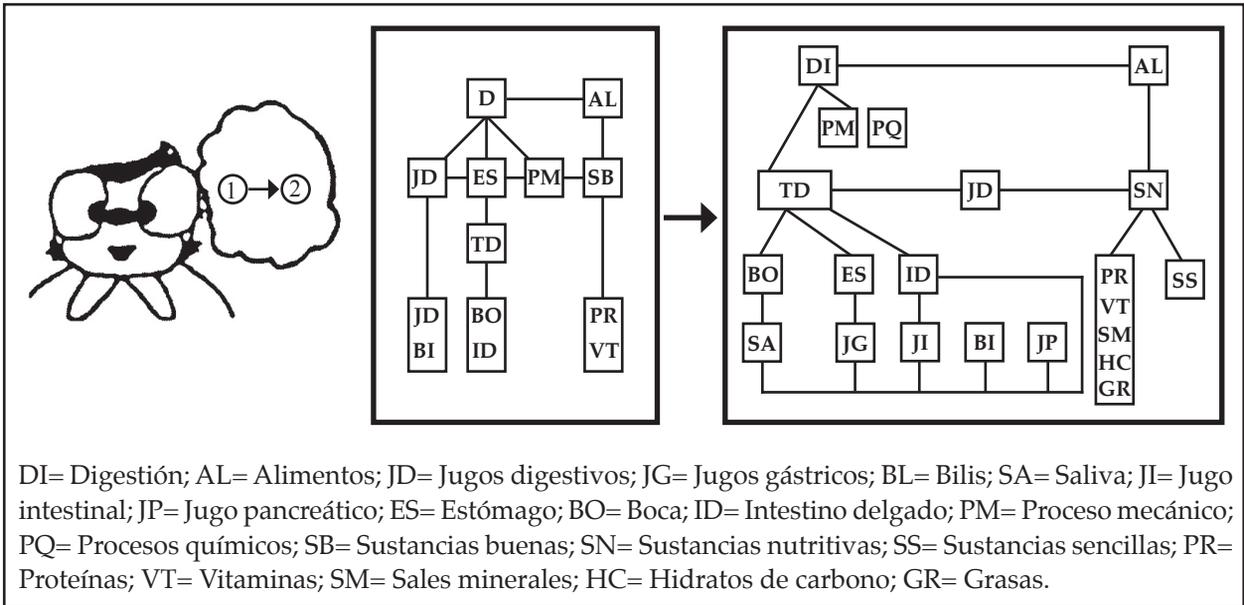


Figura 1. Restauración de ideas sobre el proceso digestivo.

- La imprecisa conceptualización, incluso a nivel de educación secundaria, de lo que supone la digestión, identificada por muchos estudiantes como un proceso mecánico, que produciría la trituración o el desmenuzamiento de los alimentos.
- Las consecuencias de la digestión: como los alimentos están formados por sustancias buenas o aprovechables, el resultado de este proceso sería la obtención de estas sustancias (generalmente, proteínas y vitaminas).

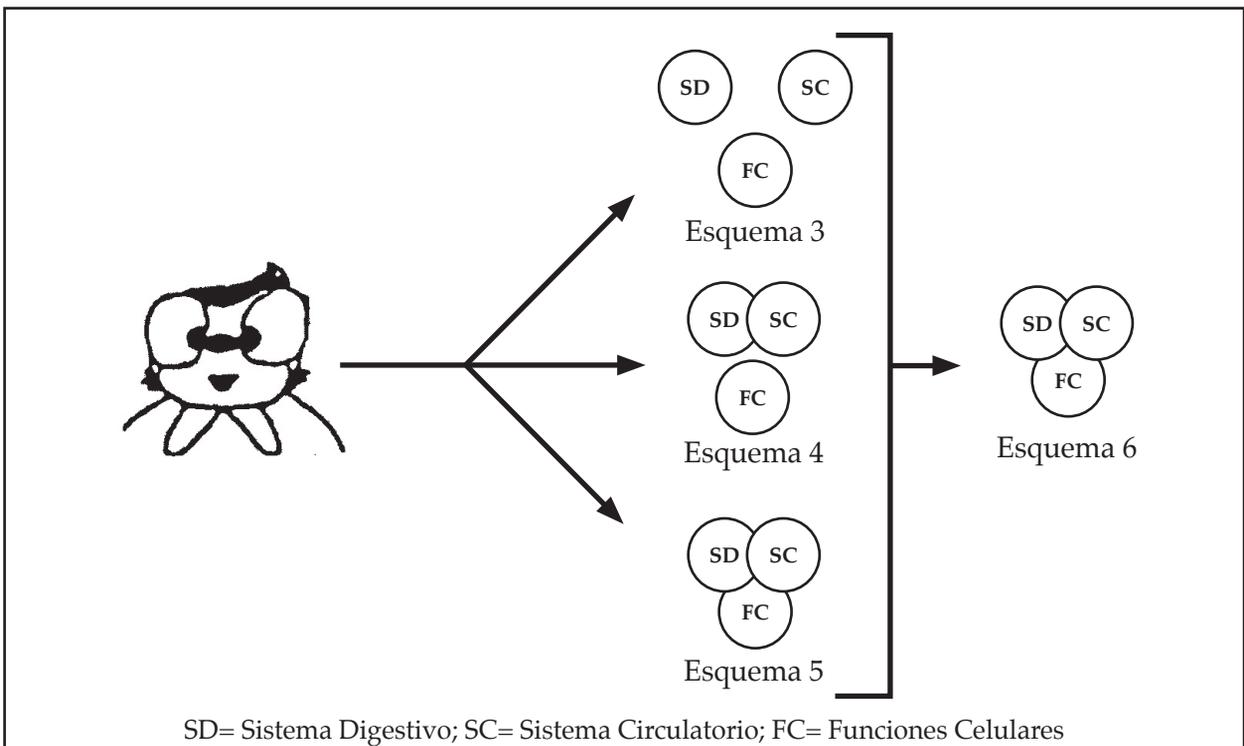


Figura 2. Restauración de ideas sobre el destino de las sustancias nutritivas resultantes de la digestión.

b) Evidentemente, este esquema no se encuentra aislado en la estructura cognitiva de los estudiantes, sino que puede estar relacionado con otros (alimentos o circulación de la sangre, por ejemplo). Precisamente, el segundo de los aspectos al que nos vamos a referir tiene que ver con lo que ocurre a los nutrientes una vez finalizado el proceso digestivo (figura 2). Las principales dificultades que se han observado en este caso han sido las siguientes:

- Un número significativo de estudiantes desconoce el destino de las sustancias nutritivas obtenidas a partir de los alimentos: recorren el tubo digestivo, sin incorporarse a la circulación (esquema 3); son recogidas por la sangre, aunque no tendrían como destino los órganos o las células (esquema 4).
- En otros casos, aunque conocen que los nutrientes son transportados a los órganos o a las células del cuerpo, piensan que no todos ellos (pulmones o huesos, entre otros) necesitan estas sustancias (esquema 5).

Aunque no sea un enfoque demasiado habitual, consideramos que otros aspectos (como, por ejemplo, ciertos detalles sobre la anatomía del aparato digestivo) tienen una importancia secundaria, y no deberían desviarnos de los propósitos fundamentales que acabamos de mencionar.

En función de cuál sea el nivel de partida de los estudiantes, las intenciones educativas se deberían centrar, en unos casos, en producir lo que algunos autores han llamado reestructuración ligera (Carey, 1985), crecimiento conceptual (Rumelhart y Norman, 1981), captura conceptual (Hewson, 1981) o desarrollo conceptual (Pines y West, 1986); en otros se debe producir un cambio radical, que ha sido denominado reestructuración (Rumelhart y Norman, 1981), reestructuración fuerte (Carey, 1985), o simplemente cambio conceptual (Hewson, 1981; Pines y West, entre otros), lo que implicaría un abandono de las ideas iniciales, sustituyéndolas

por otras nuevas. La aplicación –en enseñanza secundaria– de estas ideas a nuestro ejemplo, se concreta en las siguientes consideraciones:

- El esquema 1 de la figura 1 debería ser significativamente reestructurado en tres sentidos (esquema 2):
 - a) Reconponer su estructura jerárquica, situando al estómago al nivel que le corresponde junto a otros órganos del tubo digestivo que contribuyen a la digestión.
 - b) Modificar algunas de las relaciones que establecen los estudiantes en relación con determinados elementos del mismo: como las conexiones de hígado y páncreas con el estómago (que contribuyen a la persistencia del papel central y, a veces, exclusivo del estómago en este proceso); o sobre las consecuencias de la digestión (no es igual pensar que “por medio de la digestión se obtienen las sustancias buenas o aprovechables contenidas en los alimentos”, que “la digestión produce la transformación de las sustancias nutritivas contenidas en los alimentos, produciendo sustancias más sencillas”).
 - c) Además es necesario producir una mayor diferenciación del mismo, bien por la incorporación de nuevos conceptos al esquema (procesos químicos, sustancias nutritivas sencillas) o por la ampliación del conocimiento sobre otros (clase de nutrientes que contienen los alimentos, por ejemplo).

Si nos referimos ahora a los esquemas de la figura 2 (3 a 5), la reestructuración supone, según los casos:

- a) Establecer nuevas relaciones en su estructura cognitiva entre digestión y:
 - Sus ideas sobre el sistema circulatorio, comenzando a integrar estos procesos en las funciones de nutrición.
 - La necesidad de nutrientes para los distintos órganos del cuerpo.
- b) Simultáneamente, consideramos necesario –ampliando su grado de comprensión sobre la estructura del cuerpo humano– atribuir a las células de todos los órganos el desarrollo

último de los procesos de nutrición (en nuestra propuesta se completa posteriormente al abordar la respiración).

Naturalmente que estos propósitos no se pueden trasladar íntegramente a los últimos cursos de primaria. Sin embargo, ya desde estos niveles educativos, los alumnos y alumnas tienen algunas ideas formadas –con frecuencia erróneas, en el sentido que hemos señalado antes– en relación con la digestión y, también, sobre lo que ocurre después de este proceso. Por esta razón y para que la enseñanza no suponga un refuerzo de las mismas, deberíamos intentar establecer relaciones entre el proceso digestivo y las necesidades de los distintos órganos del cuerpo y, por tanto, con el sistema circulatorio como medio de transporte, aunque es cierto que habría que cuidar la terminología y el nivel con el que se abordan estos aspectos.

Las actividades de enseñanza y la reestructuración de ideas

Sin embargo, que se produzcan estos cambios no resulta una tarea sencilla –como lo prueba la persistencia de las ideas equivocadas– y requerirá que tanto la selección como el desarrollo de las actividades de enseñanza en el aula tengan en cuenta estas intenciones educativas. Para ello, en nuestra opinión, hay que considerar los siguientes aspectos:

- a) Aunque en el proceso de planificación de la enseñanza hay que contar con muchos otros factores (Sánchez Blanco y Valcárcel Pérez, 1993), es necesario conocer, antes de iniciar la lección, lo que piensan los alumnos y alumnas, al menos sobre los aspectos más significativos de la misma.
- b) La reestructuración de ideas se producirá como consecuencia de la interacción, entre otros, de los siguientes factores:

Propósitos	Actividades	Papel del Profesor	Papel de los Alumnos
<ul style="list-style-type: none"> • Motivar. • Explicitar ideas. • Orientar sobre los contenidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inconsecuencias, discrepancias. • Planteamiento de problemas. • Puesta en común. • Mapas de conceptos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interesar a los alumnos/ crear expectación. • Animar la participación de los estudiantes. • Organizar el desarrollo de las actividades. • Moderar las puestas en común. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar sus ideas para resolver las situaciones planteadas. • Participar en debates y puestas en común. • Relacionar los nuevos contenidos con otros ya estudiados.

Tabla 1. Características de las actividades para comenzar la lección.

Propósitos	Actividades	Papel del Profesor	Papel de los Alumnos
<ul style="list-style-type: none"> • Provocar conflictivo cognitivo. • Modificar, sustituir o ampliar los conocimientos de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Situaciones problemáticas. • Explicaciones o demostraciones del profesor. • Experiencias sencillas (laboratorio o aula). • Utilización de videos, maquetas 	<ul style="list-style-type: none"> • Animar a los estudiantes a proponer soluciones planteadas. • Suministrar información puntual. • Organizar y controlar el desarrollo de las actividades. • Moderar las actividades de discusión y síntesis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer soluciones a las situaciones conflictivas. • Desarrollar el esfuerzo mental necesario para aprender. • Participar en las actividades.

Tabla 2. Características de las actividades de reestructuración de ideas.

Propósitos	Actividades	Papel del Profesor	Papel de los Alumnos
<ul style="list-style-type: none"> • Consolidar (también reestructurar) ideas. • Resaltar el cambio conceptual producido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeños proyectos de trabajo. • Actividades de ampliación. Aplicación de vida cotidiana. • Revisión de resultados de las actividades (cuaderno de trabajo). 	<ul style="list-style-type: none"> • Dar instrucciones. • Proporcionar material. • Realizar seguimiento del trabajo. • Suministrar información. • Orientar el análisis del cambio conceptual y destacar sus aspectos más significativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el trabajo individual, de grupo. • Confrontar y evaluar las nuevas ideas con las iniciales.

Tabla 3. Características de las actividades de aplicación de conocimientos y revisión de ideas.

- El interés (grado de motivación) de los estudiantes, que facilitará su implicación en el proceso educativo y favorecerá la actividad mental necesaria para que los modos de pensar sobre estos aspectos sean modificados, con un nivel de comprensión aceptable.
- Los contenidos de enseñanza, que tienen que ser inteligibles para los estudiantes, a la vez que deben ser considerados más explicativos y funcionales que sus conocimientos iniciales.
- Las actividades que se desarrollan en el aula, que deben garantizar el cumplimiento de las dos consideraciones anteriores.

c) La construcción de aprendizajes requiere mayor protagonismo por parte de los estudiantes. Favorecer su nivel de implicación y participación en el proceso de enseñanza –frente a algunos planteamientos centrados en la transmisión de conocimientos– fomentar el trabajo en equipo y propiciar la reflexión sobre los contenidos de enseñanza, contribuyen a que se produzca el cambio conceptual. Esto puede suponer, en algunos casos, un replanteamiento significativo en cuanto a la organización del trabajo en el aula y, también, respecto a los papeles del profesor y de los estudiantes durante el desarrollo del mismo.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y tomando como referencia las caracte-

rísticas generales de la secuencia de enseñanza propuesta por Needham y Scott (1987) y Driver (1988), presentamos en el anexo I un esquema de la secuenciación de las actividades de enseñanza en el aula, cuyos contenidos –que responden al mapa de conceptos de la figura 3– hemos dividido en dos partes: la primera se refiere al proceso digestivo y a sus resultados, mientras que en la segunda haremos referencia al destino de los nutrientes que se obtienen como consecuencia del mismo. En el anexo II describimos, de forma resumida, el contenido de cada una de ellas. Estas hojas de trabajo, junto con otras, en las que se incluye la información que aporta el profesor, se resumen las conclusiones de las puestas en común o se reflejan los resultados de las consultas bibliográficas, constituyen el cuaderno del estudiante.

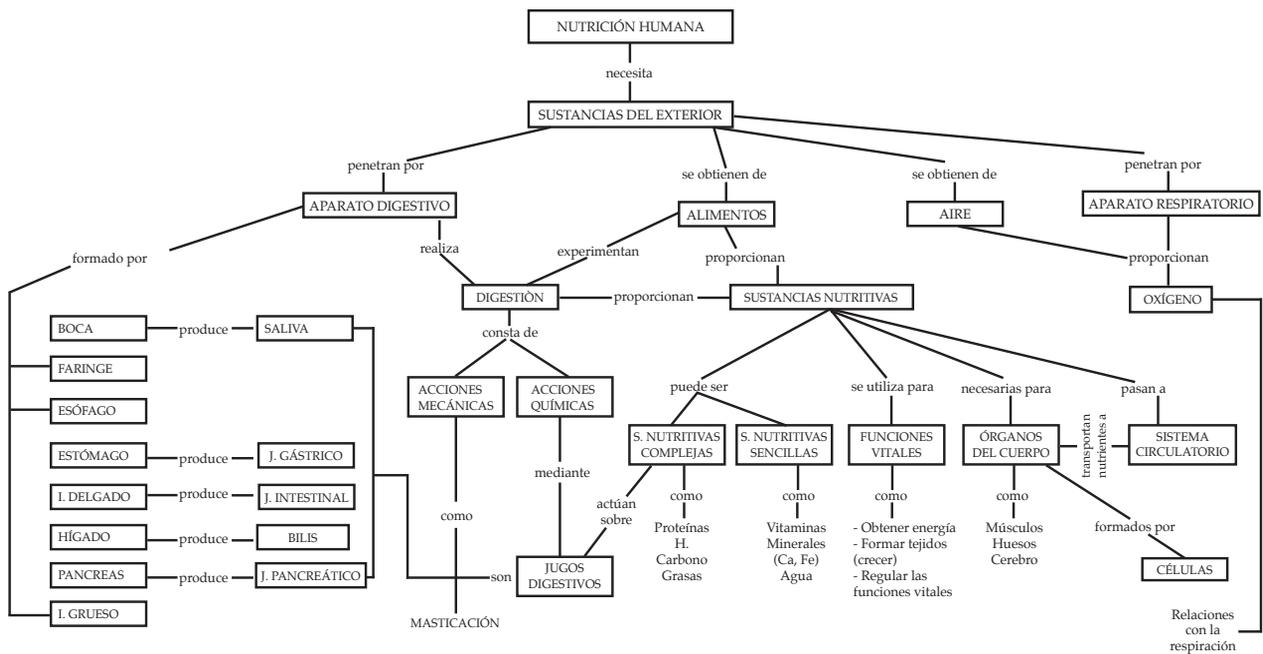
Aunque somos conscientes de la dificultad de reflejar en este artículo todos los detalles de la propuesta, confiamos en que esta descripción resulte adecuada para proporcionar una perspectiva suficientemente precisa sobre la misma.

Descripción de la intervención en el aula

¿Cómo comenzar la lección?

Dar respuesta a esta cuestión supone considerar, entre otros aspectos, qué propósitos deben tener las primeras actividades y cómo concretarlas y organizar su realización para conseguirlos (tabla I). En este caso, al iniciar la lección intentamos lograr dos objetivos importantes: motivar y explicitar las ideas de los estudiantes. Para ello:

Figura 3. Esquema conceptual de la lección.



- El contenido de la actividad debe tener en cuenta los conocimientos de los alumnos y estar relacionado con los aspectos centrales de la lección.
- Su planteamiento y desarrollo debe provocar cierto interés y/o expectación.
- La explicitación y el contraste de ideas debe ser desarrollado inicialmente en grupos pequeños (tres o cuatro estudiantes), asignando una responsabilidad concreta a cada uno de sus miembros (portavoz, secretario...).

La actividad con la que comenzamos la lección (A. 1), presenta una inconsecuencia sobre la anatomía del aparato digestivo (inconsecuencia porque provoca desconcierto y discrepancias). A partir de ella se formulan las cuestiones sobre las que se explicitarán las ideas.

Actividades de esta naturaleza pueden interesar a los estudiantes y, además, suscitan un buen número de dudas sobre el proceso digestivo, en particular cuando contrastan sus ideas con las de sus compañeros. Ello les lleva a pedir detalles y explicaciones sobre las cuestiones formuladas. Después del trabajo en grupo se realiza una puesta en común, moderada por el profesor.

En este momento –mejor que aclarar las dudas– orientamos sobre los contenidos de la lección (A. 2). Para ello se puede utilizar un mapa de conceptos (figura 3) que se entrega a cada estudiante o grupo, mediante el que se presentan los conceptos fundamentales, y se relacionan con otros ya estudiados (alimentos) o que se abordarán a continuación (en este caso es importante situar la digestión como un proceso más de las funciones de nutrición). Las consultas frecuentes de este esquema son muy útiles para lograr que los alumnos y alumnas puedan seguir día a día el desarrollo del tema (sobre todo cuando éste dura varias sesiones).

Reestructuración de ideas sobre el proceso digestivo

Es cierto que las actividades anteriores nos llevarán algún tiempo –generalmente se pueden desarrollar en una sesión de clase– aunque creemos que los estudiantes se encuentran, ahora, en condiciones más favorables para afrontar las situaciones de enseñanza que planteamos a continuación.

Las actividades de reestructuración de ideas tienen como principales objetivos sustituir o ampliar, según los casos, los conocimientos de los alumnos y alumnas (tabla II). Deben tener como referencias los aspectos fundamentales sobre los que intentamos fomentar el cambio conceptual y, si es posible, se deberían plantear situaciones de conflicto cognitivo, que favorezcan el abandono de las ideas equivocadas y su sustitución por conocimientos más apropiados. En esta fase, el trabajo de los grupos de alumnos y alumnas –que, como antes, constituye la forma habitual de trabajo en el aula– se ha centrado en las siguientes actividades:

a) La tercera actividad (A. 3) –que trata de ejemplificar las acciones del jugo gástrico sobre distintos alimentos, utilizando pepsina– intenta mostrar que no todos los alimentos completan su digestión en el estómago. Además, trata de cuestionar la naturaleza exclusivamente mecánica del proceso digestivo y puede servir para destacar el carácter específico de las acciones de los jugos digestivos.

Somos conscientes de que en ella se introducen elementos (pepsina) que pueden producir cierta dificultad para comprender lo que está sucediendo en los tubos de ensayo. Sin embargo, la sencillez en cuanto a su preparación, desarrollo, así como la claridad con que se aprecian los resultados, hacen de ella una experiencia útil, incluso para los últimos niveles de primaria (siempre que consideremos, en cada caso, hasta dónde pueden alcanzar a comprender estos estudiantes).

b) En educación secundaria, esta actividad puede ser complementada por otra experiencia de laboratorio más compleja (A. 4) –comprobar la acción de la saliva sobre el almidón y sobre los alimentos– no sólo para demostrar la acción digestiva de esta secreción, sino también para ejemplificar la transformación de una sustancia compleja (almidón) en moléculas sencillas (glucosa). Como en el caso anterior, en los manuales de prácticas de ciencias naturales se puede encontrar la información necesaria para el desarrollo de esta actividad.

c) En estas condiciones, el profesor puede proceder a aclarar muchas de las dudas y contradicciones surgidas como consecuencia de las actividades anteriores, que deberán ser seguidas con atención por la mayoría de la clase. Así, informaremos (A. 5) de las acciones de los jugos digestivos sobre los alimentos y de los órganos en que éstos actúan. Si el nivel lo permite, consideramos importante diferenciar entre sustancias nutritivas complejas y sencillas, como profundización necesaria para comprender el proceso digestivo.

d) Por medio de una fácil experiencia de aula (A. 6) en la que tratamos de demostrar distintos comportamientos entre almidón y glucosa, ejemplificamos algunas diferencias entre sustancias complejas y sencillas y tratamos de poner de manifiesto la incidencia de esta circunstancia en la absorción de nutrientes en el intestino delgado.

Motivación y reestructuración de ideas: anatomía del aparato digestivo

Aunque el estudio de este tema se suele iniciar con la anatomía del aparato digestivo, el excesivo nivel de detalle con que se aborda puede desviarnos de uno de los objetivos básicos del mismo, que tiene que ver, en nuestra opinión, con la relación y el nivel de integración que debemos establecer entre la digestión y los restantes procesos que intervienen en la nutrición humana, intentando superar la imagen compartimentada que se presenta con demasiada frecuencia.

Algunos trabajos han puesto de manifiesto ciertos errores anatómicos –confusión entre órganos, situación en el tubo digestivo (Banet y Núñez, 1988)– aunque no todos tienen la misma importancia. Desde nuestro punto de vista, dos consideraciones requieren especial atención por su repercusión sobre la correcta comprensión del proceso digestivo: precisar los lugares de conexión entre hígado, páncreas y tubo digestivo, y establecer las relaciones anatómicas entre el aparato digestivo y el sistema circulatorio. Para ello, intentando crear expectación e interés, se retoman los resultados de la primera actividad (A. 1) y se comparan con láminas o maquetas que les presentamos; a continuación, se proyecta un

video sobre la digestión (A. 7). Posteriormente el profesor resume y completa la información sobre las transformaciones que experimentan los alimentos en cada uno de los órganos del tubo digestivo (A. 8).

Aplicación de conocimientos y revisión de las nuevas ideas

Las últimas actividades de esta primera parte de la lección tienen dos objetivos: consolidar sus aprendizajes, llevando a cabo actividades sencillas de aplicación de los nuevos conocimientos –que en muchos casos contribuyen a completar la reestructuración de ideas– y procurar que los estudiantes sean conscientes de lo que han aprendido (tabla 3).

Para reforzar el conocimiento de la anatomía (A. 9) planteamos la reconstrucción del aparato digestivo, utilizando como materiales una silueta del cuerpo humano y la representación a escala de los distintos órganos (si es posible, esta actividad puede ser desarrollada con otros recursos: plastilina, madera...).

Para evaluar y aplicar las nuevas ideas sobre el proceso digestivo les proponemos relacionar las acciones de los jugos digestivos con alimentos habituales, tomando como referencia la composición de los mismos (A. 10).

La revisión de los aprendizajes (A. 11) se ha realizado analizando individualmente y, después, en grupo los resultados de la primera actividad (explicitación de ideas).

¿Y después de la digestión...?: favorecer las discrepancias y la explicitación de ideas

Nuestro siguiente objetivo era relacionar la digestión con los restantes procesos de nutrición humana. Por ello, hemos comenzado esta segunda parte de la lección con una actividad de explicitación, para conocer hasta qué punto piensan que las sustancias que se obtienen de los alimentos pasan a la sangre y son necesarias en los órganos (A. 12). Las discrepancias que suscita contribuyen a incrementar un poco más el interés de muchos de nuestros estudiantes. Finalizada la actividad se realiza una puesta en

común, con objeto de resaltar los aspectos más significativos en los que ha existido coincidencia o discrepancia.

A continuación, retomando el mapa de conceptos de la segunda actividad, situamos a los estudiantes en relación con el desarrollo de la lección (analizando lo ya estudiado), y mostramos los contenidos que se van a abordar, en particular en lo que se refiere a las relaciones entre los sistemas digestivo, circulatorio y los distintos órganos del cuerpo humano (A. 13).

Reestructuración de ideas: relaciones digestión/circulación

En este caso, no resulta fácil seleccionar actividades de enseñanza que permitan la ampliación o la reestructuración de los escasos conocimientos de los estudiantes al respecto, en particular en los últimos cursos de primaria. Las relaciones entre éstos y las nuevas ideas habrá que intentar establecerlas buscando ejemplos suficientemente significativos para ellos. Renunciar a esto supondría restar importancia al hecho de que muchos de ellos equiparan los sucesos que tienen lugar en el tubo digestivo con la nutrición, idea que se convertirá en un obstáculo importante en cursos posteriores.

En este sentido, la alternativa que hemos seguido se ha centrado en relacionar la alimentación y la digestión con procesos tan evidentes como el crecimiento o el consumo energético del organismo, aspectos sobre los que tienen cierto nivel de conocimiento (A.14). Mediante esta actividad pretendemos que relacionen alimentación y necesidades de los distintos órganos del cuerpo, para intentar cubrir el vacío conceptual que suele existir entre ambos fenómenos, resaltando la necesidad del transporte de nutrientes mediante el sistema circulatorio.

Posteriormente, intentamos reforzar esta noción (A. 15) estableciendo –a través de una sencilla experiencia (la disección de un muslo de pollo) y de la observación de distintas células al microscopio (preparaciones permanentes)– las relaciones entre el sistema circulatorio y diferentes órganos y tejidos (o células) del cuerpo humano.

Una breve información posterior (A. 16), que toma como referencia los resultados de estas experiencias, contribuye a poner de manifiesto la estructura celular del cuerpo humano (en primaria habría que referirse solamente a los diferentes órganos), aspecto que, aunque generalmente ha sido abordado en lecciones anteriores, no se suele comprender adecuadamente. Pretendemos, así, ampliar sus ideas sobre las relaciones entre las funciones y la estructura del organismo y –haciendo énfasis en la necesidad de estas sustancias para todos los órganos del cuerpo– dar respuesta a la pregunta: ¿para qué utilizan los órganos (las células) las sustancias nutritivas que se obtienen de los alimentos?

Aplicación y revisión de las nuevas ideas

Las últimas actividades pretenden que los estudiantes apliquen sus conocimientos, mediante la resolución de varias cuestiones y una situación problemática que tienen que realizar en grupo (A. 17).

Partiendo de los resultados de estas actividades y tomando como referencia las conclusiones de la actividad de explicitación de ideas realizada anteriormente (A. 12), los alumnos y alumnas realizan un breve informe en el que destacan los cambios más importantes en relación con su modo de pensar sobre las consecuencias del proceso digestivo para la nutrición de las personas (A. 18).

Seguimiento del desarrollo de las actividades

Durante el desarrollo de la lección, es necesario conocer en qué medida se están cumpliendo los objetivos que nos proponemos en cada una de las actividades. Esta tarea no resulta demasiado compleja si establecemos previamente cuáles serán los aspectos a los que prestaremos atención en cada caso, y elaboramos un sencillo protocolo de recopilación de información. En este sentido conviene observar:

a) El interés que provocan en los distintos grupos de trabajo las actividades de motivación.

