

La main à la pâte es una iniciativa pedagógica orientada a desarrollar las actividades científicas y tecnológicas en la escuela primaria. En relación estrecha con el ministerio de educación francés, se ha elaborado todo un dispositivo dirigido a convencer y ayudar a los enseñantes. Se presentan aquí los diferentes elementos de ese dispositivo, las características de la propuesta pedagógica promovida y un análisis de los "puntos sensibles" de la misma.

PALABRAS CLAVE: *Pedagogía activa; Dispositivo de acompañamiento; Ciencias; Tecnología; Enseñanza primaria; Investigación escolar.*

La main à la pâte y la renovación de la enseñanza científica y tecnológica en la escuela primaria francesa*

pp. 21-35

Claudine Larcher**

Institut National de Recherche Pédagogique

Curriculum prescrito y curriculum real

Es común en la actualidad distinguir, como hace Perrenaud (2002), entre curriculum prescrito (enunciado de los programas y descripción de los dispositivos previstos por la institución) y curriculum real (la práctica real de los enseñantes en su contexto). Este alejamiento entre los enunciados curriculares y las actuaciones de los profesores está relacionado con diferencias en la interpretación de los textos y la puesta en práctica y apropiación de los dispositivos previstos, pero traduce también, sin duda, las reticencias de los enseñantes, debidas particularmente a las presiones sociales (en relación con las misiones que deben asumir), a las demandas no mantenidas a largo plazo (Perrenaud, 1993)

o, también, a una formación docente que se considera inadecuada.

Las ciencias y la tecnología forman parte desde hace mucho tiempo de los programas que deben desarrollar los enseñantes de primaria, con modalidades prescritas que han cambiado con el tiempo (lecciones de cosas, actividades de despertar científico, etc.), pero cuando comenzó la operación *La main à la pâte* no todos los alumnos tenían la oportunidad de practicar con asiduidad actividades científicas en la escuela primaria francesa (de 3 a 11 años).

Georges Charpak, premio Nóbel de Física, tuvo ocasión de realizar observaciones en U.S.A. en clases concretas en las que los alumnos, de orígenes sociales y étnicos diferenciados, experimentaban, debatían sus ideas y resultados con interés y método, y de-

* Versión española: Pedro Cañal, Universidad de Sevilla.

** Profesora del Institut National de Recherche Pédagogique (INRP). Correo electrónico: clarcher@inrp.fr. *La main à la pâte*. 1 rue Maurice Arnoux, 92120 Montrouge, France.

✉ Artículo recibido el 25 de agosto de 2006 y aceptado en noviembre de 2006.

sarrollaban su curiosidad y sus conocimientos sobre el mundo al mismo tiempo que sus competencias lingüísticas. Fue entonces cuando inició la promoción de «*La main à la pâte*» («*Las manos en la masa*»), según el título de una obra que publicó en 1996 (Edit. Flammarion) en la que hacía referencia a los estándares educativos consensuados en Estados Unidos (Worth y Delacôte, 1996).

«*La main à la pâte*» propone todo un dispositivo que se ha desarrollado progresivamente por un equipo en el que han colaborado la Academia de las Ciencias francesa, el Institut National de Recherche Pédagogique (I.N.R.P.) y la Escuela Normal Superior, con numerosas colaboraciones y contribuciones, en estrecha relación con el Ministerio de Educación Nacional. El objetivo es movilizar a los enseñantes, explicitar y argumentar el interés de la enseñanza científica y tecnológica, así como proporcionar ejemplos de los tipos de actividades necesarias y del rol a desempeñar por los maestros, con el fin de ayudar a éstos partiendo de lo que algunos de ellos ya hacen habitualmente.

En efecto, si bien la práctica de estas actividades es poco frecuente, hay manuales y recursos disponibles que se apoyan en el trabajo de enseñantes, en análisis de competencias de formadores y en investigaciones publicadas (Aster 33, 34, 35, 37, por ejemplo), que analizan los procesos de aprendizaje y las interacciones en el curso de estas actividades. Todo ello permite comprender mejor las dificultades de los alumnos y las posibilidades de las actividades propuestas, así como desvelar el papel del lenguaje y la escritura en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología, en relación con teorías ampliamente consensuadas. Y también caracterizar las mediaciones posibles y las modalidades de intervención del maestro. Las colecciones de materiales de Tavernier de Bordas o de Hachette-Educación se centran en todo lo anterior, si bien su uso es aún limitado.

El desafío de esta iniciativa es, pues, el de generalizar unas prácticas que se consideran pertinentes reactivando las orientaciones ministeriales y desarrollando un conjunto de medios, propuestos y no impuestos, de ayuda y

apoyo a los profesores que sean compatibles con las múltiples funciones que éstos han de realizar. Los principios de enseñanza y los medios que hay que poner en juego en la propuesta se esquematizan en diez principios (ver en anexo), que comentaremos más adelante.

Las orientaciones del ministerio se concretan primeramente en el *Plan de renovación de la enseñanza de las ciencias y la tecnología* (PRESTE), puesto en marcha en el 2000, y posteriormente en una actualización de los programas, el año 2002, gracias a la iniciativa de algunos académicos (P. Léna y Y. Quéré en particular) comprometidos junto a Georges Charpak en un trabajo de cooperación con las diferentes instancias implicadas. Estas medidas para la generalización de la propuesta estuvieron precedidas por un proceso de experimentación en algunas clases de cinco departamentos de Francia, que se extendieron posteriormente a otros departamentos territoriales y que se beneficiaron de medios específicos de equipamiento y de apoyo.

