

El método experimental: ¿Qué hacer en clase?

Guía metodológica

Edith Saltiel ¹

Preámbulo:

Entre los doce países europeos que participan en el proyecto Pollen, algunos experimentan desde hace varios años una enseñanza de las ciencias en la escuela primaria basada en un método experimental mientras que otros han llevado a cabo estudios de investigación sobre la enseñanza. La experiencia de unos y otros, los obstáculos encontrados y los resultados de la investigación pueden constituir una herramienta muy valiosa para el conjunto de países que participan en el proyecto. El presente documento va dirigido a todos los profesores de primaria de los doce países y tiene por objetivo ayudarlos a poner en marcha este tipo de enseñanza, mediante la explicación de lo que implica un método experimental y el suministro de algunas herramientas inspiradas en las que se han utilizado en varios países.

1- Algunos principios de base del método experimental

1. De la importancia de apropiarse de la pregunta de partida

Para que un niño intente resolver de manera efectiva un problema, es necesario que tenga sentido para él, que el niño haya participado en la medida de lo posible en su formulación, en una palabra, que el problema se convierta en *su* problema y que, por lo tanto, tenga ganas de resolverlo.

Imaginemos que un profesor quiere que los niños trabajen con relojes de arena (observación, funcionamiento, construcción...) e intenten determinar los parámetros de los que depende el tiempo de caída de la arena. Tiene varias posibilidades:

a) el profesor muestra el reloj de arena a los alumnos y dice que el tiempo de caída de la arena depende de ..., y que los alumnos deben verificarlo. En este caso nos acercamos a los métodos tradicionales, llamados magistrales, en los que el maestro se contenta con enunciar resultados. Esto dista mucho de un método experimental.

b) los alumnos observan, dibujan, describen el reloj de arena situado en la mesa del maestro, luego éste les pide que encuentren de qué depende el tiempo de caída de la arena, cosa que tiene sentido para la mayoría de niños pero no para todos.

c) tras la observación del reloj, el profesor pregunta a los alumnos qué harían para que el tiempo de caída fuese más largo o más corto. Ahora, el niño comienza a hacerse preguntas mientras busca cómo hacer para que...

d) el maestro prepara al menos tres relojes de arena, uno de los cuales tarda más en vaciarse. Los alumnos, repartidos en grupos, observan, dibujan y describen el reloj que tienen delante. Debido a las diferencias entre los relojes presentados, hay uno en que la arena continuará cayendo mientras que en los otros se habrá detenido. Los niños se darán cuenta y ellos mismos se preguntarán de qué depende el tiempo de caída de la arena. Es una manera (no la única, véase también la c) para conseguir que los alumnos hagan suyo el problema.

¹ El autor agradece a Jean-Pierre Sarmant sus comentarios y sugerencias. Su experiencia ha sido imprescindible para la preparación de este documento

2. De la importancia de experimentar uno mismo

En este caso experimento no significa experimento complicado que requiera material caro y sofisticado. El lector constatará que los experimentos citados son, de hecho, muy sencillos y sólo requieren material corriente y barato. Los ejemplos de actividades que se encuentran en el sitio web de Pollen son un buen ejemplo de lo que los niños pueden realizar.

Los niños se acuerdan perfectamente de los experimentos que han realizado. Por otro lado, muy pronto tienen ideas sobre un determinado número de fenómenos. La mayoría de las veces, no basta con decirles que un experimento determinado va a dar un resultado concreto (sin hacer el experimento o simplemente mostrándoselo) o decirles que lo que piensan contiene errores, sino que es necesario que cobren conciencia de ello. De ahí la necesidad de dejar que sean ellos mismos los que comprueben los experimentos que han imaginado (a condición de que puedan realizarse en clase) y de dejar que argumenten entre sí. Veamos dos ejemplos:

a) En el ejemplo de los relojes de arena, los niños pueden pensar en la cantidad de arena, la anchura del cuello, el grosor de los granos, el tamaño del reloj, la presencia de determinados colorantes.... De nada sirve dejar que los propios niños realicen los experimentos para que cobren conciencia de que sólo podrán obtener resultados válidos si varían únicamente un parámetro cada vez (mientras los otros se mantienen constantes) y que, teniendo en cuenta esto, el tamaño del reloj no desempeña un papel importante.

b) El ejemplo siguiente pertenece a un trabajo realizado en Bergerac (Dordoña, Francia). Durante el curso 1998-1999, dos profesores (A y B) trabajaron en su clase de tercero de primaria (8 años) sobre "fusión y solidificación del agua" y, en particular, sobre la temperatura de fusión del hielo. Estos dos profesores, que siguieron el mismo curso de formación sobre el tema, realizaron las sesiones de forma distinta. Dos años después, se planteó la siguiente pregunta a sus alumnos: "¿Cuál es la temperatura mínima a partir de la cual funde el hielo?". Estos fueron los resultados:

Respuestas	Escuela A	Escuela B
3°C o más	83%	36%
entre -1°C y 2°C	13%	63%
Otras	4%	1%

Si se comparan estas respuestas con los cuadernos de experimentos, se ve que la mayoría de alumnos de la clase B dieron el resultado que obtuvieron dos años antes, durante la realización de sus propios experimentos, cosa que no hicieron los alumnos de la clase A, lo que explica la diferencia en las respuestas (1/3 y 2/3).