- b) La relevancia de las ideas explicitadas, la participación de los estudiantes en los debates que tienen lugar en los grupos y en las puestas en común.
- c) El nivel de seguimiento de la explicación del profesor en las actividades de orientación o de presentación de información, interaccionando con los alumnos y alumnas y solicitando aclaraciones.
- d) Los resultados de la actividad de los grupos de trabajo durante la reestructuración o aplicación de ideas.
- e) Las conclusiones obtenidas por los estudiantes durante el proceso de revisión de los aprendizajes.

Como consecuencia del análisis de estos datos, podremos introducir modificaciones en la propuesta didáctica que permita una mejor adecuación a las circunstancias en que se desarrolla el trabajo en el aula.

¿En qué medida una propuesta de esta naturaleza promueve el cambio conceptual?

Para finalizar, haremos una breve referencia a las consecuencias de la implementación de estas actividades en el aprendizaje de los estudiantes de dos aulas de octavo de EGB (N=63). Los resultados correspondientes a la exploración inicial (pretest), indican que dos de cada tres alumnos no relacionan las consecuencias del proceso digestivo con la necesidad de nutrientes en las células del organismo, ya que:

- a) No se refieren a la sangre como destino inmediato de las sustancias nutritivas que se obtienen mediante la digestión (15%).
- b) Piensan que la sangre transporta estas sustancias, pero no es necesario que éstas salgan de los vasos sanguíneos y pasen a los órganos (30%).
- c) Admiten que son necesarias para los órganos, pero no incluyen las células como destino de las mismas (25%).

Sólo un 30% señala que la sangre transporta los nutrientes hasta las células del cuerpo, aunque casi

todos ellos mantienen que no son necesarias para determinados órganos (huesos, pulmones...).

Los resultados obtenidos en la prueba de retención –administrada tres meses después de finalizar la intervención en el aula– ponen de manifiesto que una amplia mayoría de los estudiantes (aproximadamente un 85%) han reestructurado sus conocimientos, integrando el proceso digestivo dentro de la función de nutrición y considerando necesario el transporte de nutrientes hasta las células por medio del sistema circulatorio. Sin embargo, casi la mitad de los estudiantes incluidos en este grupo no han generalizado que esto tiene lugar en las células de todos los órganos del cuerpo. Evidentemente este hecho deberá ser tenido en cuenta, en particular cuando se estudie la estructura y organización del cuerpo humano. Hay que resaltar, por tanto, que la evolución conceptual producida como consecuencia de la enseñanza ha sido muy importante.

Si analizamos los datos desde la perspectiva del cambio conceptual que se ha producido en cada uno de los estudiantes (figura 4), podemos señalar que el modo en que éstos han modificado sus concepciones iniciales ha consistido –fundamentalmente– en una reestructuración parcial o completa de las mismas, siendo poco relevantes los casos de retroceso o de mantenimiento de sus conocimientos erróneos.

Conclusiones

En este artículo mostramos cómo hemos seleccionado y secuenciado las actividades de enseñanza sobre contenidos relacionados con la nutrición humana, trasladando al aula algunas implicaciones de las teorías constructivistas. En nuestra opinión, el interés de esta ejemplificación reside más en resaltar la eficacia y viabilidad práctica de estos planteamientos, que las características específicas del caso presentado, desarrollado en unas circunstancias didácticas determinadas. En consecuencia, nos parece necesario finalizar este artículo realizando, con carácter general, las siguientes consideraciones.

- a) El aprendizaje de los contenidos científicos suele requerir la reestructuración de las ideas de los estudiantes. Para que este proceso –más o menos intenso según los casos– se produzca, es necesario que las actividades de enseñanza tengan en cuenta los conocimientos iniciales de los alumnos y alumnas (grado de articulación, nivel de coincidencia con las ideas científicas, relevancia para el tema en cuestión), que contribuyan a fomentar el interés (motivación) por los contenidos de enseñanza, aspecto que se favorece cuando éstos son considerados explicativos y de cierta utilidad, y que promuevan la participación y reflexión de los estudiantes.

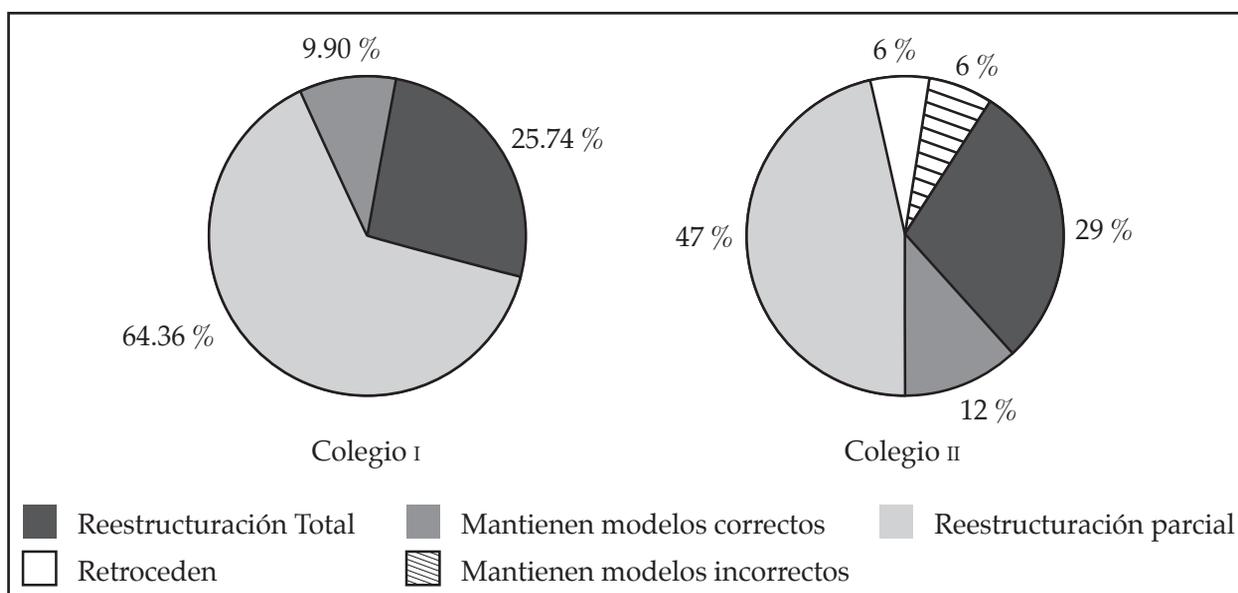


Tabla 4. Evolución conceptual a nivel individual.

b) Es evidente que, bajo estas condiciones, el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolla de manera distinta a la que podríamos considerar más habitual:

– Requiere un mayor esfuerzo de planificación y, también, en cuanto a la preparación de los materiales de las distintas actividades (incluyendo el cuaderno de trabajo de los estudiantes).

– La mayor parte del trabajo se desarrolla en grupo y buena parte del protagonismo debe recaer sobre los que aprenden. El profesor, además de proporcionar la información científica necesaria, desempeña un papel fundamental como organizador y moderador de las actividades de enseñanza.

– Además, son necesarios periodos de tiempo más amplios. Es cierto que los resultados presentados pueden ser atribuidos a esta circunstancia, más que a los elementos positivos que pudiera tener una propuesta como la presentada; también se puede argumentar que, como consecuencia de ello, habría que reducir los programas, que los estudiantes aprenderían menos... No obstante, si estamos convencidos de que son los alumnos y alumnas quienes deben construir sus conocimientos, que este proceso no resulta fácil, que los procedimientos habituales no producen aprendizajes satisfactorios..., deberíamos relativizar –y más en los niveles obligatorios de enseñanza– la importancia de este factor.

c) La implementación de una metodología constructivista parece producir aprendizajes que se muestran estables a corto y medio plazo, al menos en lo que se refiere a los contenidos básicos de la lección; aunque no ocurre así en todos los casos y, a veces, se olvidan algunas nociones que creíamos que habrían sido aprendidas.

d) Además, este tipo de enseñanza influye, en general, en el interés de los estudiantes hacia las clases de ciencias, propiciando una opinión favorable hacia diversos aspectos de

la metodología utilizada en el transcurso de la misma. En este sentido, han destacado su carácter motivador, el interés del trabajo en grupo, la utilidad de los materiales de aprendizaje (en particular su cuaderno de trabajo...).

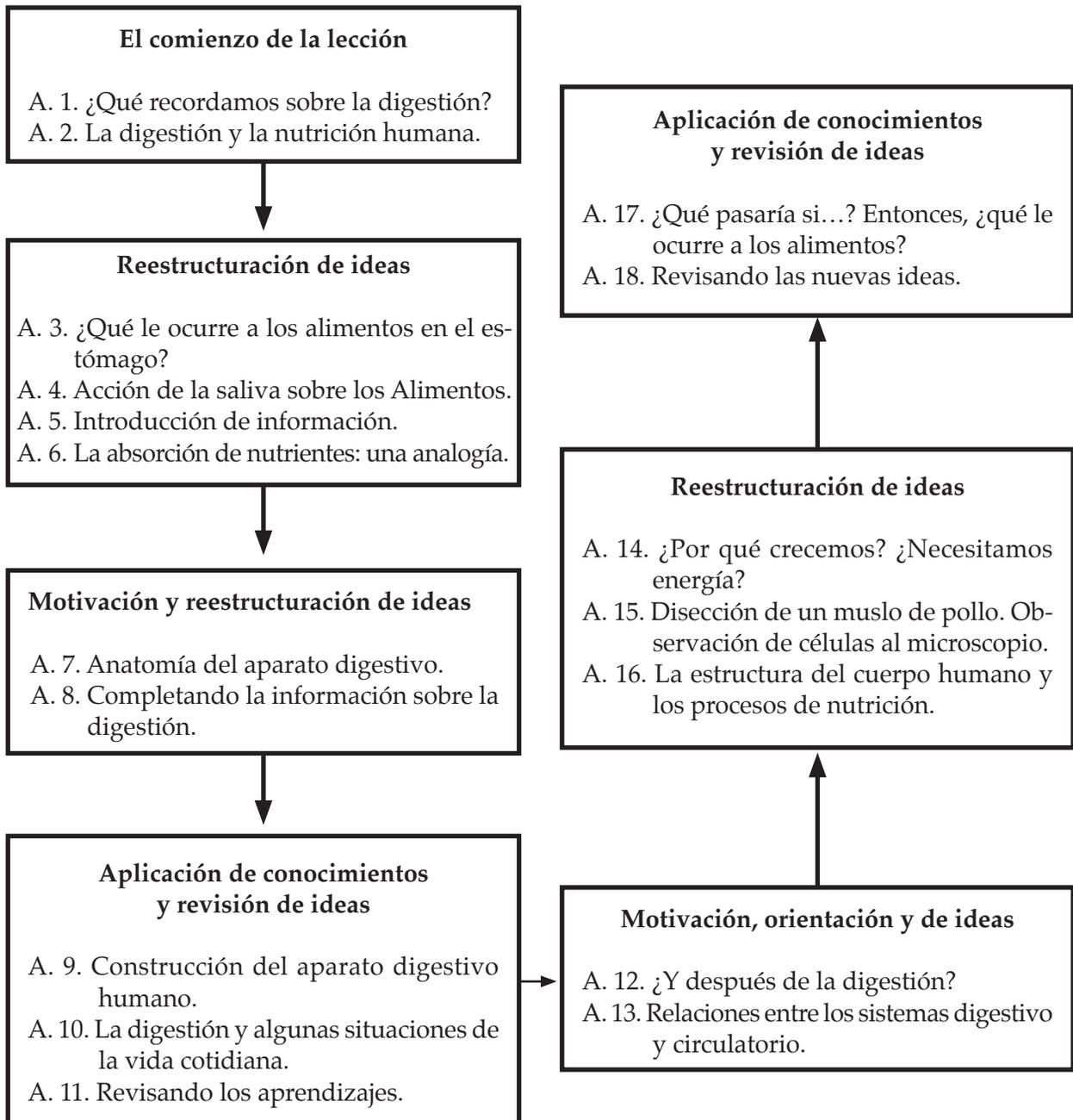
En definitiva, consideramos que –en el contexto educativo actual– resulta viable el desarrollo de propuestas de enseñanza basadas en el constructivismo, en particular si consideramos que este enfoque constituye una referencia básica de la reforma del sistema educativo, que propone un desarrollo curricular mucho más abierto y flexible. En la medida en que se faciliten datos sobre la puesta en práctica de estos planteamientos, se podrá ir consolidando el constructivismo como nuevo modelo de enseñanza, capaz de dar solución a muchos de los problemas que en la actualidad plantea el aprendizaje de las ciencias.

Referencias bibliográficas

- Albaladejo y Caamaño (1992), "Las concepciones previas de los alumnos. Estrategias para lograr el cambio conceptual", en *Didáctica de las ciencias de la naturaleza. Curso de actualización científica y didáctica*, Madrid, MEC.
- Anderson, C. W., T. H. Sheldon y J. Dubay (1990), "The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respiration and photosynthesis", en *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (8), pp. 761-776.
- Arnaudín, M. W. y J. J. Mintzes (1985), "Students alternative conceptions of the human circulatory system: a cross-age study", en *Science Education*, 69 (5), pp. 721-733.
- Banet, E. y F. Núñez (1988), "Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos anatómicos", en *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), pp. 30-37.
- (1989), "Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos fisiológicos", en *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), pp. 35-44.
- (1990), "Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración", en *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), pp. 105-110.
- Carey, S. (1985), *Conceptual Change un childhood*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- Cubero, S. (1988), "Los esquemas de conocimiento de los niños. Un estudio del proceso digestivo", en *Cuadernos de Pedagogía*, 165, pp. 57-60.

- Dreyfus, A., E. Jungwirth y R. Eliovitch (1990), "Applying the 'cognitive conflict' strategy for conceptual change", en *Science Education*, 74 (5), pp. 555-570.
- Driver, R. (1988), "Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias", en *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), pp. 109-120.
- Giordan, A. (1987), "Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje", en *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), pp. 105-110.
- Hewson, P. (1981), "A conceptual change approach to learning science", en *European Journal of Science Education*, 3 (4), pp. 383-396.
- Lauren, B. y Resnick (1983), "Una nueva concepción del aprendizaje de las ciencias y las matemáticas", en *Science*, 220, pp. 477-478.
- Lawson, A. (1988), "The acquisition of biological knowledge during childhood: cognitive conflict or tabula rasa?", en *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (3), pp. 185-199.
- (1991), "Exploring growth (& mitosis) through a learning cycle", en *American Biology Teacher*, 53 (2), pp. 107-110.
- Needham, R. y P. Scott (1987), *Una perspectiva constructivista de aprendizaje y enseñanza de la ciencia*, Universidad de Leeds, UK.
- Núñez, F. (1994), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias. Aplicación al estudio de la nutrición humana en educación secundaria obligatoria*, Tesis doctoral, Universidad de Murcia.
- Núñez, F. y E. Banet (1996), "Students' conceptual patterns of human nutrition", en *International Journal of Science Education* (en prensa).
- Osborne, R. y P. Freyberg (1985), *Learning and Science the Implications of "Children's Science"*, Nueva Zelanda, Heinemann Educational (traducción castellana: *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*, Madrid, Narcea).
- Pérez de Eulate, M. L. (1992), *Utilización de los conceptos previos de los alumnos en la enseñanza-aprendizaje de conocimientos en biología. La nutrición humana: una propuesta de cambio conceptual*, Bilbao, Universidad del País Vasco.
- Pines, A. y L. West (1986), "Comprensión conceptual y aprendizaje científico: una interpretación de la investigación en un marco 'fuentes de conocimiento'", en *Science Education*, 70 (5), pp. 583-604.
- Posner, G. J. et al. (1982), "Acomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change", en *Science Education*, 66, pp. 211-227.
- Rumelhart, D. E. y D. A. Norman (1981), Analogical processes in learning, citado por Driver, R. (1989), "Students' conceptions and learning of science", en *International Journal of Science Education*, 11, pp. 419-501.
- Sánchez Blanco, G. y M. V. Valcarcel Pérez (1993), "Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales", en *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), pp. 33-44.
- Seymour, J. y B. Longden (1991), "Respiration—that's breathing isn't it?", en *Journal of Biological Education*, 25 (3), pp. 177-183.
- Shemesh, M. y R. Lazarowitz (1989), "Pupils' reasoning skills and their mastery of biological concepts", en *Journal of Biological Education*, 23 (1), pp. 59-63.
- Strike, K. A. y G. J. Posner (1990), *A Revisionist Theory of Conceptual Change*, Ithaca, Nueva York, Cornell University.

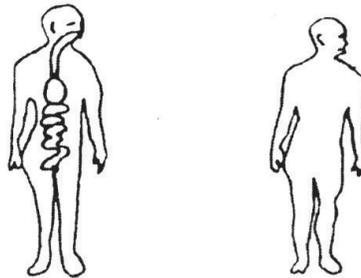
Anexo 1. Secuenciación de las actividades de enseñanza



A. 1. ¿Qué recordamos de la digestión?

1. En esta lección vamos a estudiar la digestión de los alimentos y la utilización, por parte del organismo, de las sustancias nutritivas que contienen. Para comenzar presentamos dos siluetas del cuerpo humano:

- a) En la primera un profesor ha dibujado el aparato digestivo. Fijándote en ella, ¿puedes explicar el recorrido del alimento y del agua cuando penetran por la boca?
- b) Si no estás de acuerdo con este esquema realiza tu dibujo sobre el que está en blanco, y señala el nombre de cada una de las partes por las que pasan los alimentos y el agua.



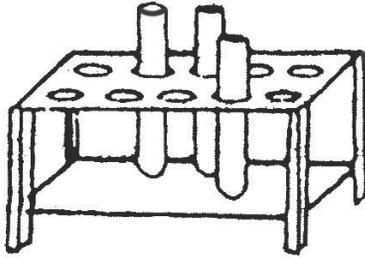
2. A continuación, intenta resolver en grupo las siguientes cuestiones:

- a) Puntúa entre 0 y 3 la participación de cada uno de los siguientes órganos en las transformaciones que sufren los alimentos durante la digestión, como consecuencia de las acciones de los jugos digestivos, explicando las razones de esa puntuación: boca, ano, intestino delgado, estómago, esófago, hígado, intestino grueso.
 0. No participa.
 1. Participa poco.
 2. Participa bastante.
 3. Participa mucho.
- b) ¿Finaliza la digestión en el estómago?, ¿por qué?
- c) ¿En qué parte se absorben las sustancias nutritivas que se obtienen de la digestión de los alimentos?
- d) La saliva ¿es un jugo digestivo?, ¿por qué?

Actividad 1. Guión para el comienzo de la lección.

A. 3. ¿Qué ocurre con los alimentos en el estómago?

La siguiente experiencia nos permitirá reproducir en el laboratorio las acciones del estómago sobre distintas clases de alimentos. Para ello, utilizando dos sustancias (pepsina y ácido clorhídrico) hemos elaborado un compuesto similar al jugo gástrico.



Preparar diversos tubos de ensayo con pequeñas cantidades de algunos alimentos. A continuación añadir un poco de "jugo gástrico" (hasta cubrir el alimento) y colocarlo en un baño termostático a la temperatura del cuerpo humano (36.5° C). Lo iremos observando en diversas sesiones

Realizar un informe sobre los resultados de la experiencia:

- ¿Los resultados obtenidos coinciden con nuestras hipótesis?
- ¿Finaliza la digestión en el estómago?
- Explicar las conclusiones, consultando la tabla de composición de los alimentos.

Actividad 3. Conflicto cognitivo y reestructuración de ideas.

A. 4. Acción de la saliva sobre los alimentos

Como muchos de nosotros pensamos, la saliva humedece los alimentos y les ayuda a su desplazamiento por el tubo digestivo, pero... ¿transforma la saliva los alimentos? Contestar a esta pregunta y justificar la respuesta.

Para comprobar si nuestra opinión es acertada procederemos de la siguiente manera:

- Preparar 3 tubos de ensayo: poner en dos de ellos una disolución de almidón (tubos 1 y 2) y en el tercero una disolución de glucosa (tubo 3).
- Añadir una cantidad aproximadamente igual de reactivo de Fehling a los tubos 1 y 3. Calentar con cuidado. ¿Qué cambios ocurren?
- A continuación, añadir al tubo 2 un poco de saliva, esperar 10 minutos, añadir Fehling y calentar. ¿Qué cambios tienen lugar?, ¿por qué se producen?
- ¿Qué ocurriría si al comer tenemos varios minutos en la boca –mezclándolos con la saliva– cada uno de los siguientes alimentos: arroz, patatas, un poco de aceite, pescado, tocino?

Actividad 4. Reestructuración de ideas.

A. 6. La absorción de nutrientes: una analogía

La finalidad de la experiencia es poner de manifiesto cómo tiene lugar la absorción de las sustancias nutritivas sencillas. Para ello vamos a utilizar dos compuestos: almidón y glucosa.



1. Comparar las dos sustancias: color, sabor, tacto...
2. Intentar disolverlas en el agua. ¿Cuál se disuelve mejor? ¿Cuál puede ser la causa?
3. Preparar dos tubos de ensayo: el primero contiene una disolución de almidón y el segundo glucosa.
4. Verter sobre un recipiente el contenido de cada uno de los tubos y tratar de absorber el líquido utilizando un paño absorbente. ¿Por qué se producen estas diferencias?

Actividad 6. Ejemplificación sobre el proceso de absorción.

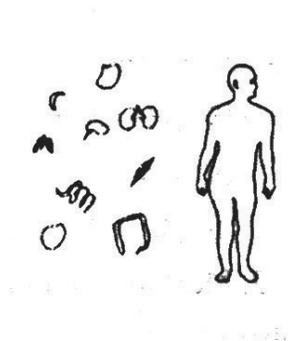
A. 7. Anatomía del aparato digestivo

1. Revisar las principales conclusiones de nuestros dibujos sobre el aparato digestivo. A continuación lo vamos a comparar con la maqueta que te presenta el profesor, ¿qué diferencias encontrarás? ¿Cuál es el camino del alimento cuando penetra por la boca?
2. Como no es posible ver qué ocurre durante la digestión, vamos a proyectar un video, que tienes que observar atentamente, para responder después a las siguientes cuestiones:
 - a) ¿Cómo actúa la saliva sobre los alimentos que contienen almidón?
 - b) ¿Qué les ocurre a los alimentos en el estómago?
 - c) ¿Qué experimento sirvió para demostrar que la digestión continúa en el intestino delgado?

Actividad 7. Motivación y reestructuración de ideas sobre el aparato digestivo.

A. 9, 10, 11. ¿Qué hemos aprendido hasta ahora?

Pon a prueba tus conocimientos y comprueba lo que has aprendido sobre la digestión:



A. 9. Selecciona los órganos que creas que forman parte del aparato digestivo y colócalos sobre la silueta del cuerpo humano, poniendo los nombres correspondientes.

A. 10. Los jugos digestivos actúan sobre los alimentos que comemos.

En la lección anterior vimos que un alimento está formado por distintas sustancias nutritivas. Teniendo en cuenta los datos que proporciona la tabla de composición de alimentos, responde a las siguientes cuestiones:

- ¿Cómo actúa la saliva sobre los siguientes alimentos: mantequilla, pastas, carne, naranja y lechuga?
- Consulta las sustancias nutritivas que contiene el pan, ¿qué transformaciones se producen durante la digestión de dicho alimento? ¿Qué jugos actúan sobre él? ¿Qué sustancias se obtienen?

A. 11. Revisa tus conclusiones sobre la primera actividad de la lección y realiza un breve informe. Señala en qué han cambiado las ideas que tenías al comienzo de la misma.

Actividad 9, 10, 11. Aplicación de conocimientos y revisión de ideas.

A. 12. ¿Y después de la digestión...?

1. ¿Qué crees que ocurrirá si no llegasen sustancias nutritivas a cada uno de los siguientes órganos?

- Músculos.
- Huesos.
- Piel.
- Corazón.
- Cerebro.
- Estómago.

2. A continuación, intentar resolver en grupo las siguientes cuestiones:

- Supongamos que estamos sin tomar alimentos durante dos o tres días ¿qué ocurriría con el contenido de sustancias nutritivas de la sangre (aumenta; disminuye; ni aumenta ni disminuye)? Explicar la respuesta.
- ¿Qué ocurre cuando la sangre llega a los órganos (a los músculos, por ejemplo)? las sustancias nutritivas no salen de los vasos sanguíneos; pasan a las células; pasan a los órganos; otras explicaciones.
- ¿Deben llegar las sustancias nutritivas de los alimentos a los siguientes órganos: pulmones, riñones, piel, ojos, corazón, huesos, músculos, cerebro, estómago, intestino?

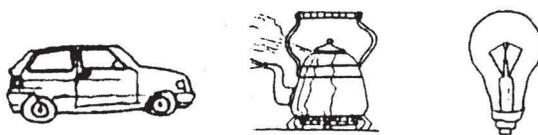
Actividad 12. Motivación y explicación de ideas.

A. 14. ¿Por qué crecemos? ¿Necesitamos energía?

1. Para realizar esta actividad necesitaremos dos o tres fotografías nuestras en las que se note claramente que hemos crecido. Observarlas y contestar a las siguientes cuestiones:

- ¿Han aumentado de tamaño todos los órganos de nuestro cuerpo?
- ¿Han crecido todos por igual?
- ¿Cuál es la causa principal de que nuestro cuerpo haya aumentado de tamaño?

2. Muchas máquinas y aparatos que conocemos y usamos utilizan energía para realizar su trabajo. Dicha energía se obtiene a partir de diversas fuentes. ¿Cómo obtienen la energía que necesitan...?



3. Nuestro cuerpo también necesita energía. Completar la tabla siguiente indicando la función de cada órgano y explicando cómo obtienen la energía que necesitan para su funcionamiento:

Órgano	Funciones que realizan. Obtención de energía
Corazón.	
Pulmones.	
Cerebro.	
Huesos.	

Actividad 14. Necesidades de nutrientes para nuestros órganos.

A. 15. Órganos, tejidos y células

1. Disección de un muslo de pollo: para hacernos una idea aproximada de la diversidad de tejidos que componen un ser vivo, vamos a realizar la disección de un muslo de pollo. Proceder del siguiente modo:

Realizar sucesivas incisiones desde el exterior del muslo de pollo hasta el hueso. Observar los vasos sanguíneos y tratar de identificar diversos tejidos que forman parte del mismo.

Una vez realizada la experiencia, hacer un dibujo del interior del muslo y explicar cómo llegan hasta sus diferentes tejidos las sustancias que transporta la sangre.

2. Observación de tejidos al microscopio: para observar algunas características de diferentes tejidos y células que constituyen el cuerpo humano, utilizaremos el microscopio. Observar detenidamente las preparaciones seleccionadas, centrando nuestra atención en el modo en que se ordenan las células en cada uno de los tejidos.

Con nuestros compañeros de grupo, tratar de explicar cómo llegan a las distintas células del cuerpo las sustancias que transporta la sangre.

Actividad 15. Estructura del cuerpo humano (órgano, tejido y células).

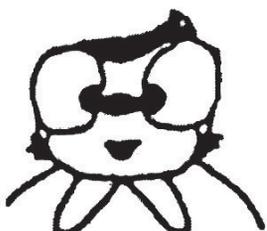
A. 17, 18. Prueba tus conocimientos

1. ¿Qué pasaría si...?

A partir de los conocimientos que has adquirido, contesta: ¿qué pasaría si...?

- a) La totalidad o la mayoría de las sustancias nutritivas de los alimentos fuesen expulsadas por el ano.
- b) La sangre no transportara sustancias nutritivas a los huesos.
- c) No tomásemos alimentos energéticos.
- d) No tomásemos alimentos plásticos.

2. Entonces, ¿qué le ocurre a los alimentos? Supongamos que hemos comido un trozo de carne. Explica qué le ocurre en la boca, estómago e intestino, hasta que nuestro cuerpo utiliza las sustancias nutritivas que la carne proporciona.



A. 18. Revisa las nuevas ideas

3. Repasa las principales conclusiones de la actividad 11. ¿En qué aspectos estabas equivocado? Haz un breve informe indicando en qué han cambiado tus ideas y lo que has aprendido en esta lección.

Actividades 17 y 18. Aplicación de conocimientos y revisión de ideas.

Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de bachillerato y COU*

A. M. García Zaforas

**¿Qué implicaciones tiene la memorización mecánica en el aprendizaje de los alumnos?
¿Cuáles son las principales ideas alternativas que se identificaron en el estudio?
¿Qué aspectos dificultan que los estudiantes comprendan el funcionamiento de los organismos a nivel celular?**

Fundamentos

Quizás influenciados por una dogmatización de la ciencia que adolece de poca investigación en el aula y dejándonos llevar por inercia del ritmo que imponen los libros de texto, del lenguaje cotidiano que a veces interfiere con el científico, junto con la metodología usada por la mayoría de nuestro profesorado, propiciamos toda una serie de elementos que inducen a los alumnos frecuentemente a ideas conceptuales alternativas, siendo la investigación de algunas de ellas el objeto de este estudio.

Centrándonos en el campo de las ciencias naturales, el concepto de que la vida de un organismo la mantiene el funcionamiento de sus células supone para la mayoría de nuestros alumnos un escalón difícil de entender, quizás por la poca estructuración con que se estudian los temas correspondientes al nivel orgánico y al nivel celular o, dicho de otra forma, por la desvinculación que ofrecemos al alumno entre el mundo macroscópico y el microscópico, donde el primero encuentra su verdadero fundamento fisiológico.