La main à la pâte se elaboró progresivamente y con un carácter más bien “horizontal”, de igual a igual, como complemento de las disposiciones del ministerio de educación, de carácter más vertical y jerárquico. Se reconoció al equipo de *La main à la pâte* una misión innovadora en el marco del PRESTE, pero no como algo ya conseguido sino como un marco de renovación (susceptible de aplicarse a otras disciplinas y niveles escolares). Se desarrolló en estrecha cooperación entre las diferentes instituciones de las que dependen las directrices, la formación y la investigación en el campo de la educación científica y tecnológica en la escuela primaria. Presentamos en lo que sigue los aspectos más relevantes de esta iniciativa.

La propuesta de *La Main à la Pâte*

Se fundamenta en los principios de interacción, cooperación, intercambio de competencias y recursos, valoración de los profesores e implicación de científicos, que proporcionan una ayuda activa y no sólo fundamentación.

Se emplea Internet para facilitar el trabajo en red. Se utilizan las técnicas de comunicación con vistas a impulsar una dinámica de incorporación a un movimiento promovido por la prestigiosa Academia de las Ciencias francesa, pero buscando también explicitar y argumentar a la vez los riesgos y expectativas de la metodología preconizada, así como fundamentar las actuaciones emprendidas en un convencimiento productivo del profesorado y valorar los resultados obtenidos. Las iniciativas se regulan mediante un Comité coordinador, y también por medio de correspondencia, coloquios y otros encuentros.

La propuesta se desarrolla en colaboración con diversas instituciones (las diferentes Direcciones del Ministerio de Educación Nacional implicadas, la Inspección General de Educación Nacional y los Institutos Universitarios de Formación de los Maestros) y con el concurso de organismos internacionales (IAP, UNESCO), fundaciones privadas, asociaciones, editores... Y, por otra parte, está concebida (Jacquinot-Delaunay y Monnoyer, 1999) no como un marco predefinido y obligatorio sino como un conjunto de ofertas que cada cual puede o no utilizar.

Recursos, cooperación e interacción vía Internet

El núcleo duro del dispositivo puesto en marcha es sin duda el sitio Internet (www.inrp.fr/lamap), que recibe actualmente unas 250.000 conexiones por mes, y está disponible desde 1998. Ofrece descripciones de secuencias para la clase, documentos didácticos y científicos para proporcionar fundamentos a las prácticas y espacios de intercambio entre maestros y entre éstos y científicos o didactas.

La descripción de secuencias de enseñanza que se encuentra en este sitio web ha tenido, inicialmente, dos orígenes: las propuestas validadas por un comité de lectura, elaboradas por grupos de trabajo constituidos en los departamentos implicados, y la traducción de documentos norteamericanos (documentos *Insights*). Sus formatos son muy diferentes; los

Insights son muy homogéneos en su presentación, muy precisos en las descripciones que cada uno realiza sobre la clase, en el marco de las sucesivas situaciones que proponen, e incluyen un número considerable de sesiones para cada secuencia temática. Las propuestas de los grupos de trabajo implicados en la experimentación, firmadas por sus autores, son más diversas e independientes unas de otras, de acuerdo con la iniciativa de los maestros. Estos recursos representan dos formas muy contrastadas de concebir la formación de los maestros: como enseñantes autónomos, capaces de inventar y comunicar lo que hacen, o como enseñantes lectores y aplicadores de propuestas ajenas.

Posteriormente se han introducido otros recursos, particularmente conclusiones de trabajo de los centros piloto. Hay además un espacio para comentarios y reacciones sobre los documentos propuestos, en una perspectiva de trabajo cooperativo dirigido a mejorar las propuestas realizadas, pero esta posibilidad no ha sido muy utilizada, pudiendo pensarse en diferentes causas. Una de ellas puede ser que el formato de estos documentos no es el de una propuesta de trabajo y la maqueta de los mismos puede llevar a considerarlos como algo demasiado acabado como para aceptar revisiones. Por otra parte, los profesores buscan sobre todo ideas para la clase, así que modifican y adaptan lo que encuentran y no consideran necesario comunicar estos cambios. Y, por último, que la puesta en marcha de un trabajo cooperativo convergente para lograr mejoras que sean reconocidas por todos como tales, no resulta realista si no se pone en juego una organización específicamente dirigida a ese fin.

Por el contrario, la lista de difusión entre profesores (con 1.750 abonados actualmente, de los que el 60% son sólo lectores y el 40% intercambian unos cien mensajes por mes) y las preguntas a los expertos (contestadas por un centenar de voluntarios identificados por su especialidad, sumando unas doscientas por mes) han sido cada vez más utilizadas (Desboux-Salviat, 2003)

Se intercambian direcciones interesantes, ideas, cuestiones prácticas o más teóricas o

puntos de vista, con regulación de las respuestas por el grupo y con el control de los mediadores del sitio web, para asegurar que el contenido es adecuado. Los mediadores dirigen las preguntas a los expertos si la respuesta no está ya archivada o disponible. Se reciben varias respuestas de diferentes expertos y a veces se genera un intercambio para ajustar las preguntas y las respuestas.

Hay que tener en cuenta que estos medios de consulta estaban poco desarrollados en Francia cuando comenzó *La main à la pâte*, por lo que la Dirección de Tecnología del Ministerio de Educación ha financiado este sitio como medio para impulsar su utilización.

Actualmente se está desarrollando un espacio de creación de documentos para la formación, con una gran implicación de una parte del grupo de formadores del IUFM.