La mayoría de nuestros alumnos cree saber lo que son las funciones de nutrición, pero que el estudio de ellas englobe la respiración y al oxígeno como nutriente; la circulación y a la sangre como medio que transporta los nutrientes; la excreción, que a su vez suelen confundir con egestión y, aún más, que todos estos procesos tengan sus últimas consecuencias a nivel de las células –donde se lleva a cabo el metabolismo celular– supone un engranaje que a la mayoría de nuestros alumnos les cuesta llegar a entender; uniéndole, además, la falta de motivación de la que gozan, causada, entre otros factores, por el papel pasivo a que los sometemos y al excesivo protagonismo del profesor, ambiente en el que habitualmente se desarrolla nuestra enseñanza hoy día.

Concretemos más el tema mediante un ejemplo: por respiración entienden, nuestros alumnos, el simple intercambio de gases con el medio ambiente que se lleva a cabo con el aparato respiratorio y no van más allá en la cuestión, sin acabar de comprender que la verdadera respiración se lleva a cabo en cada una de nuestras células y que la función del aparato respiratorio es la de actuar de mero intermediario en todo el proceso de la respiración celular. Esto trae en consecuencia errores conceptuales de grandes magnitudes, como es el caso de: ¿si los vegetales carecen de aparato respiratorio que es el que lleva a cabo la respiración, pues será que no respiran! Manifiestan así, según señalan Driver,

* En *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. IX, núm. 2, Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona, 1991, pp. 129-134. Tomado de *Procesos vitales: estructura y funciones de los seres vivos*. Programas y materiales de apoyo para el estudio, México, SEP, 2000, pp. 65-73.

Guesne y Tiberghien (1985), un razonamiento dominado por la percepción (los rasgos observables). Tampoco comprenden que el oxígeno sea un nutriente necesario para la célula, pero que al ser gaseoso se capta por distinta vía que los nutrientes líquidos y sólidos, aunque de igual manera que éstos su actuación se va a llevar a cabo en el seno de las células.

Objetivo de la experiencia

Apoyándonos en la teoría ausubeliana, el aprendizaje significativo se produce cuando los nuevos conocimientos conectan con las ideas previas que tienen los alumnos sobre el tema. El objetivo de esta experiencia es, pues, investigar y cuantificar la magnitud de las representaciones que poseen los alumnos (Driver, Guesne y Tiberghien, 1985) sobre la función de respiración en los seres vivos, con vistas a provocar, si fuera necesario, el consabido cambio conceptual y metodológico que nos conduzca dentro de un paradigma constructivista a una enseñanza más racional y por tanto a un aprendizaje más significativo (Ausubel, 1978).

Hipótesis

“Los alumnos de bachillerato y COU que cursan estudios de ciencias naturales presentan ideas alternativas respecto a la respiración celular”. El análisis del contraste de las respuestas dadas por los alumnos en los niveles de 1º, 3º y COU, nos permitirá observar la persistencia de estas representaciones (Furió, Carrascosa y Gil, 1985).

Recursos

La estrategia utilizada para esta investigación ha consistido en la elaboración y contestación de encuestas, previamente comentadas y contrastadas por distintos profesores miembros del seminario didáctico. La muestra ha sido tomada en un solo centro, un instituto de bachillerato situado en zona urbana, donde predomina un alumnado de clase media-alta. Ha sido contestada por un alumnado no seleccionado, correspondiente a 50 alumnos de 1º de BUP, 53

alumnos de 3º de BUP y 49 alumnos de COU. En todos los casos estos alumnos habían estudiado ya los temas correspondientes a la nutrición celular. No hay que descartar, por tanto, que entre las respuestas correctas exista un porcentaje de lo que Hewson (1981), Ausubel (1978) y otros llaman memorización mecánica, que no llega a constituir aprendizaje significativo; pues, aunque de hecho las respuestas sean correctas, el alumno no sabe extrapolarlas a otro entorno o situación distinta a la aprendida.

La encuesta que figura a continuación como Anexo 1 permite un sondeo de los esquemas conceptuales que tienen los alumnos sobre la respiración celular. Con ella se han perseguido los siguientes objetivos:

- 1º Detectar las representaciones de los alumnos sobre el proceso de respiración celular como fuente de energía de los seres vivos.
- 2º Detectar las representaciones sobre el lugar donde se lleva a cabo el proceso respiratorio y si éste es confundido con el simple intercambio de gases.
- 3º Detectar el grado de identificación de la respiración celular con una reacción química de la materia orgánica, para la que se necesita oxígeno y se desprende dióxido de carbono como producto de desecho.
- 4º Detectar las ideas que tienen los alumnos sobre el origen de la materia orgánica que se quema en la respiración; si ésta es adquirida por ingestión, como hacen los animales, o bien, es fabricada por ellos mismos como hacen los vegetales verdes.
- 5º Investigar la consistencia de estas representaciones comparando las respuestas dadas por los alumnos a los distintos ítems.

Tratamiento de los resultados

A las respuestas a cada una de las cuestiones que plantea la encuesta se les ha aplicado un χ^2 , separadamente para el caso de animales y para el caso de vegetales, con objeto de saber si las diferencias entre las frecuencias obtenidas en 1º, 3º y COU para cada una de las preguntas llegan a ser significativas, lo que reflejaría un cambio

en los esquemas conceptuales de los alumnos a lo largo de los niveles.

$$(O_{ij}-E_{ij})^2 \quad O = \text{frecuencias observadas.}$$

$$ij \quad E_{ij} \quad E = \text{frecuencias esperadas.}$$

Los resultados y su análisis

Se han contabilizado solamente las respuestas dadas con un margen de seguridad superior a cinco, suponiendo éstas un 95% del total de la muestra y siendo los resultados los siguientes:

1ª cuestión:

“¿Respiran los animales? ¿Respiran los vegetales?”.

Los porcentajes obtenidos de respuestas correctas (Sí, los animales. Sí, los vegetales) fueron los siguientes:

1º de BUP		2º de BUP		COU	
Animales	Vegetales	Animales	Vegetales	Animales	Vegetales
100%	100%	100%	100%	100%	100%

100% de los alumnos de los tres niveles ha respondido correctamente y aparentemente no tiene duda de ello, aunque podría darse el caso de ser un conocimiento declarativo (Haswen, 1986), repitiendo fragmentos de lo aprendido, sin ser capaces de aplicarlo a la resolución de un problema de la vida cotidiana (conocimiento procedimental que muestra aprendizaje significativo). Por ello, se pasa a continuación a investigar lo que entienden por respiración, puesto que en estudios ya realizados (Stavy y otros, 1987) obtuvieron respuestas en las que se contemplaba la fotosíntesis como un tipo de respiración, señalando en algunos casos que era una respiración inversa.

2ª cuestión:

“¿La respiración consiste solamente en un intercambio de gases con el medio ambiente en animales y/o vegetales?”.

Los porcentajes de respuestas correctas (No, en animales. No, en vegetales) fueron los siguientes:

1º de BUP		2º de BUP		COU	
Animales	Vegetales	Animales	Vegetales	Animales	Vegetales
36%	47%	42%	60%	52%	55%

Como puede apreciarse por los porcentajes, parte de los alumnos encuestados presentan la idea alternativa de que la respiración consiste

solamente en un intercambio de gases con el medio ambiente, persistiendo además esta idea a lo largo de los tres niveles. La respuesta obtenida puede estar justificada si tenemos en cuenta que la pregunta está formulada desde un punto de vista perceptivo, “Lo que se ve es lo que se cree”, siendo ésta una de las causas que señalan Osborne (1983), Driver y Erikson (1983) como origen de las ideas previas: “El pensamiento está dominado por la percepción”.

La aplicación del χ^2 indica que no hay significación ni en las respuestas correspondientes a animales ni en las correspondientes a vegetales entre los niveles de 1º, 3º y COU, tratándose, por tanto, de una idea alternativa que persiste en los tres niveles.

3ª cuestión:

“La verdadera respiración ocurre en las células y para ello se necesita oxígeno y se desprende dióxido de carbono”.

1º de BUP		2º de BUP		COU	
Animales	Vegetales	Animales	Vegetales	Animales	Vegetales
100%	53%	96%	54%	96%	76%

Los porcentajes de respuestas correctas (Sí, en animales. Sí, en vegetales) han sido los siguientes:

Gran parte de los alumnos encuestados piensa que los animales son distintos de los vegetales en cuanto a la respiración celular. Esta idea alternativa se mantiene sobre todo en los cursos de BUP subsanándose en parte en el nivel de COU. Se aprecia además poca coherencia en los razonamientos, pues una gran mayoría contesta afirmativamente a la 2ª y a la 3ª pregunta a la vez, siendo ambas excluyentes. Estos resultados corroboran las obtenidas por Astudillo y Gené (1984) en su trabajo sobre: “Errores conceptuales en Biología. La fotosíntesis de las plantas verdes”.

Asimismo, Driver, Guesne y Tiberghien (1985) señalan como uno de los rasgos generales que presentan las ideas alternativas el hecho de que “consideran sólo aspectos limitados de una situación dada, lo que dificulta la comprensión de interacciones entre varios elementos”. Un aspecto particular de esta atención limitada es la dificultad para percibir situaciones de equilibrio dinámico, como pueden ser muchas reacciones metabólicas.

La aplicación del χ^2 indica que no existe significatividad en cuanto a los resultados obtenidos en los tres niveles estudiados.

4ª cuestión:

Está planteada con el objetivo de comprobar si los alumnos relacionan la respiración como fuente productora de energía para las células. "La respiración es un proceso para que las células produzcan energía por medio de una combustión".

1° de BUP		2° de BUP		COU	
Animales	Vegetales	Animales	Vegetales	Animales	Vegetales
60%	56%	90%	30%	90%	59%

Los porcentajes de respuestas correctas (Sí, en animales. Sí, en vegetales) han sido los siguientes:

Nuevamente aparecen ideas alternativas; en 1° de BUP, 40% del grupo no relaciona la respiración como fuente energética ni en animales ni en vegetales. En los grupos de 3° y COU, esta representación decrece su porcentaje en animales, pero persiste en vegetales.

Dreyfus y Jungwirth (1988) ponen de manifiesto la idea alternativa de que sólo algunas células producen energía y fabrican proteínas. Algo semejante ocurre con Gayford (1986) en su artículo: "Some aspects of the problems of teaching about energy in school biology", donde la respiración no se identifica como proceso productor de energía.

Según la respuesta obtenida en esta cuestión, en los niveles de 3° y COU se observa que los alumnos dan un tratamiento muy diferente, en cuanto a la producción de energía, a la célula animal y a la célula vegetal. ¿Será porque identifican la respiración en vegetales con el proceso de fotosíntesis? En los siguientes ítems se investiga esta cuestión.

La aplicación del χ^2 muestra nuevamente que no hay significatividad entre los niveles de 1°, 3° y COU, siendo por tanto persistente esta representación a lo largo del bachillerato y COU.

5ª cuestión:

Es una ampliación de la pregunta número 3. Introduzco aquí el concepto de materia orgánica como sustrato que "se quema" en la respiración celular. Además en esta pregunta y la siguiente entro en relación con el concepto de nutrición

autótrofa y heterótrofa, en el momento en que planteo la pregunta como: "La materia orgánica y el oxígeno que toman los seres vivos son llevados hasta las células para intervenir en la respiración y expulsar dióxido de carbono".

Los porcentajes de respuestas correctas (Sí, en animales. No, en vegetales) han sido los siguientes:

1° de BUP		2° de BUP		COU	
Animales	Vegetales	Animales	Vegetales	Animales	Vegetales
83%	50%	96%	67%	100%	96.5%

Resulta muy significativo en la observación de estos porcentajes cómo el error conceptual de que los vegetales toman la materia orgánica va decreciendo desde un 50% en 1° de BUP, un 33% en 3° hasta llegar a un 3.5% en COU. La posible explicación que se le puede dar a estos datos sea quizás la falta de conceptos claros a nivel de 1° de BUP de lo que es la materia orgánica, con lo que pretendo corroborar la idea que Pedro Cañal y Soledad García (1987) sacan a la luz en su artículo "La nutrición vegetal, un año después. Un estudio de caso de 7° de EGB", donde dicen textualmente: "En general estos alumnos carecen de conceptualizaciones adecuadas sobre lo que es inorgánico u orgánico...".

Aplicando χ^2 no resulta significativo en animales ni en vegetales, aunque en estos últimos queda muy cercano al límite de significatividad.

6ª cuestión:

Esta pregunta es la complementaria a la anterior; se da la otra versión, redactándola así: "No ingieren la materia orgánica sino que la fabrican...". Por tanto la comparación de las respuestas obtenidas en uno y otro caso nos va a permitir medir la consistencia que tienen estas ideas en nuestros alumnos.

Los porcentajes de respuestas correctas (No, en animales. Sí, en vegetales) han sido los siguientes:

1° de BUP		2° de BUP		COU	
Animales	Vegetales	Animales	Vegetales	Animales	Vegetales
30%	26%	41%	37%	50%	47%

Por los porcentajes obtenidos se puede deducir que incluso a nivel de COU la mitad de los alumnos contesta incorrectamente. Este resultado viene a coincidir con lo que Bell (1985) señala en su artículo "Students' ideas about

plant nutrition: what are they?", los alumnos poseen concepciones alternativas sobre la forma en que los vegetales obtienen la comida, y sobre otros conceptos derivados de la fotosíntesis, respecto a intercambios gaseosos, producción de energía, etcétera.

Otros estudios llevados a cabo por Wandersee (1983, 1985) en Estados Unidos, Stavy y otros (1987) en Israel, y Bell y Brook (1984) en el Reino Unido, han mostrado la dificultad que tienen los adolescentes para comprender la fotosíntesis y al preguntarles de dónde procede el alimento de las plantas, la mayoría contestó que del suelo. La aplicación del χ^2 muestra nuevamente que no existe significatividad entre las respuestas dadas en los tres niveles ni en el caso de animales ni en el de vegetales.

7ª cuestión:

Como conclusión a la encuesta planteada, quise indagar someramente, los conceptos que nuestros alumnos tienen sobre el tema a nivel microscópico. Este es el objeto de las preguntas 7 y 8 donde introduzco "mitocondrias" y "cloroplastos", partiendo de la hipótesis de que el alumnado no delimita claramente el papel que desempeña cada uno de estos orgánulos mencionados; con ellos "juego" en estas dos últimas preguntas: "Las mitocondrias son los orgánulos más implicados en el proceso de respiración de las células".

Los porcentajes de respuestas correctas (Sí, en animales. Sí, en vegetales) obtenidas han sido los siguientes:

1º de BUP		2º de BUP		COU	
Animales	Vegetales	Animales	Vegetales	Animales	Vegetales
93%	40%	78%	48%	100%	55%

8ª cuestión:

"¿Son los cloroplastos los orgánulos implicados en el proceso de la respiración celular en animales y/o vegetales?"

Los porcentajes de respuestas correctas (No, en animales. No, en vegetales) obtenidas han sido los siguientes:

1º de BUP		2º de BUP		COU	
Animales	Vegetales	Animales	Vegetales	Animales	Vegetales
93%	40%	78%	48%	100%	55%

Se aprecia un nuevo error conceptual y además de gran persistencia. Se trata, de que en

un gran porcentaje los alumnos piensan que los vegetales no usan las mitocondrias para la respiración celular (cuestión núm. 7) y que esta función se lleva a cabo en los cloroplastos (cuestión núm. 8). Nuevamente se ponen de manifiesto ideas alternativas que vienen a corroborar trabajos citados con anterioridad (Astudillo y Gené, 1984) y otros, llegando a la conclusión de que los alumnos piensan que el proceso de fotosíntesis en las plantas verdes equivale al de la respiración en animales.

χ^2 aplicado a estas respuestas sale nuevamente con significatividad negativa.

Referencias bibliográficas

- Astudillo, H. y A. M. Gene (1984), "Errores conceptuales en biología. La fotosíntesis de las plantas verdes", en *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (1), pp. 15-16.
- Bell, B. (1985), "Students' ideas about plant nutrition. What are they?", en *Journal of Biological Education*, 19 (3).
- Bell, B. y A. Brook (1984), *Aspects of secondary students' understanding of plant nutrition* (Children Learning in Science Project, Leeds University).
- Cañal, P. (1987), "La nutrición vegetal, un año después. Un estudio de caso de 7º de EGB", en *Investigación en la Escuela*, 3, pp. 55-60.
- Carrascosa, J. (1987), *Tratamiento didáctico en la Enseñanza de las Ciencias de los errores conceptuales*, Universidad de Valencia (tesis doctoral).
- Dreyfus, A. y E. Jungwirth (1988), "The cell concept of 10th graders: curricular expectations and reality", en *International Journal of Science Education*, vol. X (2), pp. 221-229.
- Driver, R., E. Guesne y A. Tiberghien (1985), *Children's ideas in science*, Philadelphia, Open University Press.
- Driver, R. (1986), "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos", en *Enseñanza de las Ciencias*, 4.
- Gayford, C. G. (1986), "Some aspects of the problems of teaching about energy in school biology", en *European Journal of Science Education*, 8 (4), pp. 443-450.
- Giordan, A. (1985), "Interés didáctico de los errores de los alumnos", en *Enseñanza de las Ciencias*, 3 (1), pp. 11-17.
- (1988), *Los orígenes del saber*, Sevilla, Díada.
- (1989), "Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones", en *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), pp. 53-62.

- Hewson, P. (1981), "A conceptual change approach to learning Science", en *European Journal of Science Education*, 3 (4), pp. 383-396.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1987), "Preconceptos y esquemas conceptuales en Biología", en *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2).
- Lucas, A. (1987), "Public Knowledge of Biology", en *Journal of Biological Education*, 21 (1), pp. 41-45.
- Serrano, T. (1986), "Representaciones de los alumnos en Biología: estado de la cuestión y problemas de su investigación en el aula", en *IV Jornadas de estudio sobre la investigación en la Escuela*, pp. 157-162.
- (1988), *Las ideas de los alumnos en el aprendizaje de las Ciencias*, Madrid, Narcea (Apuntes IEPS, 47).
- Stavy, R. et al. (1987), "How students aged 13-15 understand photosynthesis", en *International Journal of Science Education*, 9 (1), pp. 105-115.

Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación*

F. Núñez y E. Banet**

¿A qué se refieren los autores con modelos conceptuales y cuáles son sus rasgos? Con respecto a las relaciones respiración-circulación, y considerando los modelos antes mencionados, ¿cuáles son los principales problemas detectados?, ¿qué factores generan dichos problemas?

Introducción

Aunque a lo largo de las últimas décadas han sido numerosos los trabajos destinados a explorar las concepciones de las alumnas y los alumnos sobre diferentes aspectos de las ciencias experimentales, en la mayoría de los casos se ha dado la sensación de que se trata de ideas aisladas e inconexas entre sí, ligadas –por otra parte– a la especificidad del dominio conceptual objeto de análisis. Ésta ha sido una de las razones argumentadas por algunos autores (Pozo, Gómez Crespo, Limón y Sanz Serrano, 1991) para señalar la heterogeneidad de las investigaciones surgidas en torno de lo que se ha denominado “movimiento de las concepciones alternativas” (término acuñado por Gilbert y Swift, 1985).

Sin embargo, aunque constituya una línea aún no muy desarrollada pero necesaria, desde diversas perspectivas se ha puesto de manifiesto que, con respecto a un tópico determinado, buena parte de las concepciones que poseen las y los

estudiantes se organizan en torno de estructuras conceptuales más o menos relacionadas entre sí, en la mayoría de los casos, organizadas jerárquicamente. Así se desprende, por ejemplo, de la teoría de Ausubel (1978) sobre la organización del conocimiento, de las afirmaciones de Rodrigo (1985) o Pozo y otros (1991) respecto a lo que denominan “teorías personales” y teorías científicas, o de los datos empíricos aportados por investigaciones como las de Driver y Erickson (1983), Engel Clough y Driver (1986), Jiménez Aleixandre (1990), Luffiego, Bastida, Ramos y Soto (1991) o Serrano (1993), constatando la existencia de marcos o esquemas conceptuales, a través de los cuales se relacionan diversas ideas específicas.

Por nuestra parte, en investigaciones realizadas para averiguar las ideas de las alumnas y los alumnos sobre los procesos de nutrición humana, también hemos llamado la atención con respecto a esta misma cuestión, señalando que, además de concepciones puntuales (escasamente relacionadas entre sí), es posible encontrar esquemas conceptuales más amplios, a través de los cuales se relacionan e integran diversos conocimientos relativos a un mismo proceso. Así lo hemos puesto de manifiesto al referirnos, por ejemplo, a la digestión o a la respiración humana (Banet y Núñez, 1989, 1990).

En un trabajo más reciente (Núñez, 1994), dirigido a profundizar en el conocimiento de las ideas de los alumnos y alumnas sobre nutri-

* *En Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. XIV, núm. 1, marzo, Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona/Universidad de Valencia. Tomado de *Procesos vitales: estructura y funciones de los seres vivos. Programa y materiales de apoyo para el estudio*, México, SEP, 2000, pp. 29-53.

** Facultad de Educación, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Murcia.

ción, se ha podido constatar la existencia de un tercer nivel de organización de dichas ideas, que hemos denominado modelos conceptuales. De forma similar a lo que otros autores describen como teorías personales, marcos o esquemas conceptuales, entendemos por modelos conceptuales el conjunto de concepciones a través de las cuales se establecen diversos tipos de relación entre los procesos que intervienen en la nutrición humana y se caracterizan por los siguientes rasgos:

- a) Incluyen concepciones relacionadas entre sí, que se estructuran en forma piramidal; es decir, están compuestos por una serie de nociones específicas organizadas jerárquicamente.
- b) Presentan cierto grado de coherencia interna, que se comprueba a partir de la regularidad que se observa en las explicaciones de los alumnos.
- c) Constituyen la base en que se apoyan las y los estudiantes para explicar los diversos aspectos relacionados con la nutrición, y suponen el punto de partida para el aprendizaje de nuevos contenidos referidos a dichos procesos.
- d) Permiten deducir las dificultades que encontrarán las alumnas y los alumnos en el aprendizaje de estas nociones, constituyendo –al mismo tiempo– un elemento importante de cara a la planificación y desarrollo de propuestas didácticas.

A través de la mencionada investigación, se constata la existencia de dos tipos de modelos, con distinto grado de generalidad: *modelos parciales*, indicativos de las relaciones que establecen las alumnas y los alumnos entre digestión, respiración y el sistema circulatorio y *modelos globales*, los cuales representan su visión general sobre la nutrición humana en su conjunto. Evidentemente, ambos tipos de modelos están íntimamente relacionados: los modelos parciales pueden servir de base para determinar los modelos globales, cuestión sobre la que estamos trabajando en estos momentos.

A lo largo de este artículo describimos las características de los modelos parciales de nutrición, haciendo referencia a su representatividad en una muestra amplia de estudiantes pertenecientes a diferentes niveles educativos. Del análisis de los resultados se desprende una serie de conclusiones en relación con el modo en que se organizan y estructuran las concepciones de los alumnos y con respecto a la enseñanza/ aprendizaje de estas nociones en los niveles básicos de educación.

Metodología de la investigación

La investigación ha sido realizada con una muestra de estudiantes (N-444) pertenecientes a aquellos niveles educativos no universitarios en los cuales se estudian estas nociones: 6° de EGB (159), 8° de EGB (167), 1° de BUP (72) y 3° de BUP (46).

Teniendo en cuenta la diversidad de la población, el grado de diferenciación conceptual con que se ha efectuado la exploración (fig. 1), hace referencia a aquellos aspectos que consideramos esenciales –en cualquiera de los niveles– para la comprensión de la nutrición como un conjunto de procesos íntimamente relacionados. Fundamentalmente, nos centramos en averiguar hasta qué punto se comprende el papel del sistema circulatorio en la nutrición humana, a un doble nivel.

- a) *Relaciones digestión/circulación*: las sustancias nutritivas resultantes de la digestión de los alimentos son utilizadas por los órganos (células) de nuestro cuerpo. El sistema circulatorio es el encargado de transportarlas.
- b) *Relaciones respiración/circulación*: el oxígeno recogido en los pulmones es llevado por la sangre a los diferentes órganos (células). Del mismo modo, la sangre recoge dióxido de carbono procedente de los órganos (células) para ser eliminado a través de los pulmones.

La recogida de información se basa en la administración de un cuestionario, cuya elaboración consta de cuatro fases (Treagust, 1988;

Anderson, Sheldon y Dubay, 1990; Seymour y Longden, 1991):

1. *Ensayo previo*, mediante la realización de entrevistas individuales a un grupo reducido de ocho a 10 alumnos/as por cada nivel, de cara a confeccionar un cuestionario adecuado a sus conocimientos.
2. *Estudio piloto*, consistente en la administración del cuestionario provisional (elaborado a partir de la fase anterior) a un grupo de alumnos/as pertenecientes a los diferentes niveles objeto de estudio.
3. *Reformulación del cuestionario inicial* a partir de los datos suministrados por el estudio piloto y la revisión realizada por compañeros investigadores y los profesores de ciencias correspondientes a la muestra utilizada en la fase anterior.
4. *Administración del cuestionario definitivo* a la muestra objeto de nuestra exploración.

El cuestionario utilizado contiene 19 cuestiones de diversos tipos: respuesta abierta, elección múltiple y doble elección “respuesta-razón” (Haslam y Treagust, 1987). Para evitar el carácter aleatorio de ciertas respuestas o la información restringida que se obtiene de alguna de ellas, se utilizan diferentes preguntas para incidir en un mismo aspecto (como propone Yarroch, 1991), y se complementan las cuestiones más complejas con una escala de fiabilidad, para que las y los estudiantes expresen el grado de certeza en sus afirmaciones. (En el anexo 1 se muestran, a modo de ejemplo, algunas preguntas incluidas en el cuestionario, que por su extensión no reproducimos íntegramente [...])

En síntesis, la exploración se ha centrado en los siguientes aspectos:

- *Digestión de los alimentos*: se plantea una situación problemática (digestión de la leche), a partir de la cual se pregunta qué tipo de sustancias obtenemos mediante dicho proceso (complejas, sencillas, sustancias buenas...) y dónde se absorben.
- *Relaciones entre el proceso digestivo y la circulación de la sangre*: se utilizan tres cuestiones.

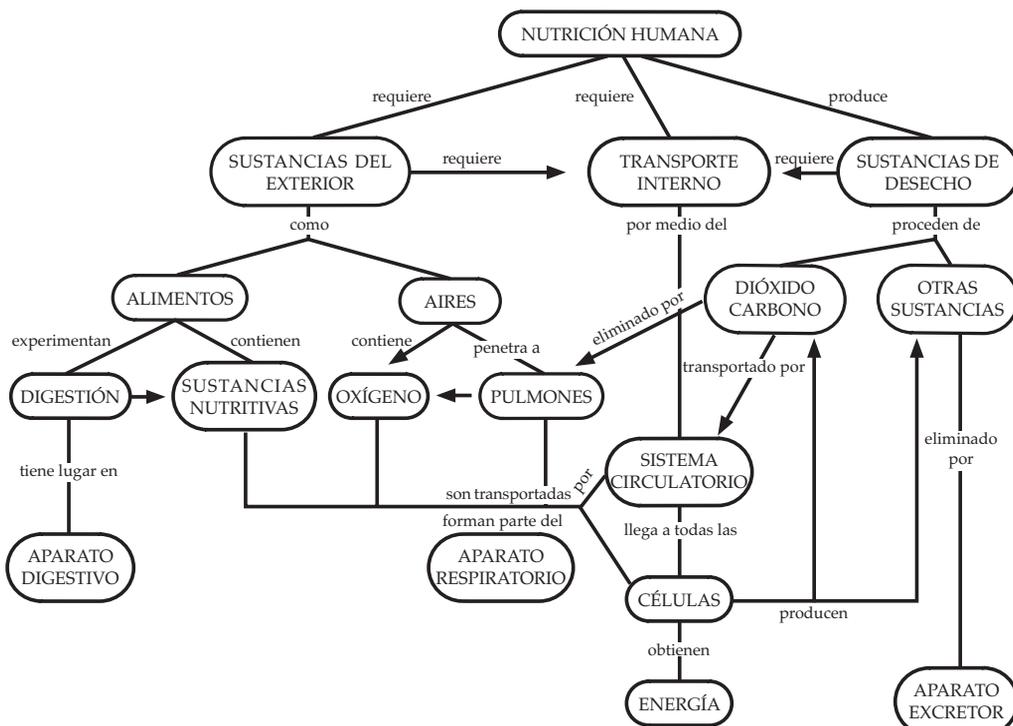
Las dos primeras consisten en situaciones problemáticas: qué sucede cuando estamos sin tomar alimentos durante dos o tres días, si las sustancias que transporta la sangre salen de los vasos sanguíneos cuando llegan a los músculos. En la tercera se pregunta sobre el transporte de los nutrientes a los órganos.

- *Respiración y relación entre dicho proceso y la circulación de la sangre*: se indaga en torno de la composición de los gases inspirados y espirados: de las relaciones entre el sistema circulatorio y el transporte de los gases respiratorios (por qué respiramos más deprisa después de correr 200 m; qué ocurre cuando estamos buceando y contenemos la respiración o cuando dormimos); al transporte de oxígeno y dióxido de carbono (por medio de dibujos esquemáticos y preguntas de elección múltiple), y cuestiones referidas a la necesidad de oxígeno por los distintos órganos.
- *Estructura celular de nuestro cuerpo*: para ello, se incluyen tres preguntas. La primera está relacionada con la noción general que poseen los estudiantes sobre la célula y la relación entre ésta y los órganos; en la segunda se les facilita una relación de órganos y se les pide que señalen si están formados por células; la tercera incide en la cuestión de las sustancias necesarias para que las células realicen sus funciones.