Otros espacios de trabajo han permitido impulsar proyectos cooperativos, tales como “*Eratóstenes y la medida del radio de la Tierra*” o “*La Europa de los descubrimientos*”, que han dado lugar a obras editadas (Di Folco et al., 2002; Jasmin, 2004).

La interacción y cooperación no se circunscriben a Internet. Las obras de la serie *Graines de sciences* (por ejemplo la firmada por Jamous y Saltiel, 2005), se derivan del encuentro anual de científicos y una treintena de enseñantes seleccionados. Este año, por ejemplo, se han tratado ocho temas, como las enfermedades emergentes, el efecto invernadero, los materiales de construcción, etc., que han sido presentados por expertos en el campo científico o tecnológico correspondiente y trabajados en talleres, dando lugar a libros dirigidos a un público no especializado. No se trata de documentos elaborados para un uso escolar, pero sí buscando la implicación de los profesores y una mejor comprensión entre la comunidad de los investigadores y la de los docentes, así como la valoración de las competencias para la difusión y desarrollo de la cultura científica y tecnológica. Otros científicos cooperan, además, en el diseño de secuencias de clase tales como *Vivir con el Sol*, que realiza aportaciones en el campo de la educación para la salud.

El reparto de competencias

Los centros piloto

Se han distribuido geográficamente en el territorio francés equipos especialmente competentes en uno u otro de los aspectos característicos de la propuesta (los centros de recursos, el asesoramiento científico, la colaboración local, el cuaderno de experiencias, etc.), especialmente a partir del trabajo cooperativo iniciado por el INRP en 1997. Para compartir competencias y explicitar las opciones de cada equipo, se ha establecido una red de “centros piloto”. Estos centros proporcionan modelos a otros situados en contextos similares y constituyen lugares privilegiados para visitas que permitan apreciar directamente cada una de las opciones desarrolladas. En la zona de influencia de cada uno de estos centros piloto (una circunscripción, un departamento, una ciudad), el número de profesores que practican una enseñanza de las ciencias acorde con los principios preconizados por *La main à la pâte* es elevado (del 50% al 100%).

La mayor parte de los centros piloto mantienen un sitio Internet que presenta las producciones del centro y de las escuelas que de él dependen. Estas webs están ligadas al sitio nacional *Lamap* con un índice y un motor de búsqueda común. Un convenio entre *La main à la pâte* y su organismo de tutela (la inspección académica) define la naturaleza de los intercambios y los compromisos de las partes. Ello supone un reconocimiento del importante trabajo que realizan estos equipos y es una forma de perpetuar la disponibilidad de los medios específicos de los que disponen.

Se va a realizar una ampliación de la red inicial de diez centros piloto, sobre la base de nuevos proyectos. Se considera que la interacción entre profesores próximos geográficamente es un complemento indispensable de la relación a través de Internet, creando una dinámica local más atenta al contexto particular de la zona. Los intercambios y encuentros organizados por *La main à la pâte* entre los ani-

madores de estos sitios web aseguran una dinámica renovadora, nuevos recursos y un trabajo de base colectivo.

El apoyo científico

El acompañamiento de los enseñantes por científicos implica también compartir competencias. Supone una relación entre dos personas para la preparación y, en general, también para la puesta en práctica con los alumnos de una secuencia de clase. Esta relación es puntual, ya que este apoyo no puede ni debe ser más prolongado. El enseñante así apoyado, habrá ganado seguridad para afrontar los imprevistos y podrá entonces ayudar a los colegas de su entorno. Los “científicos” participantes suelen ser investigadores en activo o jubilados, pero también son a menudo estudiantes de titulaciones científicas.

El enseñante sigue siendo el responsable de los aprendizajes de sus alumnos y el “científico” le aporta sus competencias, sea utilizando una unidad didáctica ya publicada o sea elaborando conjuntamente una nueva secuencia.

Los estudiantes universitarios, además de disponer de una ocasión para retomar sus conocimientos básicos sobre los fenómenos accesibles a los alumnos incluidos en el programa escolar, obtienen competencias en una modalidad de comunicación científica que excluye el empleo de instrumentos matemáticos formalizados y también competencias pedagógicas para relacionar tareas, aprendizajes y actuaciones docentes de manera eficiente. Esta aportación es reconocida curricularmente por algunas escuelas de ingenieros y universidades. Algunas de estas instituciones han jugado un papel importante en el proceso que describimos, organizando períodos de prácticas para sus estudiantes (Escuela Politécnica), creando un centro de recursos (Escuela de Minas de Nantes) o participando en procesos de apoyo local (Universidad de Perpiñan).

En los centros piloto se intenta compartir las competencias para que cada profesor pueda enriquecer las suyas. Y en las actividades de “acompañamiento o apoyo científico”, poner esas competencias en común, en beneficio de los alumnos.

Difusión y valoración

Se han empleado ampliamente los medios de comunicación clásicos, conferencias, encuentros pedagógicos, talleres, etc., en respuesta a las solicitudes de las instituciones y responsables de estos medios de animación y formación. La *Guía de descubrimiento*, que presenta los elementos de la propuesta y su funcionamiento institucional, así como los riesgos que comporta y la pedagogía preconizada, se ha difundido ampliamente. El boletín *Mapmonde*, que se distribuye a quienes lo solicitan y a todos los que desarrollan una tarea de información y ayuda didáctica, sigue siendo un vector de información para los que aún no conocen *La main à la pâte*, pero también constituye una señal de identidad colectiva para todos los que, compartiendo el desafío de la propuesta y apreciando la dinámica creada, tratan de ponerla en práctica, aunque no utilicen aún los instrumentos informáticos de la misma.

Más recientemente, la cooperación establecida con la revista *La classe*, muy presente en las escuelas, permite proponer a los lectores habituados a documentos listos para emplear en clase, secuencias de actividades (unidades didácticas) más coherentes con la pedagogía activa preconizada, incluyendo la descripción de las tareas y aprendizajes previstos, así como ejemplos de puesta en práctica y posibles variantes para escoger. La producción de estas secuencias es en sí misma una experiencia interesante: el relato escrito sobre su práctica que realiza el enseñante ha de adecuarse antes de ser publicado. Pues hay que descartar aspectos anecdóticos, manteniendo todo lo interesante, poner de manifiesto los puntos de paso obligado, ofrecer pistas de posibles variaciones o adaptaciones, llamar la atención sobre obstáculos a evitar... Para todo ello es necesario desarrollar competencias de lectura, de reescritura y de negociación, tanto con los autores de los originales como con el editor. El producto final está a menudo tan alejado del primer texto que la firma del mismo ha de ser necesariamente colectiva (*anónima por exceso de autores*, como dicen los documentalistas).

En el año 2005 se inauguró una exposición denominada “*Ciencias en la escuela: ¡qué historia!*”. Organizada por la Academia de las Ciencias, el INRP y su museo pedagógico, la Conferencia de Directores de IUFGM y el *Palais de la Découverte*, presenta un itinerario de alrededor de cien años de enseñanza científica en la escuela. Con carácter itinerante, esta exposición sirve de soporte a eventos locales.

El libro titulado *El niño y la ciencia*, publicado en 2005, describe los diez años transcurridos de la propuesta *La main à la pâte*.

También se han empleado otros medios: trabajos cooperativos, poniendo en común valores de medidas tomadas por escolares de diferentes latitudes el día del solsticio de verano, en el marco del proyecto *Eratosthène*; videoconferencias en proyectos internacionales, etc.

De 2003 a 2005, France-Info ha difundido regularmente, varias veces por semana y en horas de gran audiencia, una crónica de cinco minutos con intervención de los diferentes sectores implicados. Los medios de comunicación han prestado mucha atención a *La main à la pâte* y han sido muy numerosas las emisiones y artículos al respecto, más frecuentemente sobre los procesos de enseñanza en clase que sobre la propuesta específica o los medios desplegados.

El Premio *La main à la pâte* se creó en 1997 para recompensar a las escuelas o las clases que ponen en práctica actividades de educación científica particularmente demostrativas del espíritu y del proceso de investigación preconizado por *La main à la pâte*. Más recientemente, en el año 2001, se puso en marcha el Premio a las Memorias Profesionales, que proporciona un estímulo a las mejores memorias redactadas por estudiantes de los IUFGM sobre enseñanza de las ciencias en la escuela primaria, en relación con los diez principios básicos de la propuesta. La entrega de estos premios se ha realizado en el marco impresionante de *l'Académie des Sciences*, en presencia del ministro de educación.

Regulación

Partiendo de *La main à la pâte* se han ido desarrollando otras numerosas iniciativas, con

lo que muy pronto se hizo evidente la necesidad de algún instrumento de “regulación”. *L'Académie des sciences* registró en septiembre de 1998 la marca *La main à la pâte* para protegerla de su uso comercial. Con este fin, se otorga desde entonces una etiqueta a los productos que respetan las orientaciones de la propuesta y facilitan su puesta en práctica, que es concedida a petición de los editores tras un examen por expertos y decisión de un comité de la marca.

Se ha redactado un documento sobre las relaciones de *acompañamiento* (apoyo o asesoramiento colaborativo) que caracterizan a esta propuesta, con la intención de precisar el papel de ambas partes en esta interacción temporal. Este marco ayuda a los que tienen la responsabilidad de autorizar las intervenciones en el medio escolar y su puesta en práctica.

Por supuesto que son posibles y deseables otras interacciones entre la escuela y los científicos. Por ejemplo, para lograr una mejor percepción de la función y el trabajo que realizan los científicos o para la participación de los escolares en algún proyecto de los desarrollados por el *Centro de Estudios Espaciales* o de algunos laboratorios de estudio del mar, entre otros.

Diversos coloquios (como el ASTEP) o escuelas internacionales de verano, por ejemplo sobre la formación (Lucas, 2005), han constituido otra forma de regulación, promoviendo el debate sobre el “acompañamiento” o los procesos de formación.

Consideraciones pedagógicas

La propuesta *La main à la pâte* intenta ayudar a los maestros de primaria, en el marco de su polivalencia, a poner en práctica en su clase actividades para que los alumnos aprendan a “conocer el mundo real” y a “razonar y argumentar”.

El mundo real se opone aquí al mundo virtual: la incitación que se hace no es hacia el uso del vídeo o de programas informáticos sino hacia el mundo en el que viven los alumnos. En oposición también al mundo de los modelos particulares que propone el colegio.

Aprender a razonar y argumentar. Se propone valorar el razonamiento y la argumentación en clase, pero evitando la manipulación, haciendo que se base en evidencias y revisando los consensos de la clase, que deben confrontarse con los saberes validados por la comunidad científica. Y sabiendo también que las competencias para el razonamiento y la argumentación han de construirse y que las actividades de clase están repletas de trampas donde se deslizan argumentos no controlados.

A este desafío se pueden añadir otros dos, subyacentes: aprender a escuchar y discutir los resultados presentados y aprender a escribir para aprender a reflexionar y a manejar el lenguaje para argumentar.