El análisis de las respuestas de las alumnas y los alumnos se basa en la regularidad y coherencia que presentan a través de los diferentes instrumentos empleados (diversos ítems del cuestionario y entrevistas individuales), tomando como referencia el nivel conceptual establecido en la figura 1. En resumen, consta de las siguientes fases:

1. Una vez tabulados los datos correspondientes a cada pregunta del cuestionario, establecemos una serie de concepciones específicas y esquemas conceptuales sobre aspectos parciales de los procesos objeto de estudio. Para ello, contrastamos la correlación existente entre las respuestas que dan

Figura 1. Mapa de conceptos sobre nutrición humana.



las y los estudiantes a aquellas cuestiones que se refieren a los mismos aspectos (por ejemplo, sustancias que se obtienen mediante la digestión, sustancias que transporta la sangre, destino de dichas sustancias...).

2. Definición de los modelos conceptuales que subyacen al conjunto de concepciones puntuales y esquemas conceptuales relativos a las relaciones existentes entre algunos procesos de nutrición (digestión/circulación, respiración/circulación).
3. Identificación de los modelos conceptuales correspondientes a cada uno de los alumnos y alumnas pertenecientes a la muestra utilizada. En aquellos casos en que sus concepciones parecían incompletas o contradictorias, recurríamos a la realización de entrevistas individuales para su clasificación.

Descripción de los modelos conceptuales y discusión de los resultados

Al margen del diferente grado de profundidad con que se estudia la nutrición en los niveles

educativos explorados, que lógicamente se refleja en la riqueza de las concepciones de los alumnos y las alumnas, la investigación ha puesto de manifiesto la existencia de una serie de modelos conceptuales comunes a todos ellos, aunque extendidos de manera desigual. Los diversos modelos encontrados (referidos tanto a las relaciones digestión/circulación como a las relaciones respiración/circulación) tienen un carácter progresivo y están ordenados en función de que sean más o menos acordes con el conocimiento científico: no relacionados, parcialmente relacionados y relacionados.

A. Modelos de relación entre digestión y circulación sanguínea

Encontramos un total de seis modelos, agrupados en torno de las tres categorías antes mencionadas.

1. Modelos no relacionados

Clasificamos en este grupo aquellas concepciones caracterizadas por la falta de relaciones adecuadas entre el proceso digestivo y la circulación sanguínea, en el ámbito de la nutrición

humana. En esta categoría encontramos dos modelos, en función de si las alumnas y los alumnos mencionan o no el papel de la sangre en el transporte de sustancias nutritivas procedentes de los alimentos.

Modelo 1

De las explicaciones de las y los estudiantes encuadrados en este modelo (fig. 2) se deduce que, para ellos, las sustancias que se obtienen como consecuencia de la digestión de los alimentos (proceso que entienden como separación de las sustancias buenas y malas que éstos contienen) no son recogidas por la sangre, sino que recorren el tubo digestivo y finalmente son eliminadas. Por tanto, además de representar una visión incompleta de la digestión, en este modelo se simplifica la nutrición considerando que el simple tránsito de sustancias a través del aparato digestivo garantiza la supervivencia humana.

Modelo 2

La progresión de este modelo respecto al anterior estriba en que se admite que la sangre transporta las sustancias nutritivas obtenidas durante la digestión (en ocasiones, “sustancias buenas”), aunque se afirma que éstas no salen de los vasos sanguíneos y, por tanto, se desconoce su destino y el modo en que son utilizadas. Así se deduce de explicaciones como las siguientes:

Profesor (P): —Una vez que la sangre llega, por ejemplo, a los músculos, ¿qué ocurre con las sustancias nutritivas que transporta?

Alumno (A) (6° de EGB): —Yo creo que esas sustancias van recorriendo todo el cuerpo.

P: —¿Pero salen de los vasos sanguíneos (venas, arterias...) o no?

A: —No, la sangre pasa por los músculos y otras partes del cuerpo, pero no pueden salir porque entonces no nos alimentarían.

Esta forma de entender el papel de transporte de la sangre estaría relacionada con la atribución al propio cuerpo de una serie de funciones “mágicas” (para nutrirnos es suficiente con que las sustancias nutritivas vayan circulando con la sangre), que —en definitiva— resultan exponentes de la escasa comprensión de aspectos esenciales de los procesos de nutrición humana.

Los modelos no relacionados se encuentran ampliamente extendidos en 6° de EGB (57% globalmente), mientras que resultan minoritarios en 8° de EGB y 1° de BUP (25% y 11%, respectivamente) y —obviamente— no se dan en 3° de BUP (fig. 6). Estos datos parecen confirmar una idea apuntada por autoras como Gellert (1962), Nagy (1953) o Carey (1985), en el sentido de que para los alumnos y las alumnas de estas edades, el funcionamiento del cuerpo humano tiene un carácter finalista: cada órgano/aparato realiza una función específica, independientemente de los demás. De ahí que la participación del aparato digestivo y el sistema circulatorio en la nutrición humana no se relacionen correctamente.

Por otra parte, la existencia de dichos modelos indica que, a pesar del grado de detalle con que se estudian estas nociones en los niveles básicos de enseñanza (quizás, precisamente por eso), un gran número de estudiantes elabora concepciones muy superficiales al simplificar la nueva información para acomodarla a su modo particular de percibir la realidad.

2. Modelos parcialmente relacionados

El conjunto de concepciones correspondientes a esta categoría de modelos, intermedia entre la anterior y los que consideramos correctos desde el punto de vista de la ciencia, se caracteriza por un mayor reconocimiento del papel de la sangre como medio de transporte de nutrientes, aunque tampoco —en este caso— se alude claramente a las células como el lugar en que son utilizados. Las respuestas de los alumnos permiten diferenciar dos modelos (fig. 3).

Modelo 3.1

A través de las explicaciones que dan los alumnos a las diferentes preguntas formuladas en relación con estos aspectos, se constata su creencia de que los procesos relacionados con la nutrición tienen lugar en los diferentes órganos de nuestro cuerpo.

Profesor: —Supongamos que estamos sin tomar alimentos durante dos o tres días. ¿Qué ocurre con las sustancias nutritivas que lleva la sangre?

Alumna (8° de EGB): —Se acabarían.

P: —¿Por qué?

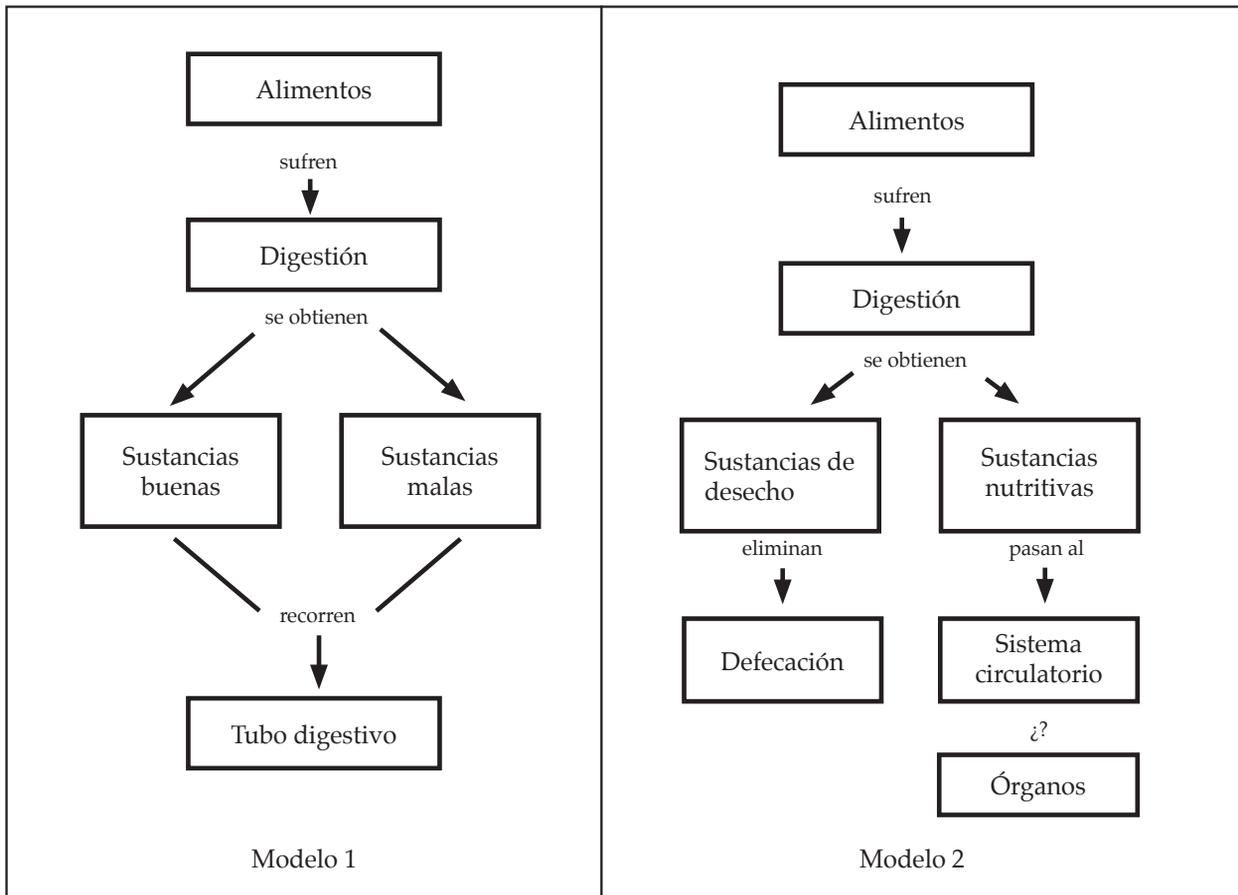


Figura 2. Modelos digestión/ circulación (no relacionados).

A: —Porque la sangre las lleva a los órganos de nuestro cuerpo y allí se consumen.

P: —¿Cómo utilizan los órganos (por ejemplo, los músculos) esas sustancias?

A: —Las gastan para funcionar, pero no sé cómo.

P: —¿Los músculos están formados por células?

A: —Sí.

P: —Las sustancias nutritivas que obtenemos de los alimentos, ¿son utilizadas por las células?

A: —No, las células se alimentan por sí solas.

De ahí que sitúen el destino de las sustancias nutritivas en dichas estructuras, desconociendo las relaciones existentes entre los niveles macroscópico (órganos) y microscópico (células).

Modelo 3.2

Aunque, en cierta medida, las concepciones correspondientes a este modelo suponen un

avance respecto al anterior (implica aceptar que las sustancias nutritivas puedan ser utilizadas en las células), presentan una serie de contradicciones que justifican su inclusión en la categoría de modelos parcialmente relacionados: considerar que el destino de las sustancias nutritivas son, en unos casos, los órganos y en otros las células; creer que unos órganos están formados por células y otros no, o afirmar que se produce un doble intercambio de sustancias nutritivas entre la sangre y las células.

A la vista de los resultados (fig. 6) podemos afirmar que los modelos parcialmente relacionados se detectan en todos los niveles educativos investigados, aunque con diferente grado de representatividad y significación. Mientras que —hasta cierto punto— nos parece lógico que en 6° de EGB el máximo grado de relación entre digestión y circulación se sitúe en el modelo 3.1 (37% del total), no pensamos lo mismo con respecto al porcentaje de estudiantes de 8° de EGB y 1° de BUP encuadrados en el mismo (14% y 18%),

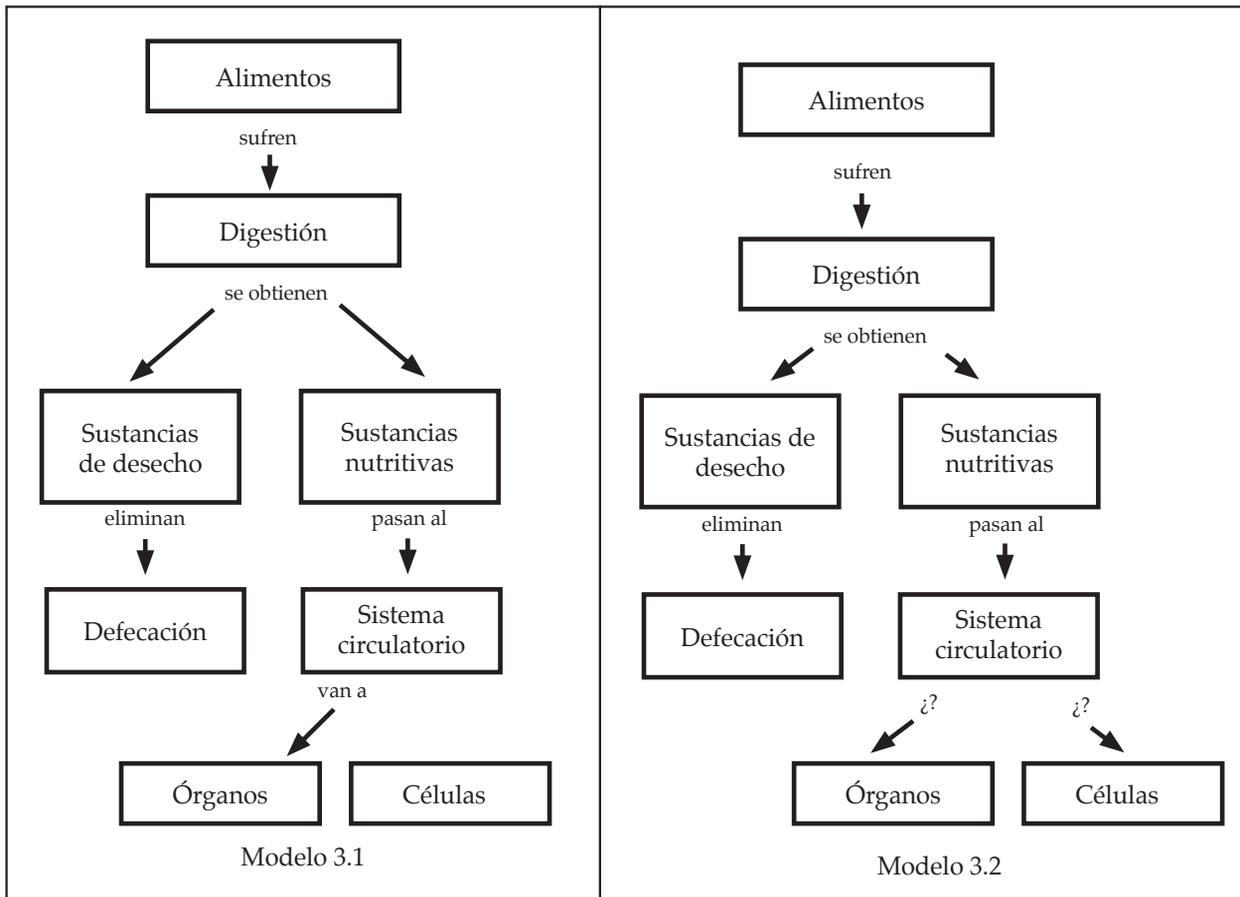


Figura 3. Modelos digestión/ circulación (parcialmente relacionados).

puesto que en estos niveles se suele ampliar el estudio de la nutrición haciendo referencia a algunos procesos celulares como la obtención de energía o el crecimiento.

Aunque la existencia de cierta “controversia” órganos-células, en cuanto al destino de las sustancias nutritivas (modelo 3.2), no se halla muy extendida (10% en 8º, 18% en 1º de BUP y 22% en 3º de BUP), a nuestro juicio, pone de manifiesto que la entrada de nuevas informaciones al estudiar estas nociones se ha traducido en un aumento de vocabulario que, en la mayoría de los casos, no ha modificado las concepciones iniciales de las y los estudiantes, al no producirse un aprendizaje significativo de los nuevos contenidos. De sus explicaciones deducimos la existencia de un obstáculo epistemológico, señalado por autores/as como Dreyfus y Jungwirth (1988), Gagliardi (1988) o Caballer y Jiménez (1992): el desconocimiento de la estructura y funcionamiento celular de nuestro cuerpo y, en particular, de las relacio-

nes entre los procesos a nivel anatómico y sus referentes a nivel celular.

3. Modelos relacionados

Constituyen una relación adecuada entre digestión y circulación, al nivel que se ha realizado la investigación (fig. 1), independientemente de que en los cursos más avanzados se posea un mejor conocimiento de las mismas. Dentro de esta categoría se pueden diferenciar dos modelos, en función de cuál sea el destino de las sustancias nutritivas (fig. 4):

Modelo 4.1

Las concepciones correspondientes a este modelo coinciden en señalar el papel de la sangre como medio de relación entre procesos: recoge las sustancias nutritivas procedentes de la digestión y las transporta hacia las células, en donde serán utilizadas para la realización de determinadas funciones (crecer, estar fuertes...).

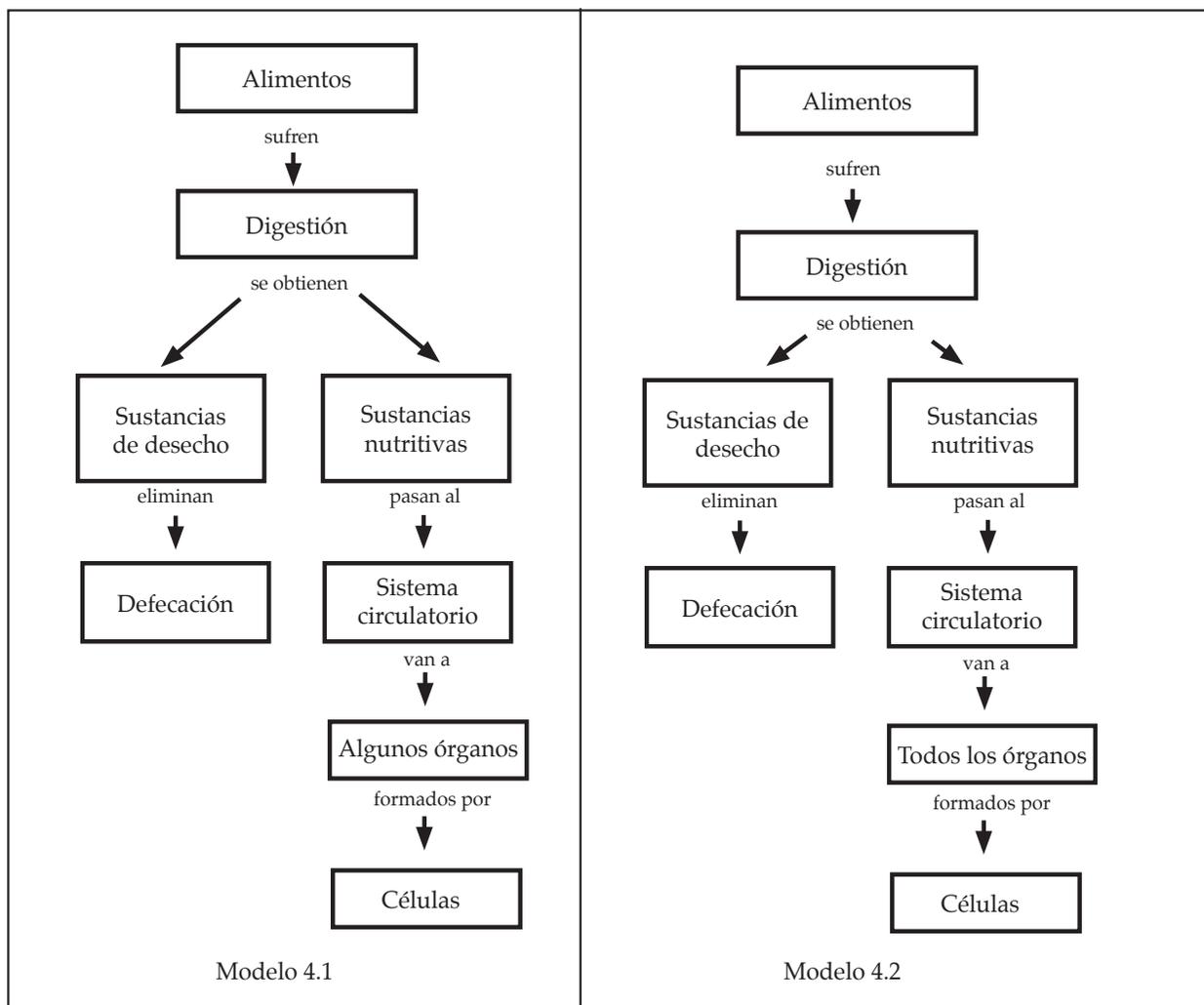


Figura 4. Modelos digestión/ circulación (relacionados).

Probablemente como consecuencia de un conocimiento incompleto de la estructura y organización celular de nuestro cuerpo, los alumnos y las alumnas encuadrados en este modelo afirman que determinados órganos (pulmones, corazón, huesos...) no necesitan nutrientes para realizar sus funciones (fig. 5).

Modelo 4.2

Supone cierto grado de progresión respecto al modelo anterior, al entender que todos los órganos están formados por células y que los nutrientes obtenidos mediante la digestión de los alimentos son necesarios para el desarrollo de procesos que están relacionados con la nutrición humana, los cuales son imprescindibles –a su vez– para el funcionamiento de los órganos.

Como cabría esperar a priori, el mayor grado de relación entre los procesos objeto de análisis

se produce en 3° de BUP (70% globalmente) y, en menor medida, en 8° de EGB (43%) y 1° de BUP (49%), tal y como se desprende de la figura 6. Los resultados en estos últimos niveles pueden ser interpretados en dos sentidos: si bien tienen de positivo que alrededor de la mitad de la muestra posean un conocimiento adecuado de las relaciones digestión/ circulación, por contra, muestran que no se produce progresión conceptual entre ambos niveles, a pesar del estudio de la nutrición humana incluyendo lecciones específicas sobre el conocimiento de la célula (estructura y funciones).

Abundando en el análisis de estos datos, constatamos que es significativamente menor el porcentaje de estudiantes encuadrados en el modelo más avanzado, como consecuencia de las dudas existentes en torno de si el destino

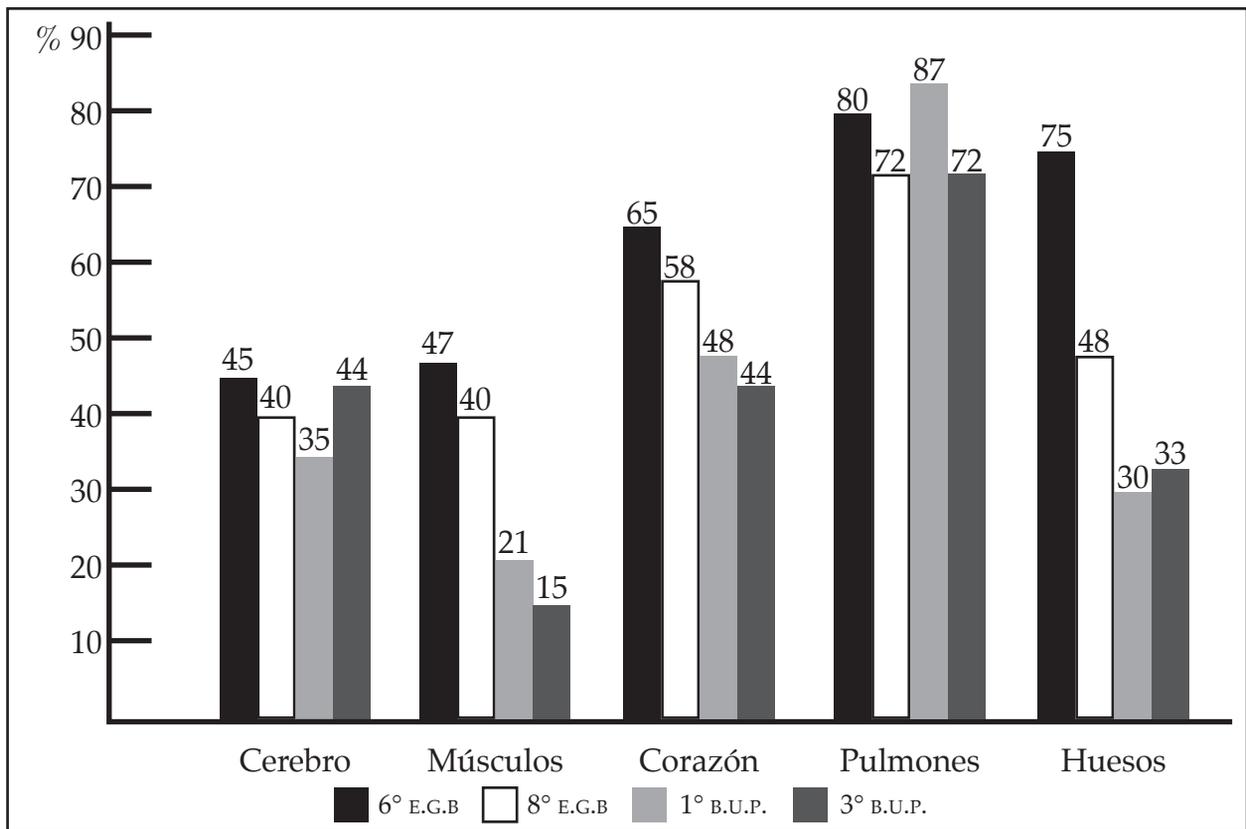


Figura 5. Órganos que no necesitan sustancias nutritivas.

de las sustancias nutritivas que transporta la sangre son todos los órganos o una parte de ellos. En ese sentido, resulta esclarecedor comprobar (fig. 5) cómo las mayores discrepancias se producen en relación con una serie de órganos que realizan funciones muy específicas (pulmones, corazón...) o bien con aquellos que aparentemente no realizan ninguna actividad (huesos), admitiendo –por el contrario– que los órganos más relacionados con el movimiento corporal (músculos), o que se consideran más importantes para el organismo (cerebro), precisan sustancias nutritivas para su funcionamiento.

Así como en 8° de EGB y 1° de BUP estos últimos resultados, coincidentes, por otra parte, con trabajos como los de Caballer y Jiménez (1992, 1993) sobre la célula, pueden explicarse por la falta de consolidación de determinados conceptos, no pensamos lo mismo respecto a los de 3° de BUP, teniendo en cuenta que se trata de estudiantes que han cursado biología y química con un elevado grado de diferenciación conceptual.

Modelos de relación entre respiración y circulación sanguínea

Tal vez como consecuencia de las dificultades que plantea la comprensión del proceso respiratorio y su relación con la circulación sanguínea, la investigación ha puesto de manifiesto la existencia de una amplia gama de modelos conceptuales (nueve en total) que, no obstante, se pueden agrupar en torno de las tres categorías establecidas en el apartado anterior: no relacionados, parcialmente relacionados y relacionados.

Modelos no relacionados

Los cinco modelos pertenecientes a esta categoría (figs. 7 y 8) tienen en común no identificar la respiración como un proceso celular y, por consiguiente, no relacionar correctamente el papel de la sangre como medio de transporte del oxígeno desde los pulmones a las células y del dióxido de carbono desde éstas hasta el aparato respiratorio. Dichos modelos, clasificados de menor a mayor grado de relación y diferenciación conceptual, presentan las siguientes características:

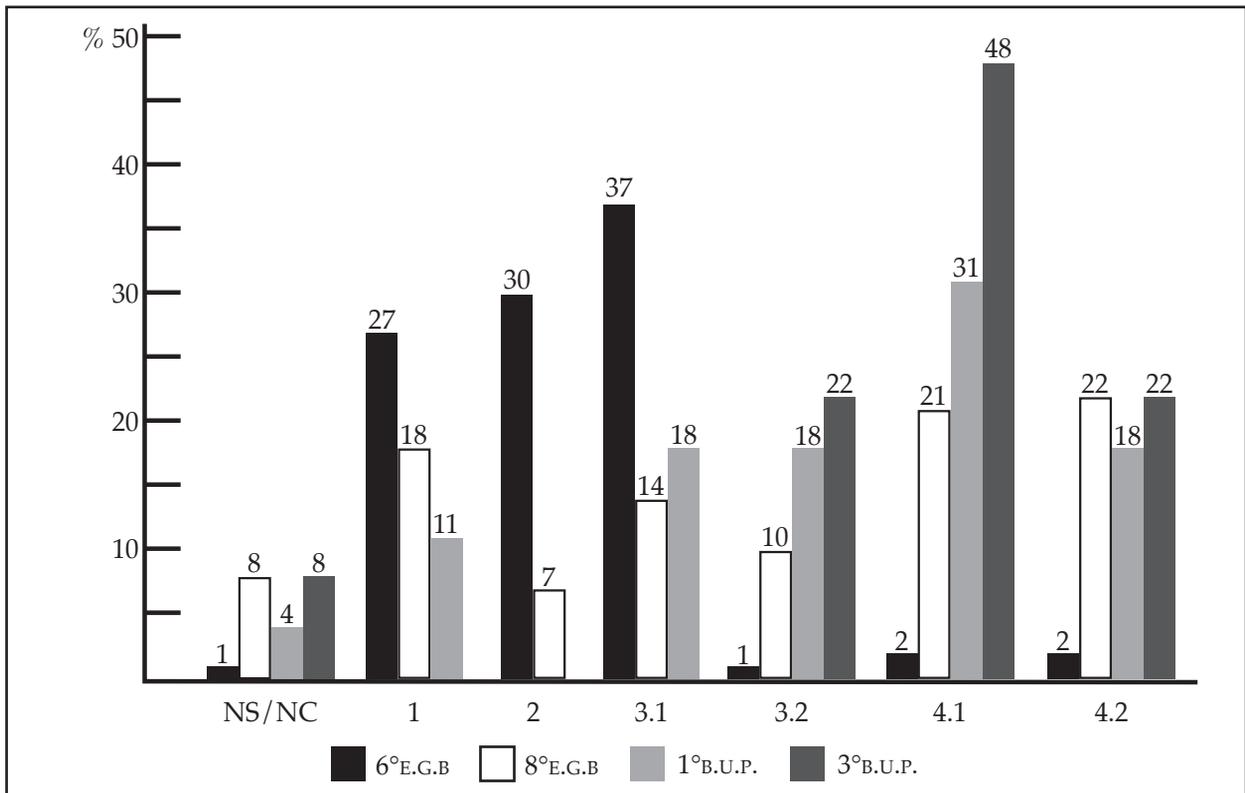


Figura 6. Modelos digestión/ circulación (resultados).

Modelo 1

Supone considerar la respiración como un proceso que tiene lugar en los pulmones, mediante la entrada de oxígeno y la salida de dióxido de carbono. La existencia de este modelo incluye concepciones como las siguientes: a) el aire que entra a los pulmones contiene solamente oxígeno, gas necesario para vivir; b) el aire que respiramos sólo contiene dióxido de carbono (que se origina a partir del oxígeno o es el mismo que entró al inspirar); c) la sangre no transporta oxígeno ni dióxido de carbono (este último es tóxico).

Modelo 2.1

Aunque los alumnos y alumnas encuadrados en este modelo admiten que la sangre pueda transportar oxígeno, entienden la respiración como un proceso principalmente pulmonar y atribuyen al sistema circulatorio un papel secundario: a) la sangre transporta oxígeno pero éste no sale de los vasos sanguíneos (sólo circula), por tanto, se desconoce su destino y utilidad; b) la sangre no transporta dióxido de carbono, ya que dicho gas se origina en los pulmones.

Esta aparente contradicción no es tal para las y los estudiantes, como se comprueba a través de sus explicaciones:

Profesor: —¿En qué consiste la respiración?

Alumno (8º de EGB): —Cuando inspiramos, tomamos oxígeno y, cuando espiramos, expulsamos dióxido de carbono.

P: —¿Para qué necesitamos el oxígeno del aire?

A: —Lo necesitan los pulmones para respirar. Si no fuese así nos moriríamos.

P: —Además de los pulmones, ¿qué otros órganos necesitan oxígeno?

A: —No lo sé. Creo que solamente lo necesitan los pulmones.

P: —Antes me has dicho que la sangre transporta sustancias nutritivas por todo el cuerpo, ¿lleva también oxígeno y dióxido de carbono?

A: —Oxígeno sí, pero dióxido de carbono no porque como es tóxico nos moriríamos.

P: —Cuando la sangre llega a órganos como los músculos, ¿qué ocurre con el oxígeno que transporta?

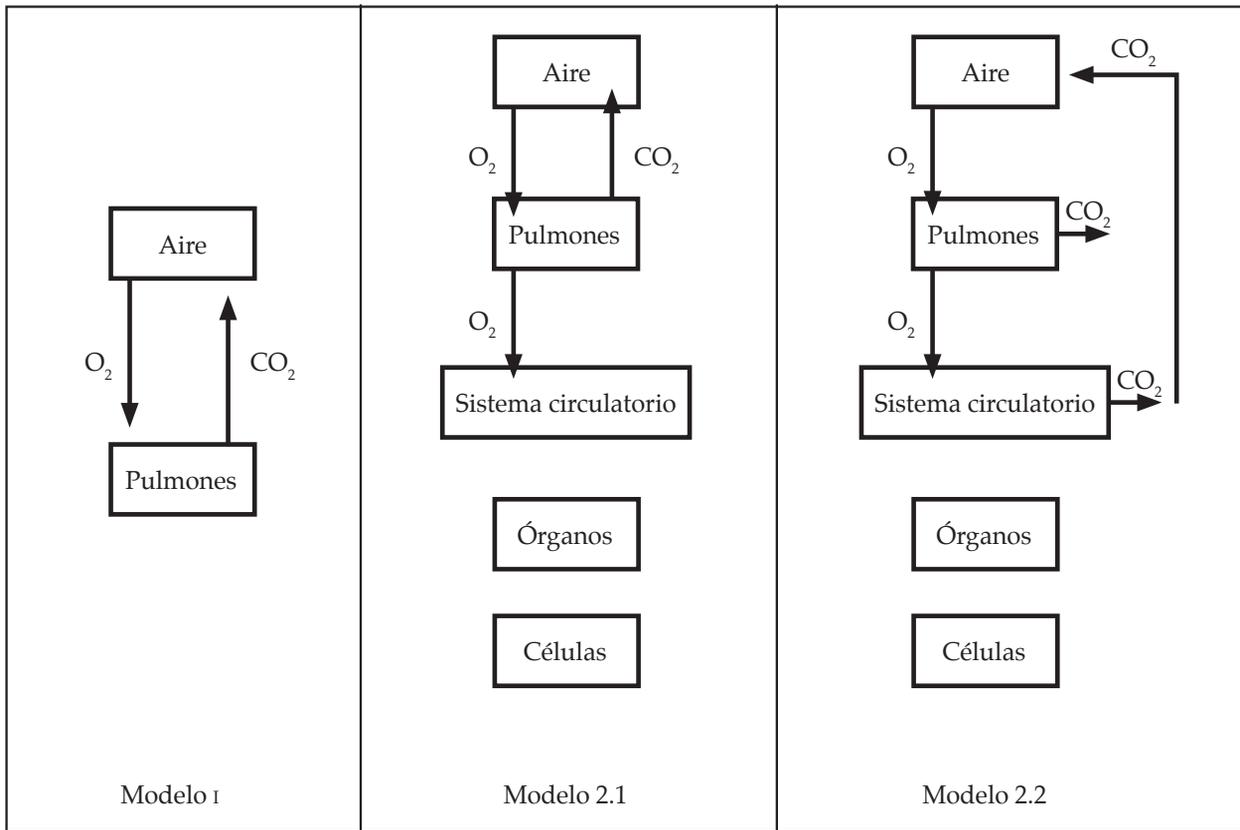


Figura 7. Modelos respiración/ circulación (no relacionados 1).

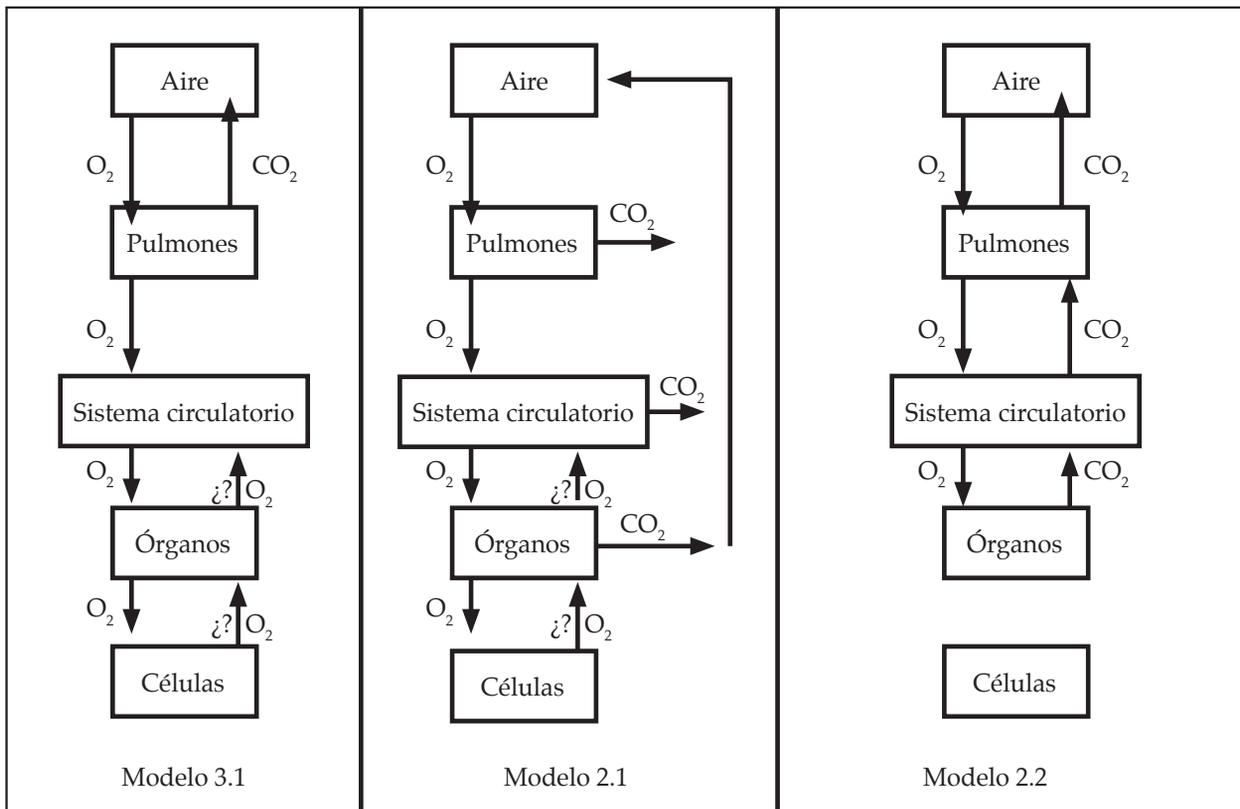


Figura 8. Modelos respiración/ circulación (no relacionados 2) y parcialmente relacionados.

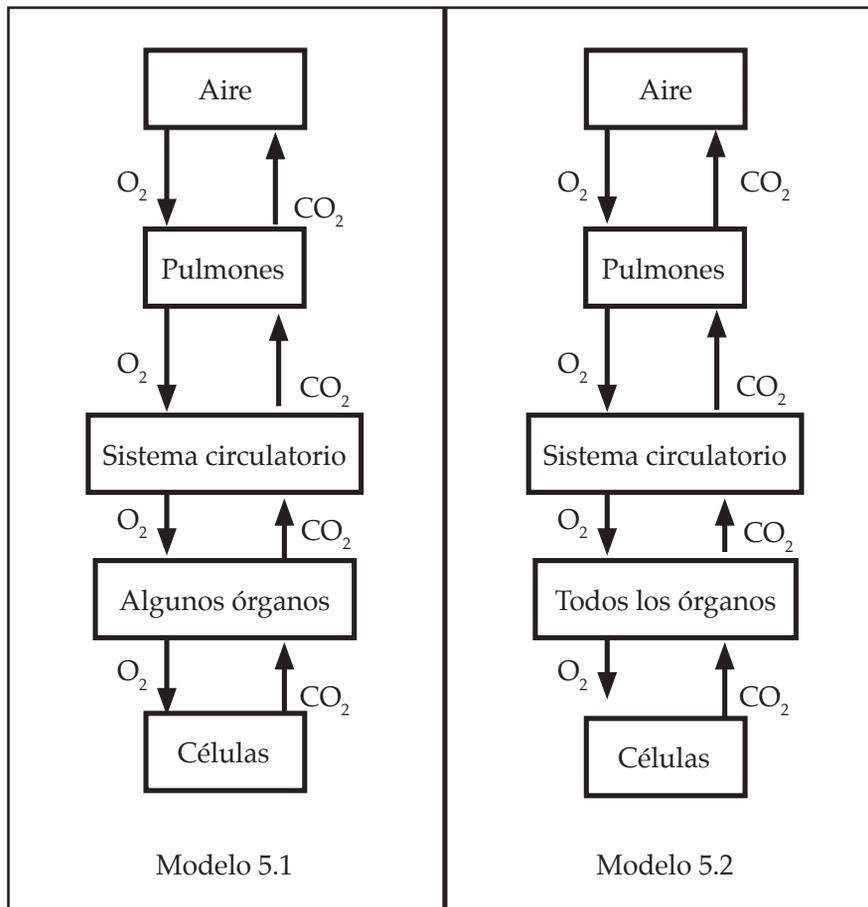


Figura 9. Modelos respiración/ circulación (relacionados).

A: —No lo sé.

P: —Quiero decir, si el oxígeno sale de las arterias y es utilizado en los músculos.

A: —No, el oxígeno recorre el cuerpo pero no puede salir de las venas.

P: —Entonces, ¿cómo es posible que los músculos funcionen?

A: —Porque tomamos alimentos como la leche o la carne, que nos dan mucha energía.

Modelo 2.2

Se diferencia del modelo anterior en cuanto al origen del dióxido de carbono: aunque la mayor parte de dicho gas se produce en los pulmones (o es el mismo que entró al inspirar), se admite que la sangre lo transporta. No obstante, ello no implica entender su relación con los procesos de nutrición (se afirma que se origina en los órganos, el corazón o la propia sangre), sino que —probablemente— constituya un ejemplo de la “distorsión” de nuevas informaciones que no han sido comprendidas suficientemente.

Modelo 3.1

Junto con el modelo siguiente, supone un importante avance con respecto a los anteriores. En él se considera que el oxígeno que transporta la sangre sale de los vasos sanguíneos y va a las células. Sin embargo, consideramos que no se establecen relaciones adecuadas entre respiración y circulación, como se deduce de explicaciones de las y los estudiantes que afirman que el oxígeno es necesario sobre todo en los pulmones o cuando se refieren a un doble intercambio de dicho gas entre la sangre y las células:

Profesor: —Supongamos que la sangre que circula por estos vasos sanguíneos (señala la muñeca de un brazo) ha llegado a la mano. ¿Qué sustancias de las que transporta la sangre son necesarias para el funcionamiento de los dedos?

Alumna (1° de BUP): —Los dedos necesitan glucosa, proteínas, vitaminas y oxígeno.

P: —Pero ¿cómo utilizan esas sustancias?

A: —En las células.

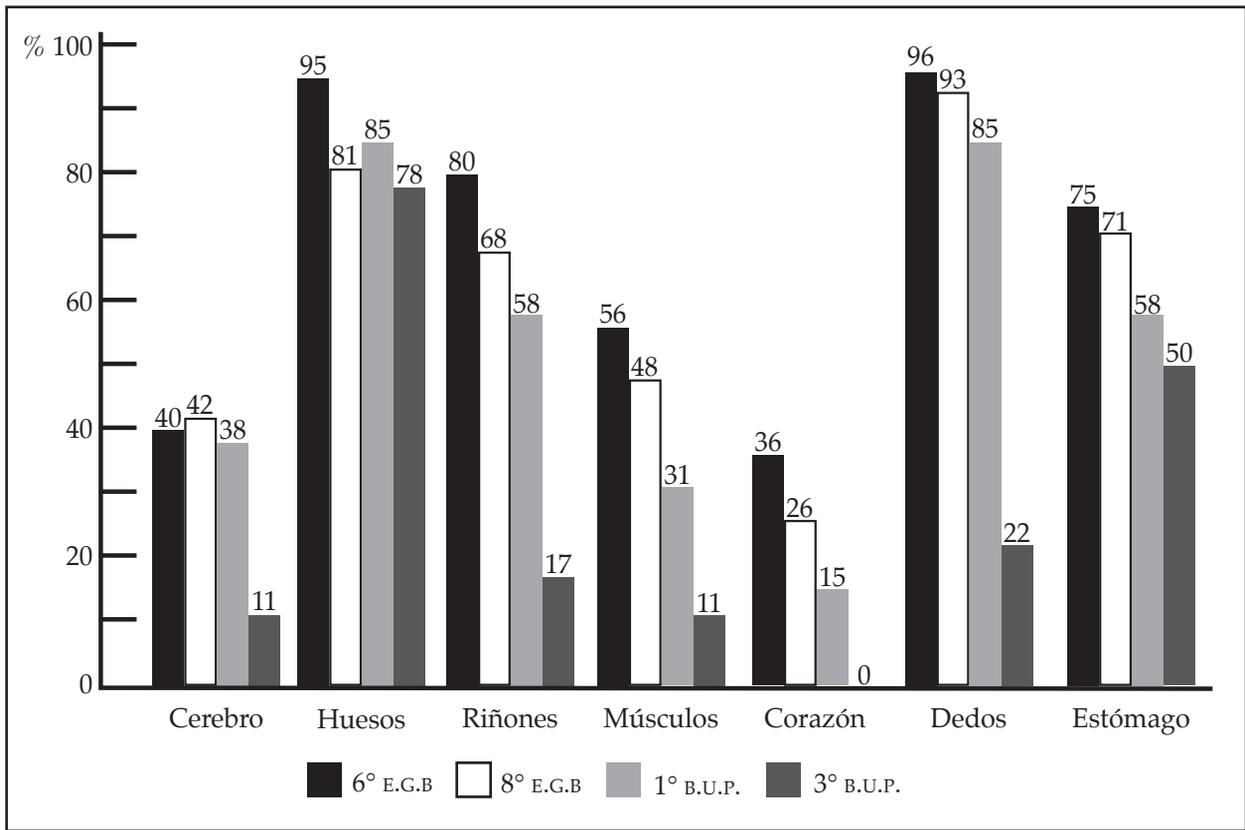


Figura 10. Órganos que no necesitan oxígeno.

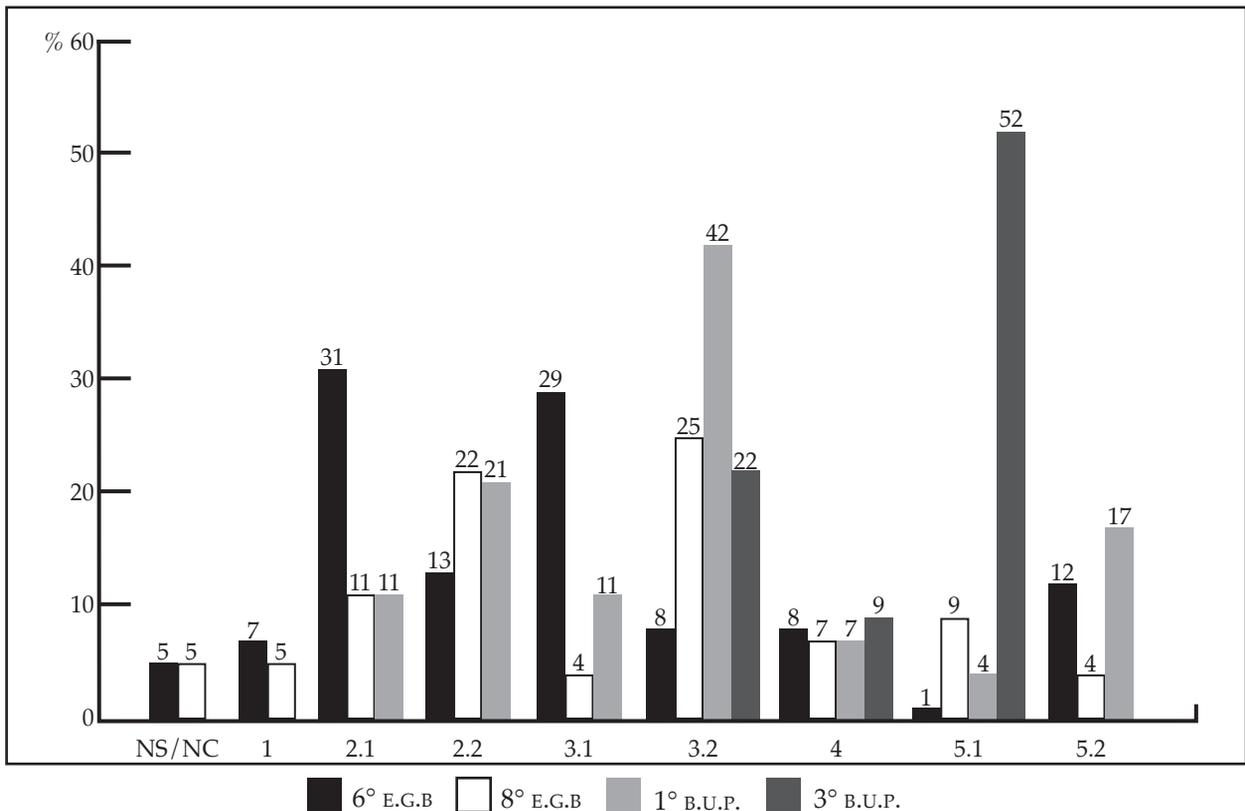


Figura 11. Modelos respiración/circulación (resultados).

P: —¿Cómo?

A: —Sé que lo estudié el año pasado, pero no me acuerdo.

P: —Una vez que las células realizan sus funciones (aunque no te acuerdes cuáles son), ¿se producen algunas sustancias de desecho?

A: —Sí. Creo que las células producen vitaminas, oxígeno y otros desperdicios que pasan a la sangre para poderlos expulsar.

P: —¿No habías dicho que el oxígeno se obtiene en los pulmones?

A: —La mayoría se produce en los pulmones, pero una parte va a las células para que puedan realizar sus funciones.

P: —Entonces, ¿en qué quedamos?: ¿el oxígeno pasa de la sangre a las células o de las células a la sangre?

A: —El oxígeno va a las células, pero ellas también dan oxígeno a la sangre.

En relación con el dióxido de carbono, dichos estudiantes consideran que se origina en los pulmones, por lo que, en conjunto, se trata de un modelo básicamente pulmonar.

Modelo 3.2

Se diferencia del modelo anterior únicamente en cuanto al origen del dióxido de carbono, admitiendo que, aunque la mayor parte de dicho gas se obtiene en los pulmones, también se produce en los órganos, el corazón o la propia sangre.

Con excepción de 3° de BUP una amplia mayoría de alumnos y alumnas pertenecientes a los diferentes niveles educativos explorados (fig. 11) poseen concepciones encuadrables en lo que hemos denominado modelos no relacionados (considerados globalmente: 92% en 6° de EGB, 67% en 8° de EGB y 85% en 1° de BUP). No obstante, comprobamos ciertas variaciones de unos niveles a otros:

- En 6° de EGB predominan los modelos menos avanzados, donde se constatan dos tipos de concepciones: a) considerar la respiración como un proceso básicamente pulmonar, minimizando el papel de la sangre en el transporte de gases (modelo 2.1); b) admitir que la sangre transporta oxígeno hacia las células, pero desconociendo su utilidad y afirmar que el dióxido de carbono se origina

en los pulmones. En ambos casos se pone de manifiesto que la enseñanza no modifica —sustancialmente— la creencia de que la respiración se realiza en los pulmones, obteniéndose (a lo sumo) nuevas informaciones que no han sido incorporadas al núcleo central de sus concepciones iniciales.

- En 8° de EGB y 1° de BUP, con resultados similares, se produce cierta progresión hacia modelos no relacionados más avanzados (3.1 y 3.2), aunque subsisten concepciones propias de niveles anteriores (un tercio de alumnos en modelos 2.1 y 2.2). Sin embargo, tampoco en este caso, dichos avances suponen establecer relaciones adecuadas entre respiración y circulación, concretándose —principalmente— en la elaboración de concepciones incompletas (la sangre transporta oxígeno hacia las células y dióxido de carbono hasta los pulmones) y la aparición de nuevos errores conceptuales (las células producen oxígeno; el dióxido de carbono se origina en los pulmones, algunos órganos o el corazón; etcétera).

Estos resultados ponen de manifiesto las dificultades que encuentran las y los estudiantes para comprender los aspectos esenciales del proceso respiratorio y su relación con el sistema circulatorio, cuestión que ha sido señalada en investigaciones como las de Arnaudín y Mintzes (1985), García Zaforas (1991) y Pérez de Eulate (1992). En particular, hay que destacar el escaso aprendizaje que realizan los alumnos y alumnas de 8° de EGB y 1° de BUP, así como la falta de progresión entre dichos niveles, por tratarse de nociones básicas que son abordadas con cierto grado de profundidad.

Modelos parcialmente relacionados

En este grupo incluimos un modelo cuyas concepciones sobre las relaciones entre respiración y circulación tienen en común situar el proceso respiratorio en los órganos (fig. 8): considerar que las sustancias nutritivas y el oxígeno son llevados a los diferentes órganos de nuestro cuerpo, que en ellos son utilizados para realizar las funciones vitales, y que, como consecuencia de dichos procesos, se obtiene dióxido de car-

bono. Evidentemente, esta forma de entender la respiración supone una visión incompleta de su relación con la nutrición humana, al desconocer que dicho proceso tiene lugar en las células.

Aunque se trata de un modelo con escasa representación en los niveles investigados, su existencia pone de manifiesto que algunos alumnos y alumnas simplifican los procesos de nutrición (en este caso, las relaciones respiración/circulación) situándolos en los órganos como consecuencia del desconocimiento de la estructura y organización celular del cuerpo humano.

A nuestro juicio, este modelo podría constituir un nivel intermedio adecuado para cursos como 6º e incluso 8º de EGB, en calidad de paso previo al estudio de los procesos celulares en cursos posteriores. Por el contrario, la introducción prematura de nociones de tanta complejidad en EGB trae como consecuencia la elaboración de concepciones alternativas y una escasa relación entre los procesos objeto de estudio, tal y como acabamos de señalar.

Modelos relacionados

Se incluyen en este tipo de modelos aquellas concepciones que relacionan correctamente respiración y circulación, al nivel elemental con que se ha planteado esta investigación (fig. 1). Es decir, hay que entender que el proceso respiratorio tiene lugar en las células y [hay que] atribuir al sistema circulatorio el papel de transporte de oxígeno desde los pulmones hacia las células, y el dióxido de carbono (producido como desecho en el transcurso de dicho proceso), desde éstas hasta los pulmones.

Como en el caso de los modelos digestión/circulación, algunas respuestas de los alumnos y las alumnas permiten diferenciar dos submodelos (fig. 9) en función de que sitúen la respiración en todos los órganos (modelo 5.2) o sólo en una parte de ellos (modelo 5.1).

Solamente encontramos este tipo de modelo en 8º de EGB, 1º de BUP y 3º de BUP (fig. 11). Mientras que en los dos primeros resulta minoritario el porcentaje de alumnos y alumnas que establecen relaciones adecuadas entre respiración y circulación (21% y 8%, respectivamente), este

tipo de modelos se encuentra ampliamente extendido en 3º de BUP (69% si consideramos ambos modelos globalmente).

Los resultados correspondientes a 8º de EGB y 1º de BUP confirman argumentaciones realizadas en apartados anteriores, en el sentido de que existe una escasa correspondencia entre las previsiones de la enseñanza (tal y como aparece en el currículo y los libros de texto) y el aprendizaje que logran los alumnos y alumnas.

Por otra parte, aunque los resultados de 3º de BUP nos parecen lógicos, dado el nivel elemental con que se ha planteado esta investigación, creemos que deben ser relativizados, por tres razones:

- a) Casi una tercera parte de la muestra se encuentra en modelos no relacionados (aunque se trata del más avanzado) o parcialmente relacionados. Muestran, por tanto, concepciones alternativas propias de niveles inferiores.
- b) Solamente el 17% del total se agrupa en el modelo relacionado más avanzado (5.2), mientras que un 50% presenta algunas dudas con respecto al destino del oxígeno que transporta la sangre. Como se desprende de la figura 10, un porcentaje elevado de estudiantes afirma que órganos como los huesos, dedos, riñones o estómago no necesitan oxígeno para desempeñar sus funciones.
- c) A través de algunas respuestas de las y los estudiantes, constatamos errores importantes, como desconocer en qué orgánulos celulares tiene lugar la respiración celular y qué sustancias son necesarias para ello.

Profesor: —¿En qué consiste la respiración?

Alumno: —La respiración es un proceso que se produce en todas las células de nuestro cuerpo y nos sirve para obtener energía.

P: —¿En qué partes de la célula tiene lugar?

A: —Yo creo que en los ribosomas.

P: —Además del oxígeno, ¿qué otras sustancias son necesarias?

A: —Por ejemplo, glucosa.

P: —En los casos en que no se dispone de esta sustancia, ¿qué otros nutrientes pueden ser utilizados?

A: —Por ejemplo vitaminas, proteínas y aminoácidos.

Aunque nuestro propósito no haya sido analizar en profundidad las ideas de estos alumnos, los resultados nos deben hacer reflexionar sobre la idoneidad de los métodos de enseñanza habituales para modificar concepciones erróneas y propiciar aprendizajes significativos.

Conclusiones

Como hemos puesto de manifiesto a lo largo de este artículo, buena parte de las concepciones de los alumnos y las alumnas sobre aspectos específicos de los diferentes procesos implicados en la nutrición humana (digestión, respiración, circulación...), se encuentran organizados en su estructura conceptual, llegando a constituir verdaderos esquemas o teorías (modelos conceptuales), a partir de los cuales podemos interpretar dichas concepciones.

Por otra parte, si —como hemos señalado— estos modelos suponen el bagaje conceptual con que los estudiantes afrontan el aprendizaje de nuevas nociones, su conocimiento resulta de gran utilidad para la planificación de la enseñanza.

Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto el predominio de modelos conceptuales relacionados o parcialmente relacionados, caracterizados por no identificar adecuadamente el papel del sistema circulatorio con los procesos de digestión y respiración. No obstante, encontramos diferencias significativas al comparar la comprensión de las relaciones digestión/circulación con las de respiración/circulación: mientras en el primer grupo se constata cierto conocimiento en la mayoría de los cursos investigados, la comprensión de las relaciones entre respiración y circulación resulta más problemática, incluso en niveles superiores.

Comparando los datos relativos a los diferentes niveles educativos, podemos afirmar que, si bien se aprecian ciertas diferencias entre 6º y 8º de EGB o de BUP con el resto de los niveles, no existe progresión importante entre 1º de BUP y 8º de EGB (en algunos casos constatamos un

retroceso), a pesar de que dichos estudiantes hayan profundizado en el estudio de la nutrición humana. Si además tenemos en cuenta las precisiones realizadas al referirnos a los resultados en 3º de BUP, podemos concluir que la enseñanza habitual no contribuye, de manera efectiva, a que los alumnos reestructuren sus concepciones iniciales, desarrollando modelos relacionados que sean acordes con el conocimiento científico.

Sin pretender hacer un estudio exhaustivo de las causas que motivan los resultados comentados, podemos señalar una serie de factores que, entre otros, pueden estar en la base de los mismos:

- a) De acuerdo con argumentaciones como las de Driver, Guesne y Tiberghien (1985), el razonamiento infantil presenta ciertos rasgos diferenciales (pensamiento dirigido por la percepción, enfoque limitado, causalidad lineal y simple, etcétera) que, a nuestro juicio, dificultan la elaboración de modelos relacionados. Por otra parte, si como señalan Pozo, Gómez Crespo, Limón y Sanz Serrano (1991), las características de las teorías implícitas de los alumnos y alumnas difieren claramente del modo en que se estructuran las teorías científicas, parece lógico que la enseñanza habitual no produzca un acercamiento suficiente entre ambas, prevaleciendo las teorías personales que, a lo sumo, sufren pequeñas reestructuraciones que no modifican sustancialmente sus elementos esenciales.
- b) El análisis del currículo y los libros de texto (Núñez, 1994) pone de manifiesto que la enseñanza de la nutrición humana adolece de una serie de deficiencias, en parte indicadas por Del Carmen (1993), entre las cuales podríamos citar: ausencia de una visión global de lo que se está enseñando (es decir, no se fomenta el aprendizaje de conceptos básicos y generales), falta de progresión en los contenidos (no se suele establecer un grado de diferenciación adecuado en función del nivel educativo de que se trate), escasa relación entre los contenidos que se enseñan

(la enseñanza de la nutrición se efectúa de forma compartimentada y sesgada, estudiando cada proceso por separado y prestando más atención a los detalles específicos que al establecimiento de relaciones entre ellos) o planificación de la enseñanza sin tener en cuenta los conocimientos previos de los alumnos y alumnas a que se dirige.

- c) Aspectos socioculturales, como la influencia del entorno familiar de los alumnos o el papel de los medios de comunicación, pueden determinar la elaboración de concepciones alternativas que difieren claramente del conocimiento científico. En este sentido se expresan autores como Solomon (1987), Driver (1989) o Llorens, De Jaime y Llopis (1989), indicando el papel del lenguaje en el aprendizaje de conceptos.

A partir de las argumentaciones realizadas, parece evidente que el estudio de la nutrición precisa de un diseño conceptual y un enfoque didáctico diferentes de los que se vienen realizando tradicionalmente. En esta línea se ha elaborado una propuesta didáctica que contempla el diseño conceptual de la nutrición humana de manera global e integrada, a la vez que plantea su enseñanza siguiendo una secuencia acorde con el constructivismo orientado a la consecución del cambio conceptual (Driver, 1988; Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982, entre otros).

Los resultados obtenidos como consecuencia de su puesta en práctica en aulas de 8º de EGB muestran que una amplia mayoría de las y los estudiantes participantes en nuestra intervención didáctica establecen relaciones adecuadas entre los diversos procesos de nutrición, adquiriendo, al mismo tiempo, una visión global e integrada de dicha función. En un próximo trabajo daremos cuenta de las características de la propuesta didáctica y ofreceremos una mayor concreción de estos resultados.

Referencias bibliográficas

Anderson, C. W., T. H. Sheldon y J. Dubay (1990), "The effects of instruction on college non-major conceptions of respiration and photosynthesis", en *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (8),

pp. 761-776.

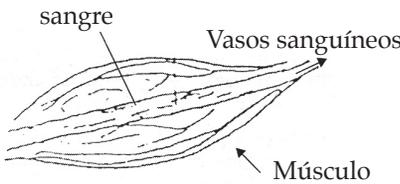
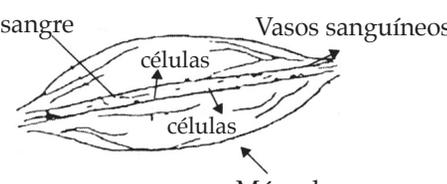
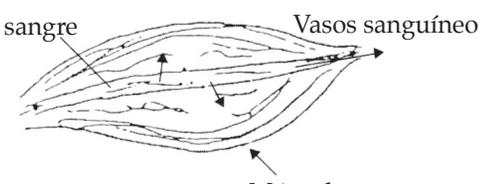
- Arnaudin, M. W. y J. J. Mintzes (1985), "Students alternative conceptions of the human circulatory system: a cross-age study", en *Science Education*, 69 (5), pp. 721-733.
- Ausubel, D. P. (1978), *Psicología cognoscitiva: un punto de vista cognoscitivo*, México, Trillas.
- Banet, E. y F. Núñez (1989), "Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos fisiológicos", en *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), pp. 35-44.
- (1990), "Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración", en *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), pp. 105-110.
- Caballer, M. J. e I. Giménez (1992), "Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos", en *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), pp. 172-180.
- (1993), "Las ideas del alumnado sobre el concepto de la célula al finalizar la educación general básica", en *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), pp. 63-68.
- Carey, S. (1985), *Conceptual change in childhood*, Cambridge, MIT Press.
- Del Carmen, L. (1993), "Una propuesta práctica para analizar y reelaborar las secuencias de contenidos", en *Aula*, 10, pp. 5-8.
- Dreyfus, A. y E. Jungwirth (1988), "The cell concept of 10th graders: curricular expectations and reality", en *International Journal of Science Education*, 10, pp. 221-230.
- Driver, R. (1988), "Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias", en *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), pp. 109-120.
- (1989), "Students conceptions and the learning of science", en *International Journal of Science Education*, 11 (5), pp. 481-490.
- Driver, R. y G. Erickson (1983), "Theories-in-action: some theoretical and empirical issues in the study of students conceptual framework in Science", en *Studies in Science Education*, 10, pp. 37-60.
- Driver, R., E. Guesne y A. Tiberghien (1985), *Children's Ideas in Science*, Londres, Open University Press.
- Engel Clough, E. y R. Driver (1986), "A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts", en *Science Education*, 70 (4), pp. 473-496.
- Gagliardi, R. (1988), "Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias", en *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), pp. 291-296.
- García Zaforas, A. M. (1991), "Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de bachillerato y COU", en *Ense-*

- ñanza de las Ciencias, 9 (2), pp. 129-134.
- Gellert, E. (1962), "Children's conceptions of the content and functions of the human body", en *Genetic Psychology Monographs*, 65, pp. 293-405.
- Gilbert, J. K. y D. Swift (1985), "Towards a lakatosian analysis of the piagetian alternative conceptions research programmes", en *Science Education*, 69 (5), pp. 681-696.
- Haslam, F. y D. F. Treagust (1987), "Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument", en *Journal of Biological Education*, 2 (3), pp. 203-211.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1990), *Los esquemas conceptuales sobre la selección natural: análisis y propuestas para un cambio conceptual*, Universidad Complutense de Madrid (tesis doctoral).
- Llorens, J. A., M. C. de Jaime y R. Llopis (1989), "La función del lenguaje en un enfoque constructivista del aprendizaje de las ciencias", en *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (2), pp. 111-119.
- Luffiego, M., M. F. Bastida de la Calle, F. Ramos Fernández y J. Soto López (1991), *Propuesta teórica y experimental de un modelo sistémico de evolución conceptual*, Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia.
- Nagy, M. H. (1953), "Children's conceptions of some bodily functions", en *Journal of Genetic Psychology*, 83, pp. 199-216.
- Núñez, F. (1994), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias. Aplicación al estudio de la nutrición humana en educación secundaria obligatoria*, Universidad de Murcia (tesis doctoral).
- Osborne, R. y P. Freyberg (1985), *Learning and science: the implications of "children's science"*, Nueva Zelanda, Heinemann Educational.
- Pérez de Eulate, M. L. (1992), *Utilización de los conceptos previos de los alumnos en la enseñanza-aprendizaje de conocimientos en biología. La nutrición humana: una propuesta de cambio conceptual*, Bilbao, Universidad del País Vasco (tesis doctoral).
- Posner, G. J., K. A. Strike, P. W. Hewson y W. A. Gerzoz (1982), "Acomodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change", en *Science Education*, 66, pp. 211-227.
- Pozo, J. I., M. A. Gómez Crespo, M. Limón, y A. Sanz Serrano (1991), *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*, Madrid, CIDE/Ministerio de Educación y Ciencia.
- Serrano, T. (1993), "El desarrollo conceptual del sistema nervioso en niños de 5 a 14 años. Modelos mentales", en *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), pp. 349-351.
- Seymour, J. y B. Longden (1991), "Respiration – that's breathing, isn't it?", en *Journal of Biological Education*, 25 (3), pp. 177-183.
- Solomon, J. (1987), "Social influences on the construction of pupils' understanding of science", en *Studies in Science Education*, 14, pp. 63-82.
- Treagust, D. F. (1988), "Development and use of diagnostic test to evaluate students' misconceptions in science", en *International Journal Science Education*, 10 (2), pp. 159-170.
- Yarroch, W. L. (1991), "The implications of content versus item validity on science tests", en *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (7), pp. 619-630.

Anexo I. Ejemplo de ítems incluidos en el cuestionario

Una vez que la sangre, con todas las sustancias que transporta, llega a los órganos (como los músculos, por ejemplo), ¿qué ocurre?

Escribe una V o F según sea verdadero o falso lo que se dice en cada frase.

 <p>Diagrama de un músculo con vasos sanguíneos y sangre. Se muestran líneas que representan las fibras musculares y un vaso sanguíneo que se ramifica. Se etiquetan 'sangre' (dentro del vaso), 'Vasos sanguíneos' y 'Músculo'.</p>	<input type="checkbox"/> La sangre circula en el interior de los vasos sanguíneos (arteria, capilares) que llegan a los órganos: las sustancias nutritivas que lleva la sangre no salen de los vasos para quedarse en los órganos.
 <p>Diagrama de un músculo con vasos sanguíneos, sangre y células. Se muestran fibras musculares y un vaso sanguíneo que se ramifica. Se etiquetan 'sangre', 'Vasos sanguíneos', 'Músculo' y 'células' (dentro de las fibras).</p>	<input type="checkbox"/> La sangre circula en el interior de los vasos sanguíneos (arteria, capilares): las sustancias nutritivas pasan a las células que las utilizarán para realizar sus funciones.
 <p>Diagrama de un músculo con vasos sanguíneos y sangre. Se muestran fibras musculares y un vaso sanguíneo que se ramifica. Se etiquetan 'sangre', 'Vasos sanguíneos' y 'Músculo'.</p>	<input type="checkbox"/> La sangre circula en el interior de los vasos sanguíneos (arteria, capilares): las sustancias nutritivas pasan de los vasos a los órganos, que las utilizarán para realizar sus funciones.
 <p>Diagrama que muestra el sistema digestivo (Estómago, Intestino, Ano) y un músculo. Se etiquetan 'Estómago', 'Intestino', 'Ano' y 'Músculo'.</p>	<input type="checkbox"/> La sangre circula en el interior de los vasos sanguíneos (arteria, capilares): las sustancias nutritivas no salen de los vasos, ya que fueron eliminados por el ano.

¿He entendido la pregunta?

- Sí. No. A medias.
 Estoy seguro de mi respuesta.
 Estoy casi seguro de mi respuesta.
 Estoy poco seguro de mi respuesta.
 He contestado al azar.

2. Al terminar de correr una carrera de 200 metros, respiramos más rápido:

	<p>¿A cuál de estas causas crees que se debe?</p> <p><input type="checkbox"/> Algunos órganos del cuerpo necesitan más oxígeno.</p> <p><input type="checkbox"/> No son algunos órganos del cuerpo los que necesitan oxígeno, sino que lo necesitan los pulmones.</p> <p><input type="checkbox"/> Es la sangre la que necesita oxígeno.</p>
	<p>Indica la frase que mejor explique tu respuesta anterior:</p> <p><input type="checkbox"/> La mayor parte del oxígeno que entra se necesita y se consume en los pulmones para poder correr y el que sobra pasa a la sangre.</p> <p><input type="checkbox"/> Todo el oxígeno que entra se consume en los pulmones para correr y podemos recuperar después, sin que pase a la sangre.</p> <p><input type="checkbox"/> Casi todo el oxígeno que entra pasa de los pulmones a la sangre y se lleva a los órganos que lo han gastado al correr.</p>

¿He entendido la pregunta?

- Sí. No. A medias.
- Estoy seguro de mi respuesta.
- Estoy casi seguro de mi respuesta.
- Estoy poco seguro de mi respuesta.
- He contestado al azar.

Evaluación como ayuda para seguir aprendiendo*

Aurora Lacueva

¿Cuáles son las características de una evaluación para seguir aprendiendo?
¿Qué se debe evitar al evaluar?
¿Cuál es la importancia del error en el aprendizaje?

Evaluación, piedra de toque de la enseñanza

Podríamos decir que la evaluación es la piedra de toque de la enseñanza, en el sentido de que pone a prueba la autenticidad, la fuerza y la coherencia de los principios pedagógicos que supuestamente la guían. Si se sostiene que la escuela debe fomentar la reflexión, la criticidad y la participación y, luego, se evalúa mediante cuestionarios para rellenar copiando del texto y mediante exámenes donde se solicitan datos y nombres sin más, se pone en evidencia que el verdadero norte pedagógico es, no lo manifestado, sino el aprendizaje mecánicamente memorístico, la rutinaria y acrítica transcripción. Aun cuando se hayan asignado algunos trabajos de naturaleza innovadora, si su peso en la calificación final es en relación con exámenes y cuestionarios, se sigue enviando el poderoso mensaje de que lo importante es la repetición y la copia.

La evaluación señala aquello que es realmente valioso en la escuela, puesto que implica para los estudiantes, a fin de cuentas, aprobar o no aprobar el curso y, con frecuencia, ser así mismo ubicados en una jerarquía de calificaciones, con posible trascendencia hacia el futuro.

Si se quiere que los estudiantes se orienten

hacia aprendizajes profundos, hacia el razonamiento, el examen crítico de las evidencias, la aplicación práctica de lo aprendido, la valoración fundamentada, eso es entonces lo que se debe evaluar. Revisar las formas de evaluación y sus contenidos ayuda mucho a clarificar los valores en uso, los verdaderamente cumplidos, de la acción pedagógica.

Las múltiples funciones sociales de la evaluación

Como ya hemos dicho, en la escuela no sólo se cumplen las finalidades expresas de los docentes ni, más allá, las finalidades expresas de la Constitución y las leyes. Por debajo de este marco evidente, se entrecruzan los fines confesados y no confesados de diversos sectores y clases sociales, que se manifiestan en esta institución como en otras instancias de la sociedad. Y a la hora de evaluar, estos intereses pueden imponerse con especial fuerza, por las implicaciones del proceso (Álvarez Méndez, 1995; Ayuste y otros, 1994).

Las discriminaciones, la justificación de las desigualdades, el control sobre los menos poderosos, tienden a manifestarse particularmente en este momento. No se trata de un plan diabólico sino del encadenamiento de presiones, ideologías y acciones a lo largo del tiempo. Así, la evaluación a partir de ejercicios vacíos de verdadero significado, muy escolásticos, plagados

* En *Ciencia y tecnología en la escuela*, Madrid, Popular/Laboratorio Educativo, 2000, pp. 121-125, 128-130 y 133-143.

de términos técnicos a memorizar, tiende a desfavorecer aún más a los estudiantes de sectores de menores ingresos, cuyos padres no pueden ayudarlos en sus estudios, cuyos hogares están desprovistos de libros o periódicos y a quienes, por éstas y otras razones, les cuesta mucho más asumir una enseñanza poco pertinente y llena de convencionalismos para ellos poco conocidos. También, a menudo el control social es parte de la evaluación, valorándose y ganando puntos las conductas más sumisas a rituales y normas establecidas, cuya máxima razón de ser estriba en inculcar obediencia y respeto al *status quo*.

Finalmente, el fracaso, al cual el estudiante es empujado por una constelación de circunstancias sociales y escolares, es tomado como justificación de la salida temprana del sistema educativo. No es la escuela la que no ha sabido ayudar al niño, no es el sistema social el que le ha negado oportunidades al niño, es él, el propio niño, el culpable de su repitencia y/o su deserción, por no haber logrado superar los estándares mínimos escolares. Mendel y Vogt (1978: 256) llegan a decir que la finalidad de la escuela en nuestra actual sociedad es precisamente fabricar el fracaso.

Se trata de mecanismos oscuros y entrelazados, que actúan en contra de las potencialidades de los niños, especialmente de aquéllos de sectores de menores recursos. Conviene estar atentos a que cuando se ejerza una acción evaluadora no tomen posesión de la misma, inadvertidamente, esos intereses minoritarios pero poderosos que, por la dinámica social, distorsionan la vida escolar en su provecho.

Evaluación como ayuda

Nuestra propuesta es que la evaluación se centre en ser una ayuda para que el estudiante siga aprendiendo mejor. La escuela como mundo cultural rico, que le ofrece a los niños y niñas múltiples experiencias formativas, utiliza una evaluación en contextos naturales, concebida como un apoyo más en la aventura de aprender. Se trata, en primer lugar, de darse cuenta y realzar los logros de los niños. De esta manera los aprendices ganan mayor conciencia de sus

éxitos, de lo que saben, de lo que dominan, base fundamental para sus posteriores esfuerzos.

En segundo término, se trata también de tomar nota de las lagunas, los errores y las insuficiencias. Considerándolos normales, esperables: es natural que un niño, una niña, cometa errores en su esfuerzo de aprendizaje. Y considerándolos también superables. Precisamente, la evaluación sirve para ponerlos en la agenda de las cosas a seguir trabajando, a seguir practicando.

Nos parece importante deslastrarse de la concepción de la evaluación como un reparto de premios y castigos, una selección de “buenos, regulares y malos”, una jerarquización cristalizada. La evaluación como ayuda es un reto, porque ayudar es más sutil y complejo que chequear y calificar.

Evitando los juicios “totalitarios” sobre los niños

Algunos, insatisfechos con la vieja escuela que sólo califica ciertos conocimientos académicos muy precisos (si se sabe sumar, si se puede leer corrido, si se conoce la clasificación de los animales...), proponen una evaluación “integral” que debe tomar en cuenta no sólo los saberes dominados, sino también rasgos muy complejos y difíciles de juzgar como curiosidad intelectual, actitud cooperadora, liderazgo, responsabilidad o iniciativa. Este enfoque parece a primera vista un progreso, pero implica graves problemas. Es más claro y limpio recibir una nota basada en si uno sabe restar con decimales o escribir un dictado que ser juzgado y calificado por su “solidaridad” o su “responsabilidad”. La ideología del docente, de la escuela y, más allá, la ideología dominante en la sociedad pueden tener un peso demasiado fuerte en estas calificaciones sobre valores, actitudes y conductas complejas. Además, el proceso es excesivamente complicado. Cada personalidad es multifacética, fluida y honda, de tal manera que estos juicios globales abarcantes escapan de las posibilidades del docente. Son grandes los riesgos de equivocaciones serias, de estigmatización, de penalización al no conformismo, de castigo a lo diferente, de arbitrariedad en suma.

No es que el educador no deba estar atento a tales rasgos complejos, sí debe estarlo. Lo que sugerimos es que esté pendiente de estas características profundas de la personalidad de cada niño, que tome nota de lo que pueda captar de ellas, que vea al niño como una persona y no como una suma de parcelas, y que diseñe, si es necesario, estrategias sutiles para ayudar a cada niño a mejorar aspectos donde el docente crea encontrar debilidades. Pero que lo haga de manera muy cuidadosa y sin emitir juicios expresos calificativos del niño. Y mucho menos juicios públicos. Son juicios que pueden afectar a los niños y que no se está en capacidad de formular.

Debe ganarse conciencia de la complejidad de los factores en juego y del riesgo de que lo común, lo usual en nuestro mundo, sea nuestro rígido patrón de medida. Es importante reconocer que la diversidad entre las personas, en este caso los niños, es un rasgo positivo en la sociedad. No tenemos por qué tratar de juzgar a todos nuestros estudiantes con base en un "niño modelo" tomado como patrón. La diversidad es una ventaja social. Y en su diversidad los niños pueden relacionarse y aprender unos de otros y pueden explorar nuevas formas de ser y de sentir.

Desde luego, esto no quita que existan conductas francamente negativas que haya que atender para superar. Pero las evaluaciones "totalitarias" son un lastre antes que un aporte. Las opiniones de docente y compañeros deben centrarse en trabajos y acciones concretas de cada estudiante y no en su persona como tal.

No hay evaluación objetiva

Toda evaluación es evaluación desde una perspectiva, desde un punto de vista. Tratamos de detectar si los niños dominan ciertos conocimientos, manejan ciertos procedimientos y sustentan determinados valores que nos parecen importantes. Los propios mecanismos de evaluación que utilizemos implican en sí mismos ideas muy específicas acerca de cómo puede detectarse verazmente lo que alguien sabe. La supuesta objetividad de algunos ins-

trumentos cerrados, como pruebas de selección múltiple y listas de cotejo, no es tal, puesto que estos instrumentos se elaboraron de acuerdo con prioridades y concepciones pedagógicas y epistemológicas particulares. Su contenido está sesgado por las opciones de quien los elaboró. Y, más allá, al aceptar su formato se acepta que por el marcado de una equis en sus espacios en blanco se puede calibrar lo que interesa calibrar del aprendiz.

Reconociendo la imposibilidad de la evaluación objetiva, lo importante es ejercer una *subjetividad vigilada* a la hora de evaluar: aclarando cada vez mejor qué es lo que consideramos importante evaluar y por qué, estudiando con cuidado la situación de cada niño al respecto, y llevando registro del proceso gracias a procedimientos que nos parezcan veraces y confiables.

[...]

Se evalúa una situación transitoria, no un estado fijo

Lo que se evalúa es un logro o una insuficiencia existente en un momento determinado, no una esencia inmutable del niño. De este modo se debe expresar y hacer entender al aprendiz. Una persona, y en particular un niño, está en permanente cambio: las fallas de hoy pueden ser superadas mañana, los errores presentes pueden corregirse, los logros expandirse. De hecho, así debe ser en una buena escuela. Causan daño los juicios esenciales como: "Luis es malo en matemáticas" o "No sirves para la música". A veces estos juicios no se expresan, pero están presentes y se hacen ver de modo indirecto. El esencialismo en la evaluación erosiona la confianza del niño en sus posibilidades futuras. Y resulta totalmente irresponsable. La evaluación de estados coyunturales y no de esencias es lo deseable y razonable.

Mejor aún, la evaluación de *procesos*. El niño *está siendo*, de manera fluida. Viene de ciertos estados o situaciones y va hacia otros, de una cierta manera. Su aprendizaje es continuo movimiento (véase Calvo, 1993). En este sentido lo que interesa es comparar logros del niño en relación con su situación anterior y estimar cuánto

ha progresado en su esfuerzo de aprendizaje, en vez de comparar a los niños entre sí en un momento determinado. Esta última es una confrontación que no ayuda a nadie. Desde luego, no ayuda a los “perdedores”, pero tampoco a los “ganadores”: no aclara acerca de esfuerzos y progresos, congela lo que podría ser temporal, etiqueta superficialmente y, a menudo, no estimula para seguir aprendiendo.

De la ignorancia al conocimiento y del conocimiento a la ignorancia

En ese continuo fluir que es el aprendizaje, es importante reconocer que no se va siempre de la ignorancia al conocimiento, de lo confuso a lo claro, sino también en dirección contraria. Al ahondar en el estudio, las certezas pueden dar paso a nuevas dudas. Al adentrarnos en otro nivel de profundidad, lo sabido, al complejizarse, puede llegar a lo no sabido. Al contestarnos ciertas preguntas, esas respuestas nos llevan a nuevas interrogantes.

Esa es la compleja dinámica del aprendizaje, donde el dominio de un cierto ámbito nos lleva a descubrir nuevos ámbitos por explorar (Poddiákov, 1987). La evaluación conclusiva ignora esta dialéctica y tiende a congelar el proceso: lo dominado es asunto finiquitado. Para esta evaluación, el que tiene dudas no sabe, y el que carece de interrogantes sabe, cuando en verdad con frecuencia es al contrario.

El error es parte del aprendizaje

Como se desprende de lo que venimos diciendo, los errores, las dudas y las insuficiencias son parte normal del proceso de aprendizaje. Por lo tanto, la escuela no debe demonizar el error, tomarlo como lo insólito, lo anormal, lo que no debería ocurrir y ocurre por deficiencias del aprendiz; sino asimilarlo y aceptarlo como parte del proceso, siempre superable y siempre necesario.

Los errores ayudan al docente a determinar dónde debe hacer hincapié la nueva enseñanza, qué apoyos resultan más necesarios, qué reorientaciones es conveniente realizar. Las respuestas “equivocadas” permiten al docente

un mayor conocimiento de cómo piensa y con qué contenidos piensa cada alumno. En este sentido, Francesco Tonucci (1992) expresa que los errores son unas de las pocas ventanas abiertas al mundo del niño.

Por otra parte, como dice Calvo (1993: 68), “el impulso creador nace de la relación entre lo que se sabe y lo que se ignora”. Por lo que las dudas y equivocaciones de los niños, en interacción con sus saberes y habilidades adquiridos, son las que pueden movilizar los nuevos momentos de aprendizaje escolar.

[...]

Evaluación como parte de la vida de la clase

Diariamente los niños realizan diversas experiencias dentro de la escuela que proponemos. El docente evalúa cuando va acompañando a los niños en sus experiencias y les va indicando aciertos y errores en su camino. Además, al concluir cada actividad siempre hay un resultado: una maqueta, una exposición ante los compañeros, un informe escrito, un mural, una campaña divulgativa, una acción en la escuela o en la comunidad... Este resultado puede ser considerado por el docente con más calma como parte también de la evaluación. En este contexto, añadir exámenes resulta innecesario y fuera de lugar. Igualmente ocurre con los interrogatorios. Y también con los cuestionarios que se mandan como asignación para el hogar.

En esta propuesta, la evaluación no es de tareas artificiales, escolares, que nunca se encuentran en la vida exterior, sino de actividades ricas, similares a algunas de las más interesantes que podrían desarrollar los aprendices fuera de un medio escolar. La evaluación de actividades complejas implica que no hay una sola respuesta correcta, a diferencia del examen tradicional: no hay una sola manera de investigar la vida de unos insectos, ni una única forma de pintar un mural sobre el río de nuestra población. Esto, es verdad, hace más difícil la función del educador. Pero es que, efectivamente, ejercer de forma positiva la enseñanza es difícil. Los atajos no llevan a ninguna parte, en términos de la formación de las nuevas generaciones.

El interés de los niños por recibir retroalimentación sobre su trabajo

El interés de los niños por recibir retroalimentación sobre su trabajo es escaso o nulo en la escuela tradicional, donde el estudiante se ve obligado a “aprender” ciertos saberes muy específicos, impuestos sin más. Pero seguramente crece en una escuela de nuevo tipo, donde el estudiante participa de una u otra manera en la determinación de las tareas a realizar y de los saberes a adquirir. Allí cobra un sentido nuevo, profundo y significativo la actividad de evaluación, entendida en el sentido de *evaluación como ayuda*.

Si los niños han acordado escribir una carta a una emisora de radio informándole sobre un problema que han investigado en la comunidad, les interesa que el docente les ayude a revisar que no haya en el texto errores gramaticales. Si han decidido montar un “jardín” en una botella grande, les interesa que el docente les indique algún detalle que han olvidado en su proceso y que puede afectar a sus plantitas. Si se disponen a investigar refranes sobre el tiempo atmosférico en su localidad, les importa conocer la opinión del docente sobre su plan de investigación.

Lejos del temor y rechazo al examen tradicional y, a menudo, a sus resultados, la retroalimentación del docente es aquí buscada con sinceridad, y provechosamente utilizada. En este caso, la aprobación o la crítica se toman como información y no como recompensa o castigo (Bruner, 1961). Asimismo, crece el interés por autoevaluarse.

El mejor instrumento de evaluación: el docente

En ocasiones, puede ser útil contar con algún instrumento especial de evaluación, como una lista de cotejo o una escala de estimación. Pero se ha exagerado la importancia de estos elementos, que a menudo forman parte de esa evaluación ritualizada, separada de la vida, y artificiosamente tecnicizada. La complejidad de los aspectos que puede ser importante evaluar es tal que cualquier instrumento corre el riesgo de convertirse en una lista interminable, y apenas el docente hubiera terminado de llenar

el de un niño debería estar emprendiendo el de otro, en una incesante y absurda actividad evaluadora.