Los “diez principios” básicos de *La main à la pâte* (ver anexo) proporcionan una síntesis didáctica general, pero deben leerse en forma cruzada, más que linealmente. El primer principio, “*Los niños realizarán observaciones sobre objetos o fenómenos del mundo real próximo y sensible y experimentarán sobre los mismos*”, no debe interpretarse en forma dogmática. Su formulación es probablemente demasiado restrictiva en cuanto a los procesos o los tipos de actividad que se han de seleccionar. La observación no es forzosamente lo primero que se debe realizar, la experimentación no es el único tipo de actividad pertinente al abordar un problema y los objetos de estudio no son forzosamente próximos y accesibles a los sentidos (en el caso, por ejemplo, de aspectos como los volcanes o la diversidad biológica).

El segundo principio, “*En el curso de sus investigaciones, los niños argumentan y razonan, ponen en común y discuten sus ideas y sus resultados para construir sus conocimientos, por lo que no bastan las actividades puramente prácticas o manuales*”, supone un distanciamiento de los modelos activistas que se denunciaron en las “*activités d'éveil*” (actividades de “despertar” científico). Promueve actividades de discusión de resultados e introduce la idea de validación. Esta consideración, de tipo epistemo-

lógico, está relacionada también con aspectos pedagógicos, en cuanto a objetivos relativos al desenvolvimiento personal del alumno, pues se relaciona a menudo con la educación para la ciudadanía. No se trata de confundir el debate científico y el debate ciudadano, pero si los alumnos deben cooperar para planificar una experiencia, repartir las tareas y compartir los resultados para debatirlos, se está ya en la vía del diálogo y la negociación.

El tercer principio (“*Las actividades propuestas a los alumnos por el maestro se organizan en una secuencia adecuada para la progresión de los aprendizajes. Derivan de los programas curriculares y dejan un amplio margen a la autonomía de los alumnos*”), pero también el cuarto (“*Se dedicará al mismo tema un mínimo de dos horas semanales durante varias semanas. Se asegurará la continuidad de las actividades y los métodos de enseñanza para toda la escolaridad*”) y el sexto (“*El principal objetivo es la apropiación progresiva por los alumnos de los conceptos científicos y de los procedimientos de actuación, junto a la consolidación de la expresión escrita y oral*”), se desmarcan de las actividades lúdicas que pueden proponer asociaciones del entorno escolar, sin continuidad y sin otro criterio que la diversión de los niños. Las actividades propuestas ponen el acento en la autonomía, para evitar las tareas demasiado dirigidas en las que el alumno no es más que el ejecutor de un protocolo ajeno.

El quinto principio (“*Cada niño tiene un cuaderno de experiencias que va escribiendo con sus propias palabras*”) se refiere a la escritura, pero no como resumen a aprender sino como instrumento de reflexión. La relación entre aprendizajes científicos y aprendizajes lingüísticos es a la vez un elemento pedagógico considerado como indispensable para lograr aprendizajes de ciencias y un argumento para que los profesores obsesionados con el aprendizaje lingüístico no consideren que pierden el tiempo introduciendo este tipo de actividad. El cuaderno de experiencias que propone *La main à la pâte* ha sido el elemento más contro-

vertido, ya que exige que los profesores desarrollen un instrumento de trabajo con unas características predeterminadas, con lo que su puesta en práctica ha dado lugar a discusiones.

Los cuatro restantes principios se refieren a aspectos organizativos, más que a opciones estrictamente pedagógicas (ver anexo).

¿Alumnos activos para “construir” conocimientos?

Trabajar ciencias en la escuela es algo distinto a aprender que el agua hierve a 100°, que el Sol sale por el este o que la Tierra gira alrededor del Sol (extracto 1), saberes “patrimoniales” que para algunos son muy útiles, para otros culturalmente indispensables, pero también saberes “aproximativos” que no tienen más que una débil relación con un enfoque de “experimentación”.

En efecto, al investigar en la escuela se comprobará que el agua no hierve siempre a 100° (los científicos precisan que es así a presión normal, y la presión varía de un día a otro y de un lugar a otro). Se podrá estudiar también la variación del recorrido aparente del Sol en el cielo y se comprobará que no aparece siempre por el este, sino sólo en el equinoccio. Y los modernos medios de comunicación, ¿permitirán convencer a todos de que cuando es de día en París, por ejemplo, es de noche en Pekín y sale el Sol en otro lugar? (extracto 2)

Las actividades propuestas a los alumnos les permitirán equilibrar “fuerzas” construyendo móviles o empleando palancas, acercando teoría y práctica, explorar las propiedades conductoras o aislantes de diversos materiales, convencerse de la existencia de aire jugando con el viento y trasvasándolo o experimentar la separación de los componentes de mezclas (extracto 4).

El papel del maestro

Son los alumnos los que realizan las investigaciones, ancladas inicialmente en su forma de interrogar al mundo, resultado de una familiarización previa. El enseñante deberá hacer que las preguntas de los alumnos evolucionen hacia

formulaciones que permitan investigarlas y escoger que tipo de respuesta será satisfactoria.

Las actividades de libre exploración son importantes porque será sobre esa base sobre la que los alumnos podrán construir una “investigación” organizada. No siempre necesariamente alrededor de una cuestión abierta: una discusión sobre una cuestión inicialmente delimitada puede ser tan fructífera como otra totalmente abierta. Los aprendizajes no tendrán lugar simplemente por la realización de las tareas propuestas, sino por la actuación del maestro, que seleccionará las opciones más idóneas (extracto 2) entre las que los alumnos pueden formular, dinamizará la expresión y la confrontación de ideas (extracto 4), la justificación de las experiencias, el enunciado de los “resultados” obtenidos, la formulación y valoración de las conclusiones (extracto 5), la estimación de la compatibilidad de éstas con los conocimientos científicos y la discusión de los motivos de desacuerdo que pueda haber entre los alumnos.

Algunas ideas previas pueden llegar a constituirse como hipótesis para que se comprueben mediante experiencias (es ello lo que debería seguir en el extracto 4), mientras que otras se desmoronan en el curso de los debates y entonces el problema se reformula con otras bases en cada alumno que participa en la discusión colectiva.

El maestro tiene también la función de facilitar la percepción de los progresos que se van realizando. En este sentido, las actividades de clase son muy diferentes de las actividades extraescolares, que no tienen ninguna exigencia de progreso, ni buscan “capitalizar” las experiencias para un provecho colectivo.

Impacto internacional

La main à la pâte ha logrado un amplio eco en todo el mundo, sin duda por la promoción realizada por los miembros de la Academia de las Ciencias francesa en sus frecuentes desplazamientos, pero también porque son numerosos los países que están empeñados en la mejora de su enseñanza científica.

La web del proyecto se ha clonado y traducido al chino y al árabe y están en marcha otras traducciones. Se están produciendo otros sitios en Internet para establecer relaciones en red con participantes de otros países (países andinos, por ejemplo).

El programa *Scienceduc*, coordinado por *La main à la pâte* desde 2004, persigue coordinar una red europea de programas de renovación de la enseñanza de las ciencias y la tecnología en la escuela primaria (Lucas, 2005). Un proyecto más ambicioso, el *Proyecto Pollen*, se ha aceptado por la Comisión Europea con vistas a crear «ciudades semilla» para la mejora de la educación científica en doce países de la Unión Europea.

Son más frecuentes las informaciones y procesos de formación sobre la pedagogía preconizada por *La main à la pâte* que sobre la organización de esta iniciativa, acerca de la cual se interesan numerosas delegaciones extranjeras recibidas por el equipo de dirección, con la ayuda de la Agencia para la enseñanza del francés en el extranjero, de la DRIC (Dirección de Relaciones Internacionales) y del CIEP (Centro Internacional de Estudios Pedagógicos). Los intercambios que se establecen con un país son coordinados por un Instituto Universitario de Formación de Maestros.

Puntos sensibles

Varios puntos concretos de «*La main à la pâte*» pueden considerarse “sensibles”. Son aspectos con contradicciones internas que no reciben un acuerdo unánime y estable de los principios subyacentes o cuya complejidad es tal que a todo debe darse matización, la comunicación sobre los mismos es difícil y las elecciones a realizar dependen de diferentes parámetros. Los debates sobre estos puntos son recurrentes en sus aspectos explícitos, pero los principios subyacentes son menos a menudo discutidos explícitamente. La mayor parte de estos puntos han sido ya abordados, por lo que lo único que haremos aquí es precisar en qué sentido se pueden considerar “sensibles”.

Programas escolares e iniciativas innovadoras

Lo que hemos expuesto es una perspectiva general, pero es necesario concretarlo en cada aula, con una programación a largo plazo que exige poder apoyarse sobre conocimientos previos más o menos estables. Pero los proyectos cooperativos, empeñados en el mantenimiento de una dinámica renovadora, no pueden ajustarse a esta exigencia, y su creatividad es un valor asumido como algo inherente a las investigaciones. El jurado de los Premios de *La main à la pâte* está siempre presionado entre estos dos puntos de vista.

La relación entre material preparado y autonomía

El material necesario para las actividades de los alumnos es elaborado a veces por centros de recursos en forma de “maletas” con el material estrictamente necesario para una secuencia o unidad didáctica descrita en un documento anexo. Esta es la opción tomada en los *Insights* y otros proyectos anglosajones y que han seguido algunos centros piloto de *La main à la pâte*. Esta opción es algo opuesta a la idea de partir de las preguntas que se plantean los alumnos y seguir sus propuestas, una opción que es más funcional con un fondo de material en cada clase que permita elegir. Pero si no hay ningún material no se hará nada y la ventaja de las «maletas» es que incitan a usarlas. Esta opción tiene un coste que las escuelas no siempre pueden asumir y que pueden ahorrarse con materiales «recuperados», pero ello exige tiempo... Se han elaborado y publicado listas de materiales indispensables con precios razonables.

El lugar de la experimentación

Si bien hay acuerdo en no adoptar las propuestas de *La main à la pâte* en forma dogmática, la experimentación se incluye en el esquema prototípico del proceso de investigación, con emisión y comprobación de hipótesis, co-

mo aspectos característicos del mismo. Pero aunque la experimentación suele ser un proceso necesario en la investigación en las ciencias físicas, no lo es tanto para las ciencias de la vida y de la Tierra, y aún menos en el campo de la tecnología. Frecuentemente documentos o maquetas reemplazan a objetos de estudio inaccesibles a la observación o la experimentación, pero sin que ello impida el desarrollo válido de procesos de investigación científica. Por ello, se prefiere emplear el término investigación más que el de experimentación, ya que el primero pone el acento sobre el proceso indagador y no sobre una modalidad concreta de indagación (Larcher y Peterfalvi, 2006).

¿Secuencias cerradas o adaptación de las secuencias en tiempo real?

Las secuencias cerradas, aquellas en las que todo está previsto y explicado en detalle de antemano (las tareas sucesivas, lo que van a decir y hacer los alumnos ante la situación propuesta, lo que deben hacer los maestros, junto a todo el material necesario...), se han propuesto con la idea de facilitar la tarea de los profesores, que no tendrían más que poner en práctica las instrucciones. Algunos enseñantes manifiestan que estas secuencias les han tranquilizado.