Nos parece que el mejor “instrumento” es el propio docente. Sólo ella o él tiene la suficiente flexibilidad, adaptabilidad y saber para poder captar en cada ocasión los rasgos más resaltantes de un proceso o producto a considerar. Ningún instrumento podrá superarlo. Para ejercer mejor su función evaluadora es importante que el educador o educadora reflexione con cierta frecuencia acerca de los rasgos que estima importante considerar en las actividades de sus alumnos. También, es necesario que esté atento o atenta a la vida en su aula. Adicionalmente, se puede ayudar de algunos mecanismos como los que mencionamos en próximos apartados.

La evaluación informal y naturalística que proponemos se hace posible en un ambiente de trabajo diversificado, donde diferentes niños, individualmente o por equipos, laboran autónomamente en variadas actividades, de forma organizada y responsable. Allí el docente dispone de más tiempo para aproximarse y dialogar con cada niño o cada equipo, y para seguir más de cerca su labor. La clase de pupitres en fila y trabajo uniforme, rutinario, impulsado de manera directa y constante por el docente, no puede sino ser evaluada gracias a exámenes, interrogatorios y tareas.

[...]

El portafolio

Una propuesta interesante es que cada niña y cada niño vayan elaborando a lo largo del año escolar su portafolio: una carpeta grande donde guarden diversos trabajos elaborados. Por ejemplo: dibujos, gráficos, textos libres, informes de investigaciones, poesías, adivinanzas, propuestas de actividad planteadas a la clase, referencias a trabajos de equipo archivados en el aula... Este portafolio recoge los resultados (o los más interesantes entre todos los resultados) del esfuerzo realizado por el estudiante durante el año. Cada tanto tiempo, el estudiante y el docente pueden revisar el portafolio y reflexionar sobre lo logrado y lo que falta por lograr.

Tonucci (1990) propone una idea muy sugestiva: al principio del año escolar cada niña y cada niño revisan su portafolio del año pasado. Discuten luego con sus compañeros y su maestra o maestro algunas de las cosas más relevantes que, a su juicio, hicieron en ese lapso. Reflexionan también sobre sus cambios, sus avances y sus lagunas pendientes. Ésta es una alternativa fructífera a la imposible “evaluación diagnóstica” de principios de curso. En clases numerosas tal discusión podría hacerse por equipos, o bien distribuirse a lo largo de varios días, para no cansar a los pequeños.

[...]

Privacidad en la evaluación

Algunos juicios evaluativos, orales y escritos, pueden ser del conocimiento de todos. De hecho, es natural que ello ocurra en un salón de clases. Pero otros juicios es más conveniente que sean privados, conocidos sólo por el interesado y/o sus padres, según el caso. El educador deberá considerar cuáles juicios caen en esta categoría.

En general, asumimos que siempre, pública o privada, cualquier evaluación se hará en términos cuidadosos, que no abrumen al aprendiz ni lo humillen. Se hará con esperanza en el niño, en la niña. Pero algunas observaciones, por su naturaleza, resulta más conveniente guardarlas para intercambios privados. Aunque sólo sea porque no interesan a los otros, no les concierne. Y, también, porque no es agradable dialogar sobre nuestras insuficiencias en presencia de oyentes no involucrados.

Lo dicho no niega la coevaluación. Allí, por estar todos participando, la situación cambia de naturaleza. En todo caso, la coevaluación también debe hacerse con cuidado y esperanza.

La autoevaluación

La participación del propio aprendiz en su evaluación tiene muchos beneficios. Aunque debemos reconocer que es un proceso delicado, sobre todo al partir de una situación como la imperante, tan deformada en cuanto a las finalidades, formas y consecuencias de la evaluación.

Sin embargo, el esfuerzo de ir iniciando mecanismos de autoevaluación es muy positivo. Al participar en la evaluación de su aprendizaje, el niño va cobrando mayor conciencia del mismo, va ganando mayor claridad acerca de las fallas y los alcances en el proceso vivido. Así mismo, adquiere mayor responsabilidad sobre su actividad escolar, toma más en sus manos su propio aprendizaje en la escuela. Ello nos parece fundamental: el estudiante debe hacer suyo el trabajo escolar, para aprender de manera auténtica y trascendente. Adicionalmente, el estudiante puede aportar elementos no advertidos por ningún evaluador externo, de utilidad para la reconsideración de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

La existencia de la autoevaluación expande la democracia en la escuela, restituyendo al aprendiz un poder que le había sido sustraído. El maestro italiano Mario Lodi (1980: 132-133) propone el siguiente mecanismo:

El niño, en un folio, escribe los compromisos de la semana o de la quincena. Al final del periodo, detrás del folio, escribe si ha mantenido los propósitos, si han sido realizados o qué ha hecho en sustitución de ellos.

La evaluación no se hace con las notas sino con un gráfico o tabla cuya anotación es hecha por los niños y que se modifica constantemente. Efectivamente, el plan de trabajo y la tabla de autoevaluación es un instrumento que crece a medida que crecen los muchachos, que sigue su evolución, pasando de unos pocos datos a una casuística cada vez más rica.

La confrontación con los libros, con el docente y con los compañeros, las evidencias recogidas en las investigaciones, la puesta a prueba de los productos elaborados por ellos, ayudan a los niños y niñas a autoevaluarse de manera natural y confiable. Si los estudiantes hacen sólo “tareas”, ¿cómo pueden saber si lo hicieron bien o mal? Deben esperar por el juicio del docente, forzosamente. Pero si su trabajo es de otra índole, y si se pone al alcance de otros diversos, en un medio cultural rico, las posibilidades de autoevaluación y de coevaluación se multiplican.

La coevaluación

De manera espontánea y natural la coevaluación está presente en los trabajos de equipo, como breves observaciones acerca de las actividades de cada quien a lo largo del proceso. También se manifiesta sin mayor aparataje ni protocolo en ciertas acciones de toda la clase, como elegir un texto para imprimir o para poner en la cartelera, seleccionar entre las medidas propuestas las que se van a poner en práctica, y otras actividades parecidas.

En algunas ocasiones, puede ser oportuno que el grupo emita opiniones sobre un trabajo presentado ante ellos por un compañero o un equipo de compañeros. Es interesante que el docente propicie el señalamiento de aspectos positivos y de algún rasgo a mejorar en el futuro.

La pedagogía Freinet plantea una cartelera permanente en el salón de clases, con una columna de *Criticamos*, otra de *Felicítamos* y una tercera de *Proponemos*. Allí caben observaciones dirigidas a todo el grupo, al maestro y también a determinados alumnos en particular. También pueden incluirse indicaciones referidas a la escuela en su conjunto, a los directivos, y a otros maestros y alumnos. Todas las consideraciones van firmadas, pues no se admiten anónimos. La cartelera se discute al final de cada semana. Es un excelente mecanismo de cogobierno escolar y también de coevaluación (Freinet, 1977).

Creemos que hay que tener cuidado con poner a los niños en situaciones incómodas, de “jueces y acusados”. Es decir, hay que evitar trasladar los vicios y perversiones de la evaluación tradicional a la coevaluación. Como mencionamos anteriormente, resulta formativo dedicar con cierta regularidad un tiempo para el análisis, por parte de toda la clase, del trabajo realizado por ellos como grupo, en visión de conjunto.

Mejorando a partir de la evaluación

La evaluación, en el sentido de seguimiento cualitativo de las actividades complejas realizadas en la clase, permite aclarar mejor que cualquier otra opción los logros de los niños y niñas, y también sus insuficiencias y errores. Pero, ¿qué hacer después de haberlos traído a la luz? Hemos considerado a la evaluación como

ayuda, y esto implica trabajar a partir del conocimiento alcanzado sobre el aprendizaje infantil, a fin de que cada niño y cada niña afiancen y profundicen sus logros, y superen sus fallas y errores. ¿Cómo llegar a ello? Sugerimos algunas posibilidades.

El *intercambio niño-docente*. Los señalamientos evaluativos del docente (orales y escritos) ya son un primer paso en esta evaluación como ayuda. Contribuyen a que el aprendiz detecte mejor sus puntos fuertes y débiles. Y en la propia acción de señalar errores y conversar sobre ellos, hay un nuevo aprendizaje hacia la superación de los mismos. A su vez, este diálogo propicia que el estudiante se familiarice con formas de evaluar y con criterios de evaluación, los cuales puede aplicar luego en nuevas oportunidades y para otras áreas, a sí mismo y a otros. Adquirir estas *herramientas instrumentales de segundo orden*, le resulta útil al aprendiz, y contribuye a independizarlo del docente y a poder asumir mayor responsabilidad en su propio aprendizaje (Fernández Pérez, 1988: 253-254).

Por otra parte, a partir del intercambio niño-docente el aprendiz recibe el mensaje de la importancia de su propio proceso de aprendizaje, el cual ha merecido la atención específica del maestro o de la maestra y es el tema de esa comunicación persona-a-persona. Este mensaje no se recibe con una calificación sobre un papel, acompañada apenas de una breve frase.

La comunicación niño-docente puede concluir con algunas medidas tomadas de común acuerdo, para subsanar deficiencias detectadas o remediar lagunas. Es importante que, cada vez más, el alumno sea el proponente de las medidas de intervención, orientado por la educadora o el educador. Debe haber un tiempo pautado para estas periódicas conversaciones con cada niño o equipo. Y han de organizarse también otras con toda la clase, que permitan revisar el trabajo del grupo como colectivo.

Las *fichas autocorrectivas*. Las fichas autocorrectivas (Freinet, 1975) ofrecen a cada niño o niña la posibilidad de trabajar solo(a), a su propio ritmo, en el dominio de alguna habilidad o de algún contenido; puede haberlas normales y remediales. [...]

Las que primero vienen a la mente son, con probabilidad, las fichas de castellano y las de matemáticas: para mejorar la ortografía, para aprender a resumir un texto o a encontrar sus ideas principales, para practicar aritmética, para resolver problemas geométricos, entre tantos otros casos. Pero no dejan de ser posibles las fichas en otras áreas: fichas para practicar clasificación, para profundizar en alguna noción científica, para aplicar un determinado concepto de estudios sociales...

El carácter autocorrectivo de este material (respuestas en otra ficha o al reverso de la primera) permite el trabajo independiente del niño y su propio control de la marcha del proceso. A la vez que libera al maestro de una tarea de enseñanza individualizada imposible de realizar cabalmente en clases numerosas.

No confiamos mucho en las fichas que demandan la mera ejecución mecánica y repetida de secos ejercicios (como, por ejemplo, hacer gráficos con series de números sin mayor sentido). Preferimos las que plantean breves problemas, preguntas atractivas, pequeños desafíos, con cierto ingenio y sentido del humor, de manera menos descarnada. La computadora puede usarse con provecho en este tipo de trabajos, bien con materiales elaborados por los propios docentes, bien con paquetes comerciales juiciosamente elegidos.

La colaboración entre compañeros. Sucede cuando los alumnos más avanzados en determinada área trabajan con sus compañeros, en equipos organizados y durante lapsos especialmente marcados, para ayudarlos a superar insuficiencias. Ambos grupos pueden beneficiarse de esta interacción, pues los “enseñantes” deben clarificar y ordenar sus conocimientos para poder ayudar a otros. Y los “aprendices” reciben orientación de alguien más cercano que el docente, alguien que se expresa de modo más afín y con quien pueden sentirse más cómodos.

Debe evitarse la eternización de estos roles, sin embargo. Interesa que cada alumno o alumna sea a veces tutor y a veces tutorado. Todos deben tener oportunidad de explicar algo a sus compañeros, aprovechando las áreas (incluso las “no-académicas”) donde destacan.

Los alumnos tutores pueden necesitar orientaciones para su labor. Como se ha estudiado, no basta con poner a los niños juntos, tutor y tutorado. Los primeros pueden tener dificultades por no saber cómo ayudar a sus compañeros de modo efectivo (Melero y Fernández, 1995). Los resultados de investigaciones recomiendan cierta estructuración de la tarea. Conviene, por ejemplo, que ambos lados tengan claridad de para qué están juntos, y que la labor se focalice en algún o algunos aspectos precisos, y no en un área muy vasta. Los niños tutores deben conocer algunas reglas y procedimientos básicos de este tipo de labor, como serían no burlarse nunca de las insuficiencias de los tutorados, llegar hasta donde puedan llegar en cada momento, y estar conscientes de que ellos tampoco son infalibles. Los tutorados, por su parte, también deben ser orientados para que aprovechen la experiencia al máximo, respetando el esfuerzo del compañero tutor y colaborando activamente en la interacción. En ocasiones, puede ser útil que el profesor trabaje previamente con el alumno tutor, para reforzar su preparación en el aspecto sobre el cual va a tutorear. Esta iniciativa permitiría ser tutores a alumnos no tan afianzados en sus conocimientos (Onrubia, 1998).

Las actividades nuevas que inciden sobre fallas detectadas. En este caso, se sigue adelante con la programación de la clase, pero manteniéndose alerta y proveyendo refuerzos que contribuyan a que los estudiantes superen sus deficiencias. Pensamos aquí, en primer lugar, en el dominio de la lectura y la escritura, y en el de las matemáticas. Pero también en ciertos conceptos clave dentro de las ciencias naturales o las ciencias sociales, que pueden retomarse de manera nueva en posteriores clases, para seguirlos trabajando. Así, por ejemplo, conceptos como evolución de los seres vivos, energía, cambio químico. O bien, nociones sobre tiempo histórico, interacción seres humanos-medio geográfico, poderes públicos...

Por otra parte, es posible replantear en nuevas situaciones la práctica de importantes habilidades como el análisis crítico, la categorización o el diseño experimental; y volver a orientar sobre positivas actitudes como la de responsa-

bilidad ante compromisos libremente asumidos, la de cuidado hacia el medio ambiente y tantas otras.

La labor diferenciada del docente con grupos de niños. Ésta se hace posible si se logra desarrollar en el aula una rutina de trabajo diversificado bien organizada. De tal manera, mientras otros niños se encuentran cumpliendo con sus programaciones en las diferentes áreas, distribuidos en distintos espacios del salón y/o de la escuela, es posible que el educador o educadora tenga oportunidad de atender especialmente durante ciertos lapsos a los alumnos con problemas serios en su aprendizaje.

Con procedimientos como los señalados y otros que cada docente pueda desarrollar, se aprovechan las enseñanzas de la evaluación, evitando que ella sea el cierre de un proceso sino, por el contrario, convirtiéndola en una etapa más de la actividad escolar, útil para reorientar tal actividad más apropiadamente.

Otros frutos de la buena evaluación

La evaluación profunda de los saberes infantiles revela también dónde las estrategias pedagógicas han resultado más exitosas. Y dónde presentan necesidades de reformulación, por no haber logrado ayudar suficientemente a los niños en su aprendizaje. También puede aclarar fallas en la infraestructura escolar, inconveniencias en los planes de estudio, carencias en los recursos para el aprendizaje, o rasgos negativos en la organización escolar y en el ambiente predominante en la escuela, entre otros aspectos clave.

Es importante tener en cuenta que la calidad del trabajo de los niños ilumina mucho acerca de aspectos externos a los niños, que son responsabilidad de diversas instancias escolares y/o sociales. La acción de cada educador y del cuerpo docente de la escuela como un todo resulta fundamental para poder mejorar las negatividades encontradas en este análisis de segundo nivel.

Bibliografía

- Álvarez Méndez, J. M. (1995), "Valor social y académico de la evaluación", en vv.AA., 1995b, pp. 176-193.
- Ayuste, A. et al. (1994), *Planteamientos de la pedagogía crítica*. Comunicar y transformar, Barcelona, Graó.
- Calvo, C. (1993), "Del mapa escolar al territorio educativo", *Revista de Pedagogía*, xiv (34), 51-77.
- Fernández Pérez, M. (1988), *Evaluación y cambio educativo: el fracaso escolar*, 2ª ed., Madrid, Morata.
- Freinet, C. (1975), *Técnicas Freinet de la escuela moderna*, 6ª ed., México, Siglo XXI (*Les techniques Feinet de l'école moderne*, 4ª ed., Armand Colin, París, 1966).
- (1977), "Por una escuela del pueblo", en *Cuadernos de Educación*, núms. 49-50, Caracas, Laboratorio Educativo (*Pour l'école du peuple*, Maspero, París, 1971).
- Lodi, M. (1980), *Empezar por el niño*, Barcelona, Reforma de la Escuela (*Comunicare dual bambin*, Einaudi, Turín, 1977).
- Melero Zabal, Ma. A. y P. Fernández Berocal (1995), "El aprendizaje entre iguales: el estado de la cuestión en Estados Unidos", en Fernández y Melero, pp. 35-98.
- Mendel, G. y Ch. Vogt (1978), *El manifiesto de la educación*, 5ª ed., México, Siglo XXI (*Le manifeste éducatif*, Payot, París, 1973).
- Onrubia, J. (1998), "Enseñar, crear zonas de desarrollo próximo e intervenir en ellas", en Coll et al., *El constructivismo en el aula*, 8ª ed., Barcelona, Graó, pp. 101-124.
- Poddiákov, N. (1987), "Sobre el problema del desarrollo del pensamiento en los preescolares", en vv.AA., *La psicología evolutiva y pedagógica en la URSS. Antología*, Moscú, Progreso, pp. 168-172 (original publicado en lengua rusa como *El pensamiento del preescolar*, Editorial Pedagógica, Moscú, 1977).
- Tonucci, F. (1990), *¿Enseñar o aprender?*, Barcelona. Graó (Biblioteca del maestro. Serie Alternativas).
- (1992), "Enseñar o aprender". en *Serie de conferencias organizadas por CEPAP, Universidad Experimental "Simón Rodríguez"*, Caracas, Venezuela.

Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿por qué?, ¿cómo?*

Philippe Perrenoud

Resumen

1. Lograr la movilización de saberes y de procedimientos, construir competencias.
 2. Dejar ver prácticas sociales que incrementan el sentido de los saberes y de los aprendizajes escolares.
 3. Descubrir nuevos saberes, nuevos mundos, en una perspectiva de sensibilización o de "motivación".
 4. Plantear obstáculos que no pueden ser salvados sino con nuevos aprendizajes, que deben lograrse fuera del proyecto.
 5. Provocar nuevos aprendizajes en el marco mismo del proyecto.
 6. Permitir identificar adquisiciones y carencias en una perspectiva de autoevaluación y de evaluación final.
 7. Desarrollar la cooperación y la inteligencia colectiva.
 8. Ayudar a cada alumno a tomar confianza en sí, a reforzar la identidad personal y colectiva a través de una forma de *empowerment*, de la toma de poder de actor.
 9. Desarrollar la autonomía y la capacidad de hacer elecciones y negociarlas.
 10. Formar para la concesión y la conducción de proyectos.
- Beneficios secundarios.
 - Conclusión.
 - Referencias.

La metodología de proyecto ha sido primero asunto de algunas corrientes de pedagogía activa. El proyecto, como la "escuela del trabajo", el "texto libre", la "correspondencia" o la "clase

cooperativa", se inscribían en una *oposición* a una escuela pública autoritaria, centrada en el aprendizaje memorístico y en el ejercicio.

Hoy en día, la escuela pública es un *melting pot* de todo tipo de ideas cada vez menos nuevas, las que en su origen se han desarrollado de manera marginal. En las prácticas, la unión entre pedagogías tradicionales y pedagogías alternativas sigue siendo globalmente una mezcla de aceite y vinagre, un poco menos desequilibrada en la escuela primaria que en el segundo grado. A nivel de las intenciones y de los discursos, por el contrario, es difícil decir hoy día a quién pertenece la "metodología de proyecto". Ciertamente, éste sigue siendo uno de los temas fuertes de ciertos movimientos pedagógicos, como el Grupo francés de educación nueva, pero cualquiera se siente autorizado a reclamar para sí la metodología de proyecto, sin necesidad de estar afiliado a un movimiento específico.

La amplitud variable de las fases de la metodología de proyecto y el conjunto de las prácticas de enseñanza-aprendizaje en las que ellas se insertan no hace sino aumentar la confusión. En su visión más ambiciosa, la metodología de proyecto es la espina dorsal de una pedagogía del proyecto como *manera común de construcción de los saberes en la clase*. En el otro extremo, es una actividad entre muchas otras, que yuxtapone la resolución de enigmas, las palabras cruzadas o el concurso de cálculo mental en la vasta gama de estrategias que apuntan a hacer menos áridos los aprendizajes y a implicar a los alumnos, ya que el "saber puro" es poco movilizador.

Es entonces difícil ponerse de acuerdo sobre aquello de que se habla. Cada profesor tiene, probablemente, una relación personal con los proyectos, en la vida y en la sala de clases. Algunos, cortados de toda cultura en pedagogía activa, son reducidos al sentido común y al

* En *Revista de Tecnología Educativa*, María Eugenia Nordenflycht (trad.), xiv, núm. 3, Santiago de Chile,

espíritu del tiempo y juegan para sí mismos una visión artesanal del proyecto. Otros, se sienten miembros de un movimiento pedagógico y/o de un equipo en los que la pedagogía y la metodología de proyectos tienen una historia y una significación identificables.

Hablar de *pedagogía del proyecto* como principio general de organización del trabajo corre el peligro de hacer huir de manera bastante rápida a todos aquellos que no se adhieren a una pedagogía definida, pero hacen lo propio en el abanico de las estrategias propuestas por la tradición, los formadores, los investigadores en didáctica, los movimientos pedagógicos u otras corrientes, como la gestión mental.

Hablar de *estrategias del proyecto* presenta la ventaja de no apartar de golpe a todos aquellos para quienes trabajar por proyectos no constituye una orientación global, sino una manera *entre otras* para poner a trabajar a los alumnos. Comencemos el análisis en este nivel, sin duda menos exigente y menos coherente, pero que puede comprometer el debate en el círculo que se va agrandando, de aquellos que ya no ven el oficio de alumno como una sucesión de clases magistrales que deben escuchar religiosamente y de ejercicios que deben hacer escrupulosamente.

¿Cuáles son entonces, las razones para elegir una metodología de proyecto? Si las lógicas que presiden la elección de un tipo de actividad o de otra fueran claras y compartidas, dispondríamos de una trama conceptual en la cual podríamos situar la estrategia de proyecto. Desgraciadamente, no disponemos de tal referente como algo adquirido. Procedamos entonces a la inversa y partiendo de una definición provisoria de la metodología de proyecto, tratemos de ver para qué sirve y lo que se puede esperar de ella. Una vez establecido este inventario, será el momento de preguntarse si otras actividades cumplen las mismas funciones o dicho de otro modo, con qué entran en competencia directa las estrategias de proyecto y en qué áreas constituyen el único recurso.

La definición provisoria es tomada de la unidad de integración "*Complejidad y gestión de proyecto*" de la Licenciatura *Enseñanza* y en particular, del marco propuesto a los estudiantes

cuando son invitados, en colaboración con un formador de terreno, a conducir una metodología de proyecto durante dos semanas y por aproximadamente la mitad del tiempo de clases.

Una estrategia de proyecto:

- Es una empresa colectiva dirigida por el grupo curso (el profesor o profesora anima, pero no decide).
- Se orienta a una producción concreta (en el sentido amplio: texto, periódico, espectáculo, exposición, maqueta, mapa, experiencia científica, baile, canción, producción manual, creación artística o artesanal, fiesta, encuesta, salida, manifestación deportiva, *rally*, concurso, juego, etcétera).
- Induce un conjunto de tareas en las que todos los alumnos pueden implicarse y jugar un rol activo, que puede variar en función de sus medios o intereses.
- Suscita el aprendizaje de saberes y de procedimientos de gestión de proyecto (decidir, planificar, coordinar, etcétera).
- Favorece, al mismo tiempo, aprendizajes identificables (al menos inmediatamente después) que figuran en el programa de una o más disciplinas (francés, música, educación física, geografía, etcétera).

La estrategia es voluntariamente definida por sus modalidades antes que por su filosofía, puesto que en formación inicial una parte del trabajo de análisis *ex post* consiste justamente en identificar las razones para comprometerse de manera más o menos regular en tales procedimientos, en la escuela primaria y sobre la base de una experiencia.

Los formadores responsables de esta unidad se han dado cuenta, con el correr de los años, que era probablemente necesario decir algo más para que el análisis no se pierda en una diversidad excesiva de estrategias.

Es por esta razón que ha parecido útil delimitar mejor *lo que puede esperarse de la metodología de proyecto* para incitar a los estudiantes y a sus formadores de terreno a situarse más claramente en este nivel, antes de sumirse en los contenidos y en los aspectos prácticos.

¿Qué se puede esperar de tal metodología?

Se ve claramente que ella no está conectada a ninguna disciplina en particular. Una metodología de proyecto en ciencias, para iniciar, por ejemplo, en la metodología experimental, presenta especificidades. En francés, si se pretende desarrollar la postura de un autor o una actitud metalingüística, es esto lo que impregnará la metodología.

No obstante, no entraremos aquí en lo que particulariza la metodología de proyecto según las áreas de las disciplinas. Limitémonos a bosquejar respuestas *comunes*, sabiendo que su validez no es igual, según se trate de geografía o de educación física. Del mismo modo, admitamos que una metodología de proyecto puede seguir siendo esencialmente interna a una disciplina, que puede concernir a varias o aún más, apuntar a aprendizajes “no disciplinares”, del orden de la socialización o de las “competencias transversales”.

Sostendremos aquí que una metodología de proyecto, en el marco escolar, puede apuntar a uno o a varios de los siguientes objetivos:

1. Lograr la movilización de saberes o procedimientos, construir competencias.
2. Dejar ver prácticas sociales que incrementan el sentido de los saberes y de los aprendizajes escolares.
3. Descubrir nuevos saberes, nuevos mundos, en una perspectiva de sensibilización o de “motivación”.
4. Plantear obstáculos que no pueden ser salvados sino a partir de nuevos aprendizajes, que deben alcanzarse fuera del proyecto.
5. Provocar nuevos aprendizajes en el marco mismo del proyecto.
6. Permitir identificar logros y carencias en una perspectiva de autoevaluación y de evaluación final.
7. Desarrollar la cooperación y la inteligencia colectiva.
8. Ayudar a cada alumno a tomar confianza en sí mismo, a reforzar la identidad personal y colectiva a través de una forma de *empowerment*, de toma de un poder de actor.

9. Desarrollar la autonomía y la capacidad de hacer elecciones y negociarlas.
10. Formar para la concepción y la conducción de proyectos.

A estos objetivos, se agregan beneficios secundarios:

- Implicar a un grupo en una experiencia “auténtica”, fuerte y común, para volver a ella de una manera reflexiva y analítica y fijar nuevos saberes.
- Estimular la práctica reflexiva y las interrogantes sobre los saberes y los aprendizajes.

Retomemos estas 10 “funciones” explicitando los títulos y dando algunos ejemplos.

1. Lograr la movilización de saberes y de procedimientos, construir competencias

Un proyecto enfrenta “verdaderos” problemas que no son ejercicios escolares, sino problemas por resolver y obstáculos que el grupo debe salvar para llegar a su fin. Una metodología de proyecto coloca entonces al albañil al pie del muro y lo obliga a medirse ante desafíos que no están organizados para estar exactamente a su medida y no se presentan en las formas del trabajo escolar ordinario.

En un primer momento, es posible ejercer la *transferencia* o la *movilización* de recursos cognitivos trabajados y evaluados hasta entonces de manera separada. El alumno-actor tiene así la ocasión, no sólo de tomar conciencia de lo que sabe y de su capacidad de utilizarlo en situación, sino también de desarrollar esta capacidad.

Nos encontramos aquí, de manera privilegiada, en un contexto de acción necesario para el desarrollo de competencias (Le Boterf, 1994; Perrenoud, 1998), aun cuando la metodología de proyecto no es la única forma de contribuir a ello.

2. Dejar ver prácticas sociales que incrementan el sentido de los saberes y de los aprendizajes escolares

El proyecto es movilizador para los alumnos porque los desafíos les importan. Ahora bien, estos desafíos no son en primer lugar aprender o comprender, sino *tener éxito*, alcanzar una meta, recibir una retroalimentación positiva de un destinatario o tener la satisfacción del trabajo cumplido y del desafío logrado.

La existencia de un verdadero desafío acerca el trabajo escolar a situaciones que se podrían encontrar en la vida: hacer una encuesta, organizar un concurso, una fiesta o una jornada deportiva, montar un espectáculo, escribir una novela, editar un periódico, hacer una experiencia científica, filmar una película, mantener correspondencia con compañeros lejanos, crear un centro de recursos o proponer el arreglo o el equipamiento de un lugar, no son prácticas puramente escolares. Existen en la sociedad y la metodología de proyecto se inspira en ellas.

Aunque nadie se engaña y sabe que va a la escuela para aprender, los alumnos que “se prestan al juego” se comportan como actores sociales comprometidos en prácticas sociales bastantes próximas a la vida.

De esta experiencia se puede esperar una toma de conciencia de la existencia misma de ciertas prácticas sociales y de su condición, comprender por ejemplo que publicar un diario no es mágico, que esto demanda trabajo, cooperación, perseverancia, método y, sobre todo, competencias y saberes. Esto permite dar más sentido a las nociones, métodos y conocimientos de los que se aprenden en clase. Su apropiación se ve facilitada porque de objetos escolares ellos se transforman en *herramientas* al servicio de una práctica social identificable.