Pero no ocurre forzosamente lo descrito: los alumnos pueden tener otras ideas, la secuencia puede llegar a ser un collar asfixiante; además, los descriptores empleados por el autor de los documentos pueden no ser bien interpretados por el lector o carecer de sentido para él. ¿Que quiere decir exactamente, por ejemplo, "sintetizar las propuestas de la clase"?

Se evita momentáneamente la posible ansiedad en el trabajo de preparación, pero de todas maneras la contextualización de la propuesta, el ajuste entre recomendaciones y acciones, las decisiones que hay que tomar en clase de manera reactiva, son inevitables (Vérin, 1998), y sin duda deseables para evitar el tedio del profesor y la ausencia de espacio para la iniciativa de los alumnos.

¿Es conveniente entonces incitar a cada maestro a elaborar secuencias de enseñanza

que puedan ser utilizadas por otros colegas? La experiencia muestra que el discurso sobre la práctica, sobre los comportamientos de los profesores en clase, sus formas de actuación, sus criterios de decisión, sus indicadores de cambio, son poco explícitos, difíciles de formular, y que los maestros tienen dificultades para expresarlos (Louis, 2006). Por esta razón, la narración de las experiencias docentes de los colegios piloto se ha realizado finalmente por personas ajenas a estos centros, entrevistando a los profesores y redactando ellos los procesos puestos en práctica.

Los grupos de profesores que protagonizan estas experiencias han debatido suficientemente sobre las mismas para conocer el sentido de los términos utilizados al narrarlas y cuáles son las opciones que han tomado, pero, en general, no pueden realizar la comunicación escrita en la forma más adecuada, pues un enseñante no es necesariamente un redactor.

El número 33-34 de la revista *Mapmonde* explicita los diferentes puntos de vista al respecto: (http://www.inrp.fr/lamap/bdd_image/70_mapmonde3334.pdf, consultada el 10 de septiembre de 2006).

¿Testimonio de lo realizado o recurso para los demás?

Los documentos que proponen secuencias de enseñanza se han redactado tras la experimentación en clase de las mismas. Esta experimentación permite su valoración didáctica. Pero la forma de comunicar las experiencias suscita dudas. El enseñante puede aportar un testimonio de lo ocurrido, pero en éste habrá una parte más coyuntural y otra más representativa de las posibles relaciones con la situación de clase y la acción del profesor (que es necesario expresar con precisión). La redacción en forma de testimonio se suele realizar generalmente en forma narrativa, más que analítica. Pero la comunicación dirigida a que los colegas puedan entender en detalle cada situación y modificarlas en función de su contexto y su manera de actuar, su estilo profesional (Clôt, 2004) exige una mayor racionaliza-

ción de las actuaciones y opciones realizadas, estableciendo relaciones entre las variables pertinentes y los efectos obtenidos.

¿Formación de profesores creativos y reflexivos o de ejecutores de propuestas ajenas?

Los procesos de formación realizados por *La main à la pâte*, en particular por los formadores de otros países, son de tipo «contextualización». El principio básico es el de proponer a los participantes situaciones diversas: de investigación sobre contenidos en la que éstos, como adultos, se vean incitados a indagar; de organización de fases de búsqueda personal; de trabajo de grupo; de debate; de redacción; de síntesis; de validación, etc., semejantes a aquellas que habrían de implementar en sus clases, analizando lo ocurrido, el papel del formador y el efecto de cada elemento del proceso estudiado. Posteriormente, en sus clases, habrán de recrear situaciones semejantes, pero adaptadas a sus alumnos. Se trata de formar enseñantes reflexivos, creativos e innovadores, capaces de lograr que sus alumnos lo sean también. La idea subyacente es que los profesores tienen tendencia a reproducir en su práctica los modelos didácticos que han vivido en su propia formación.

Otros países han optado por fórmulas diferentes; por ejemplo formar en el uso de una secuencia (unidad didáctica), con su maleta de material correspondiente, y a veces empleando videos que ejemplifican «buenas prácticas». El debate está abierto.

El cuaderno de experiencias

Trata de cumplir tres funciones: la primera, como instrumento para la elaboración de resultados de investigación (en apoyo a la memoria y para facilitar la reflexión). La segunda función, como ayuda al aprendizaje de las ciencias, que otorga un papel importante a los debates, ya que el cuaderno promueve la clarificación de las ideas personales, previamente confrontadas con las de otros, y la reformula-

ción personal de los enunciados colectivos. Y una tercera función de contribución a los aprendizajes lingüísticos.

En Francia, la ortografía es difícil y no siempre con sentido para la comprensión del lector, pero las exigencias escolares al respecto son altas. El juego que se establece es sutil: bajada momentánea de las exigencias lingüísticas y ortográficas, para permitir el acceso a la escritura como una necesidad sentida en el marco de una actividad motivante, pero manteniendo al final esas altas exigencias curriculares. El debate sobre si corregir o no las faltas de ortografía es recurrente. Cada enseñante está atrapado entre exigencias contradictorias (favorecer la motivación hacia la escritura, pero no espantar a los padres) e inventar alternativas diversas para conseguir progresos en la ortografía sin recurrir a medios coercitivos (escribir palabras difíciles en la pizarra, retomar los textos posteriormente, no contemplar las exigencias lingüísticas más que en el caso de los textos colectivos validados,... (Larcher, 2003).

La evaluación

Lo que están viviendo los escolares de primaria en *La main à la pâte* está bastante contrastado. Numerosos testimonios muestran clases de primaria que trabajan placenteramente y ejemplos de progreso. El número de profesores que asumen las propuestas ministeriales en este campo se incrementa sensiblemente, según las cifras que circulan, basadas en la observación directa de las clases. Pero Astolfi (1995) realiza una buena distinción entre la práctica y la teoría: la práctica persigue demostrar su validez, mientras que la teoría pretende proporcionar razones de la misma.

Una evaluación de los aprendizajes de los alumnos que distinga diferentes dimensiones (conocimientos, actuaciones, destrezas técnicas, dominio de procesos de investigación, capacidad de análisis de situaciones, actitudes hacia las ciencias, competencias de argumentación científica, etc.) será sin duda interesante si permite relacionar causas y efectos, es decir, si puede realizarse una evaluación criterial de las

ANEXO

Extracto 1.

Lo que ya sé: ya sé que la Tierra está inclinada y que gira alrededor del Sol, además de girar sobre ella misma. Cuando es de noche tiene la cabeza abajo y de día tiene la cabeza derecha.

Los enunciados aprendidos de memoria tienen el mismo carácter que las ideas previas: no discutidos, se mezclan. La segunda idea formulada no es comprobable, pero puede someterse a discusión.

Extracto 2.

Nuestras preguntas: ¿Cómo hace la Tierra para girar? ¿Por qué hay día y noche?

La primera pregunta no es productiva: ninguna actividad escolar permite avanzar sobre esa cuestión. La segunda va a dar lugar a actividades de simulación en las que habrá que sacrificar la validez de la representación a escala de las distancias para centrarnos en la explicación del fenómeno de la alternancia del día y la noche. Se hará la experiencia sobre una maqueta más o menos válida, pero esta validez puede discutirse con la ayuda de documentos al respecto.

Extracto 3.

Lo que he aprendido: no hace falta poner sal porque puede ser peligroso. Hay que hacer la experiencia sobre algo plano. Hay que conservar testigos.

Memoria del procedimiento puesto en juego, memoria de hechos observados, primer paso hacia los aspectos técnicos y memoria de un proceso de investigación.

Extracto 4.

¿Hay que filtrar con el filtro varias veces?

Se confrontan dos opiniones:

NO, pues hay cosas que pasan la primera vez y pasarán también la segunda, pues los agujeros son siempre los mismos.

SI, pues filtrando varias veces se quitará más suciedad, porque el filtro estará lleno de tierra y no filtrará muy bien. Hay que cambiar el filtro y volver a pasar el agua y repetir la operación 5 ó 6 veces y la suciedad que queda se retirará.

Una primera formulación clara y otra en la que las contradicciones no se han resuelto pero que tiene una parte válida: un filtro sucio filtra "más" que uno limpio; pero el filtro sucio ¿filtra menos o filtra mejor o peor? La idea se pierde en los meandros del vocabulario.

Extracto 5.

¿El corazón late más rápidamente cuando no respiramos?

Toma tus pulsaciones durante 15 segundos, contando el número de latidos. Hazlo mientras respiras normalmente y después sin respirar.

Resultados de seis alumnos:

Latidos respirando: 22, 18, 18, 18, 15, 18

Latidos sin respirar: 20, 17, 18, 18, 18, 18

Conclusión: No; late igual de rápido cuando se respira y sin respirar.

Son datos de una actividad de medida y de una conclusión. Resta por saber cómo se ha desarrollado la discusión y cuáles han sido los argumentos para concluir en la similitud de las medidas, que son casi idénticas.

¿Hay investigación de “verificación” o una comprobación real de las ideas previas? ¿Se llega a un consenso negociado?

El consenso entre alumnos no es suficiente. Es indispensable la confrontación de los resultados de la clase con los resultados científicos, procedentes de numerosas pruebas.

Los diez principios de *La main à la pâte*

1. Los niños observan un objeto o un fenómeno del mundo real, próximo y perceptible, y experimentan sobre el mismo.
2. En el curso de sus investigaciones, los niños argumentan y razonan, ponen en común y discuten sus ideas y sus resultados y construyen sus conocimientos. No basta con una actividad puramente manipulativa.
3. Las actividades propuestas a los alumnos por el maestro son organizadas secuencialmente, con vistas a la progresión de sus aprendizajes. Estas actividades surgen de los programas y dejan un amplio margen de autonomía a los alumnos.
4. Se dedica un tiempo mínimo de dos horas semanales a un mismo tema, durante varias semanas. Se garantiza una continuidad de las actividades y de los métodos durante el conjunto de la escolaridad.
5. Cada alumno tiene un cuaderno de experiencias que escribe con sus propias palabras.
6. El principal objetivo es la apropiación progresiva por los alumnos de los conceptos de ciencias y de los procedimientos de actuación, junto con la consolidación de la expresión oral y escrita.
7. Se pide a las familias y al barrio que colaboren en los trabajos realizados en clase.
8. En cada localidad, colaboradores científicos (universidades y otros centros) participan en el trabajo de los alumnos, poniendo sus competencias a disposición de la clase.
9. De la misma manera, en cada localidad los Institutos Universitarios de Formación de Maestros (IUFM) ponen su experiencia pedagógica y didáctica al servicio del enseñante.
10. El maestro puede conseguir en el sitio de *La Main à la Pâte* en Internet, módulos ya preparados para poner en práctica, ideas de actividades y respuesta a sus preguntas. También puede participar en un trabajo cooperativo, dialogando con sus colegas, formadores y científicos.