3. Descubrir nuevos saberes, nuevos mundos, en una perspectiva de sensibilización o de “motivación”

Un proyecto, incluso canónico, lleva a tropezar con obstáculos inesperados y a descubrir nuevas facetas de la cultura. Un grupo que quiere editar la novela que ha escrito va donde un impresor y descubre mundos insospechados: el mundo

de las materias (diversos papeles y formatos, cubiertas, empastes), el mundo de las máquinas y de las técnicas (fotocomposición, *offset*), el mundo de las competencias profesionales, el mundo de las transacciones (presupuesto, costo unitario, precio de venta), el mundo de las reglas jurídicas (responsabilidades de los autores y del impresor, *copyright*) e, indirectamente, el mundo de la edición, de las artes gráficas, de la publicidad, de la prensa, de las librerías.

Estas incursiones en mundos sociales, ya sean directas o indirectas porque son evocadas al filo de las operaciones, forman parte de la construcción de una cultura general y de una educación para la ciudadanía, pues comprender la sociedad es entrar en contacto con sus múltiples rodamientos, ¡al menos, tantos como conocer su Constitución!

Todos estos mundos ofrecen entradas a los saberes. Dejan ver prácticas y competencias que movilizan saberes. Ahí tienen curso las palabras, las nociones, los problemas, las reglas que justifican una parte de los aprendizajes escolares, incrementando entonces su sentido.

4. Plantear obstáculos que no pueden ser salvados sino con nuevos aprendizajes, que deben lograrse fuera del proyecto

Un proyecto enfrenta obstáculos que no pueden ser superados de manera individual. Se superan porque uno o dos alumnos saben más que los otros o porque el profesor u otros adultos entregan su ayuda. Esta ayuda forma parte del apoyo de la metodología y no es problemática a menos que se convierta en regla. A veces se renuncia por no poseer saberes y procedimientos, y por no saber cómo adquirirlos en el acto y a tiempo.

Cuando no se sabe hacer, se aprende al menos que existen tareas útiles, pertinentes, frente a las cuales se carece de conocimientos o de procedimientos operativos. No siempre es posible (cf. 5, más abajo) remediar esta falta en el marco del proyecto, pero al menos se pueden identificar y transformarlos en una necesidad de formación o, por lo menos, en una cierta disponibilidad para aprender aquello que no se posee.

Evidentemente, es importante que estas constataciones no sean vividas como fracasos o marcas de incompetencia, sino como experiencias normales de un sujeto en desarrollo que tropieza con límites, pero que puede desplazarlos.

5. Provocar nuevos aprendizajes en el marco mismo del proyecto

Puede suceder que el aprendizaje requerido para salvar el obstáculo sea posible en el marco mismo del proyecto. A veces se aprende de manera espontánea, por ensayo y error, quebrándose la cabeza, observando, discutiendo. También se puede suspender la acción e ir a pedir un complemento de información.

En el contexto escolar es posible, e incluso es tentador, tomar como pretexto cada dificultad para improvisar una “pequeña lección”. *Dominio del Francés* (Besson y otros, 1979) proponía construir una estrategia didáctica sobre la articulación de actividades-marco muy próximas a los proyectos y talleres de estructuración que trabajan nociones específicas. Por ejemplo, en la escritura de un relato se puede tropezar con el problema del pretérito indefinido o del diálogo y operar de cierto modo un despegue para volver a la tarea mejor premunida.

Simplemente importa medir que el abuso de tales despegues hace perder todo su encanto, hasta inclusive todo el sentido del proyecto porque rompe su dinámica y en consecuencia, la implicación de sus actores. Entonces, es preferible aceptar que todas las carencias no sean satisfechas en lo inmediato.

6. Permitir identificar adquisiciones y carencias en una perspectiva de autoevaluación y de evaluación final

El funcionamiento de los alumnos en un proyecto ofrece una magnífica ocasión para la autoevaluación espontánea o solicitada. Es legítima, a condición de que esto no se haga pesado o paralizante y que se dé un tiempo para el análisis de las tareas cumplidas, de los éxitos y fracasos en cada una de ellas y de lo que ellas declaran como adquisiciones. Esta autoevaluación puede, pero no debe desembocar sistemáticamente en ofertas de formación y todavía menos, en acciones

remediales o de apoyo pedagógico. En efecto, una metodología de proyecto puede poner en evidencia lagunas totalmente legítimas, que no apelan a ninguna intervención urgente por parte del profesor. La autoevaluación alimenta una forma de lucidez que puede guiar nuevos aprendizajes, pero también y muy simplemente, permitir que cada uno identifique sus puntos fuertes y sus puntos débiles y elegir sus inversiones y su rol en consecuencia con ello.

El profesor puede también utilizar los proyectos para conocer y para comprender mejor a sus alumnos y también para identificar mejor sus logros y sus dificultades, puesto que él los ve en la práctica, en sus múltiples y complejas tareas. Es una herramienta mayor de observación formativa.

7. Desarrollar la cooperación y la inteligencia colectiva

Un proyecto obliga a cooperar y en consecuencia, a desarrollar las correspondientes competencias: saber escuchar, formular propuestas, negociar compromisos, tomar decisiones y cumplirlas. También obliga a ofrecer o pedir ayuda, a compartir sus preocupaciones o sus saberes; a saber distribuir las tareas y a coordinarlas; a saber evaluar en común la organización y el avance del trabajo; manejar en conjunto tensiones, problemas de equidad o de reconocimiento, fracasos. A esto se agrega un trabajo sobre las competencias de comunicación escrita (planes, memos, correspondencia, pasos a seguir) y oral (argumentación, animación, compartir saberes, etcétera), como herramientas funcionales de la cooperación.

Más allá de las competencias, los alumnos toman conciencia de la importancia de una inteligencia colectiva o distribuida, de la capacidad de un grupo; si funciona bien, les permite además fijarse metas que ningún individuo puede esperar alcanzar por sí solo.

En una sociedad donde la cooperación y el trabajo en red se convierten en regla al interior de las organizaciones, en particular en torno de los proyectos, este solo objetivo podría justificar un entrenamiento intensivo en el marco escolar.

8. Ayudar a cada alumno a tomar confianza en sí, a reforzar la identidad personal y colectiva a través de una forma de *empowerment*, de la toma de poder de actor

En un proyecto, a título individual o como miembro de un grupo, cada uno es actor y medida, la que ha tomado en el mundo y en el de los demás, tiene un cierto poder y este poder es función de su trabajo, de su determinación, de su convicción, de su competencia.

Es una fuente mayor de confianza en sí y de identidad, que son a su vez ingredientes preciosos en relación con el saber, el deseo de aprender y el sentimiento de ser capaz.

Se dice con fuerza que la escuela debe desarrollar la ciudadanía, la identidad, la solidaridad, la autoestima, el espíritu crítico. Menos a menudo nos preguntamos en qué marco deben situarse estos aprendizajes. Las metodologías de proyectos crean dinámicas de cooperación, exigen una fuerte implicación y chocan con verdaderos obstáculos. Es por ello que se enfrentan con los demás y con lo real “en gran magnitud”, lo que ayuda a cada cual a construirse como persona, a unirse a los otros y también, a diferenciarse de ellos.

Los trabajos sobre el *empowerment* (Hargreaves y Hopkins, 1991) muestran hasta qué punto los individuos, en las organizaciones, tienen dificultad para considerarse actores mientras se les trata como agentes. Esta identidad de actor viene de lejos y si la escuela no la construye, continúa siendo totalmente dependiente de la educación familiar y en consecuencia, muy desigual. Los que no tienen la suerte de construir en este marco una fuerte identidad personal abordan el mundo del trabajo de manera muy carente.

9. Desarrollar la autonomía y la capacidad de hacer elecciones y negociarlas

En un proyecto, cada uno corre el peligro de ser arrastrado por opciones colectivas que no comprende o no comparte, por no haber sabido defenderse y no hacer prevalecer al menos algunas de sus ideas. Una metodología de proyecto favorece entonces un doble aprendizaje:

- Por una parte, el aprendizaje de la autonomía respecto al grupo que permite al individuo manejarse con prudencia en zonas en las cuales sigue siendo amo de su acción o por lo menos de una parte de las modalidades e inclusive de las finalidades; para esto, es preciso saber reconocer su competencia y hacerse delegar tareas sin que éstas sean prescritas en detalle.
- Por otra parte, el aprendizaje de los modos concretos de hacerse oír en un grupo y de influir en las decisiones colectivas para poder reconocerse en ellas.

Estas dos competencias son estrechamente complementarias. El individuo salvaguarda su autonomía, protegiendo una esfera de actividad en la que él es “dueño de sí”, como asimismo, inclinando las orientaciones del grupo y las reglas del juego en el sentido de sus propias preferencias (Vassilef, 1997; Perrenoud, 1999).

10. Formar para la concepción y la conducción de proyectos

En una “sociedad de proyecto” (Boutinet, 1993, 1995; Courtois y Josso, 1997), una buena parte de los profesionales se encuentran, de manera más o menos frecuente, comprometidos en proyectos de desarrollo, de reestructuración, de innovación. En la vida fuera del trabajo, sucede lo mismo en el campo asociativo, político, sindical, deportivo, cultural.

Aprender a manejar proyectos o a colaborar en ellos, de manera a la vez crítica y constructiva, es entonces en sí un aprendizaje importante cuando esta forma de acción colectiva se hace común. Ahora bien, si no es inútil disponer de algunos consejos metodológicos, lo esencial de este aprendizaje sigue siendo experiencial. Se aprende haciendo. Los proyectos que funcionan cuentan en general con el recurso de algunas personas que han desarrollado prácticas de animación y de mediación sin las cuales las divergencias corren el peligro de hacer estallar a cualquier grupo enfrentado a desafíos. En la clase, es el profesor quien juega este rol, pero puede dar a algunos alumnos la posibilidad de asumir ciertos aspectos y dar a otros, al me-

nos, la oportunidad de ver funcionar prácticas de facilitación. El consejo de curso, instancia de regulación más permanente, crea los mismos efectos de formación.

Tales aprendizajes no están desvinculados de las disciplinas y en particular de la historia y de los idiomas, puesto que una parte importante de las transformaciones políticas y sociales pasan por movimientos sociales orientados por proyectos. En cuanto a las estrategias de argumentación, a las capacidades de reformulación y de ajuste de divergencias, a los puntos de acuerdo y al trabajo por hacer, podemos decir que ellas constituyen lo central del manejo de proyectos. No se trata sólo de habilidades, sino de saberes sobre las instituciones, el poder, la decisión, los dispositivos de trabajo eficaz.

Beneficios secundarios

En un curso, una metodología de proyecto no es nunca una metodología anodina si el profesor acepta y favorece la entrega del proyecto, dicho de otro modo, si limita su propio poder y se lo deja a sus alumnos.

Algunos profesores comienzan el año escolar con un proyecto: ellos han comprendido que es la mejor forma de crear un vínculo social, de afianzar a un grupo y también de dar a los alumnos menos favorecidos la posibilidad de presentarse como actores, a veces divertidos, eficaces, conciliadores antes que aparezcan, de buenas a primeras, como poco escolares o portadores de carencias.

Esta experiencia no sólo es favorable para una dinámica del curso, crea una cultura compartida de la acción, a la cual pueden referirse durante todo el año escolar para dar sentido a ciertos saberes. En efecto, en el trabajo escolar importa no sólo responder de manera convincente a la pregunta *¿para qué sirve esto?*, sino suscitarla y conectar la respuesta a problemas concretos. Las metodologías de proyecto no giran en torno de prácticas sociales, pero permiten acceder a algunas de ellas de manera más concluyente que por medio de una evocación abstracta.

Por ejemplo, una experiencia de proyecto

permite tomar conciencia del hecho que toda decisión se funda en saberes tanto teóricos como procedimentales y que los que ejercen una cierta influencia no son quienes gritan más fuerte, sino los que analizan las posibilidades, los medios y contribuyen a concebir estrategias realistas.

Conclusión

Evidentemente, no es necesario que cada metodología de proyecto contribuya a aprendizajes decisivos en cada uno de estos 10 registros. Sería preferible apuntar específicamente a uno o dos de ellos y tomar los otros, si se producen, como acertados beneficios secundarios.

Este referente no tiene entonces ninguna intención de normalizar los proyectos, mucho menos agobiarlos con tareas de formación de una ambición desmesurada. Simplemente, propone puntos de referencia para responder a dos preguntas complementarias.

- ¿En el momento en que el proyecto se esboza: qué competencias y conocimientos se supone que desarrolla prioritariamente? Una cierta claridad respecto a esto puede prevenir desvíos o una dispersión demasiado grande.
- ¿En el transcurso del proyecto mismo, como herramienta de regulación, y eventualmente de una gran reorientación, si los objetivos que se pretenden alcanzar entran en una fuerte contradicción con la dinámica, en el momento en que el proyecto se acaba: qué competencias y conocimientos ha contribuido a desarrollar en todos o parte de los alumnos?

Debemos notar que las adquisiciones evocadas no se encuentran en ninguna disciplina. Algunas son claramente competencias transversales, otras aparecen como más próximas a un área disciplinar.

Tampoco hay nada exclusivo en cuanto al tipo de adquisiciones: conocimientos, competencias, pero también actitudes, valores, posturas, relaciones con el saber o con la acción, necesidades, nuevos proyectos, imagen de sí mismo, representación del mundo y de la acción individual y colectiva.

En síntesis, la metodología de proyecto puede perseguir objetivos muy diversos y no es cuestión de jerarquizarlos. Por el contrario, lo que importa es aclararlos para no sucumbir ante una forma de “romanticismo del proyecto” que le prestaría virtudes sin someterlas al análisis.

Referencias

- Besson, M. J. et al. (1979), *Maîtrise du français*, Vevey, Delta.
- Boutinet, J. P. (1993), *Anthropologie du projet*, 2ª ed., París, puf.
- (1993), *Psychologie des conduites à projet*, París, puf/qsj.
- (1995), *Le projet, mode ou nécessité?*, París, L'Harmattan.
- Courtois, B. y Ch. Josso (dirs.) (1997), *Le projet: nébuleuse ou galaxie?*, Neuchâtel et París, Delachaux et Niestlé.
- Hargreaves, D. H. y D. Hopkins (1991), *The Empowered School: The Management and Practice of School Development*, London, Cassell.
- Le Boterf, G. (1994), *De la compétence. Essai sur un attracteur étrange*, París, Les Editions d'organisation.
- Perrenoud, Ph. (1997), *Construire des compétences dès l'école*, 2ª ed., París, esf.
- (1998), *Réussir ou comprendre? Les dilemmes classiques d'une démarche de projet*, Ginebra, Faculté de Psychologie et des Sciences de L'éducation.
- (1999), *La clé des champs: essai sur les compétences d'un acteur autonome. Ou comment ne pas être abusé, aliéné, dominé ou exploité lorsqu'on n'est ni riche, ni puissant*, Université de Genève, Faculté de Psychologie et des Sciences de L'éducation.
- Rey, B. (1996), *Les compétences transversales en question*, París, esf.

La contribución de la educación básica a una cultura de la no violencia*

María Eugenia Luna Elizarrarás y Armando Sánchez Martínez
[...]

Una cultura de la prevención basada en la autoestima

Una de las principales metas en la enseñanza de las Ciencias Naturales se orienta a que las y los estudiantes reconozcan su propio cuerpo, lo que sucede en él y cómo cambia, a fin de que incrementen su autoestima y aprovechen su propio potencial. También se considera importante que valoren su organismo como algo único e insustituible, que identifiquen la salud como un aspecto de la calidad de vida y aprendan a cuidarse a sí mismos. Por ello se hace énfasis en que la salud, además de ser un derecho elemental de todo ser humano, es también una condición indispensable para el desarrollo individual y social.

Los temas relacionados con la salud se encuentran en el programa de esta signatura dentro del eje “El cuerpo humano y la salud”, su desarrollo en los libros de texto se relaciona con otros ejes, principalmente con el de “El ambiente y su protección”. Con esta vinculación se busca construir un concepto más amplio, el de salud ambiental.

La información que se trabaja en clase acerca de la estructura y del funcionamiento de los diferentes órganos y sistemas del cuerpo humano, por sí sola sería insuficiente para producir cambios de hábitos en los alumnos e incrementar la percepción de los riesgos para la salud. Por este motivo se plantea como un reto la necesidad

de promover actitudes que permitan evitar el deterioro de la salud física, así como sus consecuencias en las relaciones familiares y sociales. Esto implica fortalecer la autoestima con base en la responsabilidad que cada quien tiene, tanto para prevenir accidentes y enfermedades como para asistir a las personas con quienes se convive. Particularmente se destaca la importancia de los hábitos adecuados de alimentación e higiene, así como las actitudes y conductas preventivas en la preservación de la salud. En este sentido, los libros de texto apoyan a los docentes en el reto que representa educar para prevenir.

La enseñanza basada en preceptos y consignas ha demostrado su ineficacia, por lo que en los materiales elaborados para apoyar la educación básica se han incorporado otras opciones. En este sentido, se piensa que la información oportuna y veraz, combinada con una formación respaldada en valores, así como en explicaciones pertinentes, adecuadas al nivel de comprensión de los alumnos, son indispensables para promover la autonomía en el cuidado de la salud. Asimismo, es indispensable tomar en cuenta el contexto familiar y social del estudiante, de tal modo que pueda aprovechar óptimamente sus propios recursos y medios en el mantenimiento de su salud.

Un aspecto que se destaca dentro de la educación para la salud es la prevención, como una forma de evitar que algo indeseable suceda, o de estar preparado para que en caso de que ocurra poder minimizar sus consecuencias. La orientación docente para que los alumnos identifiquen anticipadamente las zonas y conductas de riesgo, así como las sustancias u objetos cuyo

* En *Niñez, adolescencia y género. Una propuesta desde la educación y la salud por la no violencia. Memorias*, México, Fundación Mexicana para la Salud, 2000,

uso puede ser peligroso, son actividades en las que se concreta la previsión para la prevención. Esto se refuerza con sugerencias didácticas en los libros para el maestro.

Se debe tener presente que la puesta en práctica de estas conductas preventivas por parte de los niños, es una meta a largo plazo. Los altos índices de accidentes y enfermedades que se presentan en la niñez y la adolescencia, debidos al descuido y la falta de previsión, exigen consolidar la cultura para la prevención desde la escuela.

La importancia de hábitos y actitudes saludables en el mantenimiento de la salud es indiscutible y en esta línea ha cobrado relevancia la prevención. Una tarea docente impostergable es el fomento en los alumnos de una cultura para la prevención, que trascienda las clases de ciencias naturales y logre abatir los altos índices de accidentes (como las quemaduras) y las enfermedades (como el cólera) que se deben a la falta de información o previsión, a la inconsciencia sobre el riesgo, o al descuido.

Para fomentar una cultura de la prevención, resultan efectivas estrategias como la detección de riesgos que se pueden presentar en el hogar, la escuela y la comunidad; imaginar el posible desenlace en escenarios de riesgo, para pasar después a proponer medidas elementales para evitar accidentes que causen estragos al bienestar físico. En los libros de texto se incluyen actividades e imágenes sensibilizadoras orientadas hacia dicho fin.

También es importante analizar escenas de riesgo en ámbitos similares a aquellos en que las niñas y los niños se desenvuelven y orientarlos para que detecten los peligros donde aparentemente no los hay; con ello se facilita la sensibilización y la toma de conciencia.

[...]

Contra la violencia

En los libros de Ciencias Naturales, al igual que en los contenidos de la asignatura de Formación Cívica y Ética, se incluyen actividades orientadas a fomentar una cultura de la no violencia, cuyos propósitos son:

- Valorar el conflicto como oportunidad para promover cambios y mejoras en las rela-

ciones interpersonales, así como el establecimiento de acuerdos con los demás. La contribución de la escuela para analizar y reflexionar conflictos de diverso orden puede resultar muy provechosa, toda vez que los alumnos experimentan nuevas formas de relación, en donde pueden valorar la importancia de reflexionar y negociar para evitar situaciones de violencia.

- Aprender a resolver situaciones que exijan poner en práctica habilidades sociales propicias para una comunicación fluida y asertiva. Como parte de las competencias que los alumnos pueden adquirir en la escuela, se encuentran aquéllas que les permiten comunicar con claridad sus intereses y gestionar recursos a instancias de diversos tipos. Lo anterior resulta fundamental para identificar los problemas y riesgos de sentirse vulnerables ante personas e instituciones y así prevenir situaciones que los coloquen en el lugar de víctimas de actos de presión o de violencia procedentes de adultos o de pares.
- Aprender a tomar decisiones individuales y colectivas. La capacidad para reconocer el punto de vista personal y los aspectos en que éste converge o diverge con las perspectivas de otros es fundamental para adquirir seguridad en las decisiones que se tomen, tanto en situaciones que afectan a la propia persona, como en aquéllas donde se requiere la colaboración de las demás. Tomar una decisión individual o colectiva entraña un análisis previo de la situación, discernir y brindar razones para adoptarla y compromiso para asumirla.
- Aprender a vivir con un conjunto de condiciones básicas de bienestar y con dignidad debe formar parte del proyecto de vida sobre el cual las y los estudiantes comienzan a reflexionar. Visualizar opciones y alternativas para su desarrollo como personas, estudiantes o profesionistas requiere de un claro reconocimiento de situaciones de riesgo que pueden estar presentes y las vías institucionales a las que pueden acudir para realizar este proyecto.

Protección civil

En los materiales educativos se propone la organización de comités o brigadas de seguridad y la práctica de simulacros. Otra estrategia para desarrollar actitudes preventivas es la representación, por parte de los alumnos, de situaciones de riesgo o de escenas en las que ya ocurrió un accidente. Este recurso brinda la oportunidad de vivenciar, comprender e interiorizar las técnicas adecuadas para prevenir y actuar en situaciones de emergencia.

Un ejemplo de las actividades que se proponen en los libros de texto gratuitos, es que las alumnas y los alumnos difundan oportunamente entre los miembros de la comunidad, los conocimientos, medidas preventivas y recomendaciones en caso de desastres naturales, que contiene el libro de texto de sexto grado. Dichas experiencias formativas les permitirán promover, desde la escuela, una cultura para la prevención en su comunidad.

El tema de la protección civil se desarrolla en la educación primaria a partir de los derechos de las y los niños, así como del reconocimiento de situaciones de riesgo, ya sea en el hogar o en la comunidad. Su tratamiento es gradual, parte de lo cercano a lo lejano y se relaciona con los contenidos de diferentes asignaturas.

Este tratamiento se encuentra en los siguientes pasajes de los libros de primero a sexto grados:

En la página 19 del *Libro integrado. Primer grado*, donde se menciona “Tienes derecho a la protección. Para que no tengas accidentes. Para que no te enfermes. Debes aprender a cuidarte”. Posteriormente, en la página 36, se refuerza el “...derecho a vivir en una casa, con familia, comida y seguridad”.

Libro integrado. Segundo grado, en el bloque “De regreso a la escuela”, se revisan los siguientes temas: Seguridad en la escuela, Comité de seguridad, Los simulacros, Reglamento de seguridad (pp. 18-21). En el bloque “La familia”: Seguridad en la casa (pp. 42-43). En el bloque “La localidad”: La prevención de accidentes (pp. 86-87). Al final del libro, al revisarse los derechos de los niños en el bloque “México, nuestro país”, se vuelve a hacer mención a la

seguridad (p. 167). En el libro de actividades de Español, la lección 35 plantea el uso de señales para identificar situaciones de riesgo (p. 172).

Ciencias Naturales. Tercer grado, en este libro se trabajan los siguientes temas: riesgos en la cocina (p. 97), técnicas para atender lesiones y golpes leves (pp. 128-131), primeros auxilios en lesiones leves (pp. 132, 133 y 155). En particular, el libro de *Historia y Geografía. Tercer grado*, para el D. F., contiene recomendaciones para actuar en caso de sismo (lección 27).

En el libro de *Ciencias Naturales. Cuarto grado* se revisan medidas de prevención relacionadas con: los órganos de los sentidos (pp. 8 y 14), el sistema locomotor (p. 31), los materiales conductores y aislantes (p. 87), objetos calientes (pp. 93 y 118) y punzocortantes (p. 112). Asimismo, la lección 20 del libro de Geografía presenta recomendaciones para actuar en caso de emergencia ante fenómenos naturales (pp. 85-87).

En quinto grado se hace referencia a la cultura de la prevención en cuanto a: el consumo de bebidas alcohólicas (p. 112); qué hacer en caso de sismo (pp. 131-132); cómo evitar quemaduras relacionadas con la electricidad (p. 137) y la reducción del riesgo en caso de accidente automovilístico con el uso del cinturón de seguridad (p. 142). Además, en el libro de *Español* se presentan las lecturas “¿Por qué tiembla?” (pp. 126-127) y “Emergencias” (pp. 178-179), así como en la actividad “Los informes” (pp. 180-181). En el libro de Geografía se incluyen las actividades “Los sistemas montañosos del mundo” y “Los sismos” (p. 70).

Los contenidos del libro de *Ciencias Naturales y desarrollo humano. Sexto grado* cierran la educación primaria con el estudio de los siguientes temas relacionados con la protección civil: desastres naturales (pp. 32-33); adicciones (pp. 78-85); incendios forestales (pp. 88-89); los problemas ambientales (pp. 96-99); accidentes (p. 118); cultura de la prevención (pp. 151-159). El último tema corresponde a la lección 23, en la que se revisan medidas para prevenir adicciones, infecciones de transmisión sexual, accidentes y qué hacer en caso de desastres naturales.

En la educación secundaria se da continuidad al tratamiento de los temas relacionados con pro-

tección civil, principalmente en las asignaturas de Formación Cívica y Ética, Química, Física, Geografía y Biología. Los paquetes didácticos de los cursos de actualización del Pronap de Química, Biología, Geografía y Educación Ambiental, plantean sugerencias a los maestros para trabajar estos temas con sus alumnos.

Salud sexual y reproductiva

El estudio de la sexualidad en la educación básica rebasa el tratamiento meramente biológico y se circunscribe a lo establecido en el artículo tercero de la Constitución mexicana.

La temática de la sexualidad humana está presente en todos los grados de la asignatura de Ciencias Naturales en la escuela primaria y se le da continuidad en las asignaturas de Formación Cívica y Ética, primero, segundo y tercer grados, así como en el segundo curso de Biología. En todos los casos se promueve en su tratamiento un equilibrio en los aspectos informativos y formativos. El tema se plantea a partir de sus aspectos conceptuales y procedimentales básicos, con un énfasis especial en la promoción de actitudes y valores deseables.

Los valores que se promueven en la educación básica y específicamente a través de los libros de texto gratuitos respecto a la vida sexual y reproductiva son: el respeto; el amor y la responsabilidad; la tolerancia y la aceptación; la justicia; la solidaridad y la equidad, ésta última traducida como igualdad de oportunidades entre los hombres y las mujeres. A continuación se incluyen algunas citas textuales de los libros de texto de Ciencias Naturales, quinto grado y Ciencias Naturales y desarrollo humano, sexto grado, en ellas se identifican los aspectos formativos de la asignatura para el tratamiento del tema de la sexualidad humana.

En torno de la responsabilidad se dice:

Las relaciones sexuales en los seres humanos son una manera de manifestar un sentimiento muy importante, el amor a la pareja, e implican una responsabilidad que se alcanza en la etapa adulta, cuando las personas son capaces

de controlar o moderar sus actos y afrontar sus consecuencias (Ciencias Naturales, Quinto grado, p. 97).

Del respeto se expresa:

Es importante que trates a tus compañeros con respeto y comprensión, que evites las burlas y no ofendas sus sentimientos (Ciencias Naturales, Quinto grado, p. 101).

Para favorecer la tolerancia, la aceptación y el valor de la diversidad se dice:

México es un país habitado por personas distintas por su origen racial, su cultura, su lengua, su modo de ser. Esta diversidad es parte de su riqueza. Por eso entre los mexicanos es tan importante combatir los prejuicios y vivir con tolerancia y respeto (Ciencias Naturales y Desarrollo Humano, Sexto grado, p. 124).

Una niña o niño con problemas visuales, auditivos, motores o neurológicos necesitará apoyos adicionales y atención educativa especial. Desde hace algunos años se ha propiciado que estos niños y niñas estudien en las escuelas regulares como la tuya. Si cuentan con los apoyos necesarios, todos los niños y niñas pueden aprender y desarrollarse (Ciencias Naturales y desarrollo humano, Sexto grado, p. 111).

La solidaridad se puede promover en clase a partir del análisis y comentarios de los alumnos y las alumnas de frases como:

...lo fundamental en una familia no es cuántos o cuáles miembros tiene, sino las relaciones de afecto, respeto, comunicación y solidaridad que se establecen entre sus integrantes (Ciencias Naturales y Desarrollo Humano, Sexto grado, p. 132).

Los ejemplos anteriores son sólo algunos de los que se ofrecen en los libros de texto de Ciencias Naturales de la educación primaria para fortalecer valores y actitudes asociados a la promoción de la salud. Sin embargo, es necesario insistir en que el cuidado de la salud debe ir más allá del momento de abordar los contenidos de Ciencias. Es preciso que cada docente aproveche cualquier situación para fomentar medidas concretas.

Ciencias. Antología.
Primer Taller de Actualización sobre los Programas de Estudio 2006.
Reforma de la Educación Secundaria.

Se imprimió por encargo de la
Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos
en los talleres de

con domicilio en

el mes de junio de 2006.
El tiraje fue de 119 000 ejemplares.