Concretamente, el maestro de la clase B había hecho trabajar a los alumnos en grupo, debiendo cada uno de los grupos medir la temperatura del hielo. Además, estos alumnos habían tenido la posibilidad de repetir el experimento tras un primer cotejo de los resultados. Por el contrario, el maestro de la clase A había realizado un único experimento encima de una mesa, a la que los alumnos iban por turno a tomar la temperatura...

Este resultado indica hasta qué punto lo que el alumno aprende por sí mismo, al realizar él mismo el experimento, es importante y queda grabado en su memoria.

3. Sólo se ve lo que se busca ver

En otras palabras, hay que saber lo que se quiere ver para “verlo”. Son muchos los trabajos que muestran claramente esto. Citemos cuatro ejemplos:

- El primero se refiere a una futura maestra de escuela que, durante su primer año de formación, tuvo que realizar una tesina sobre un tema de libre elección. Escogió el tema de la observación, recordando su propia escolaridad. De niña, durante una salida escolar le habían dado por consigna encontrar fósiles. Pero había vuelto con las manos vacías puesto que no sabía lo que tenía que buscar, al no tener idea alguna de lo que era un fósil.

- El segundo se refiere a un profesor² que quería mostrar a los niños que una vela situada bajo un bocal quemaría durante más tiempo cuanto mayor fuera el bocal. El profesor tomó tres bocales de distinto tamaño y explicó a los niños cómo colocarlos al mismo tiempo por encima de las tres velas. No hubo ningún problema. Sin embargo, cuando les preguntó qué diferencia habían notado entre los bocales, la respuesta le decepcionó: “*Ninguna. Todas las velas se han apagado*”. Está claro que ninguno de los niños había observado lo que el profesor esperaba. La reacción de los alumnos habría sido distinta si, con una vela y un bocal, los niños hubieran constatado, de entrada, que la vela se apagaba y si, a continuación, hubieran observado los tres bocales cada uno con una vela, con la consigna de ver si las velas se apagaban al mismo tiempo.

- El tercero no se refiere obligatoriamente a alumnos de primaria. Muchas personas han visto y admirado en su vida dos arco iris. Si se les pregunta en qué orden están los colores, un porcentaje muy pequeño dirá que los colores están invertidos. No basta con mirar, además hay que saber lo que se busca ver.

- El cuarto se refiere a la historia de las ciencias, plagada de ejemplos de este tipo. Así pues, las notas de Ampère y de Arago³ indican que las corrientes recorrían su instrumento de medida (instrumento que mide intensidades eléctricas y que en la actualidad se denomina *amperímetro*) cuando acercaban una bobina recorrida por una corriente a otra bobina no conectada a un generador. No “vieron” esas corrientes porque eran transitorias (es decir, desaparecían cuando dejaba de moverse la bobina) y el fenómeno que buscaban poner de manifiesto debía, según creían, manifestarse mediante una corriente constante. De este modo, dejaron a Faraday, unos 10 años más tarde, la gloria del descubrimiento de la *inducción electromagnética*.

4. En la documentación se encuentra mucha información, pero se encontrará mucho mejor si se sabe lo que se busca

Para ilustrar este punto, citemos lo que se observó en una clase.

² Harlen W., Jos Elstgeest, Sheila Jelly, Primary Science: Taking the Plunge – Vol 2. Heinemann eds, UK., 2001, 160pp o W. Harlen, 2004. *Enseigner les sciences : comment faire ?* - Collection La main à la pâte, Le Pommier Eds, 220 pp.

³ André-Marie Ampère (1775-1836) físico francés, a la vez que químico, biólogo y matemático. Tras observar, en 1820, la llamada experiencia de Oersted, en la que la aguja de una brújula se desvía cuando una corriente recorre el hilo eléctrico situado cerca de ella, edificó en pocos días la teoría de los *campos magnéticos*: un circuito recorrido por una corriente actúa sobre una brújula de la misma manera que un imán, y crea, por lo tanto, un campo magnético. La unidad de corriente eléctrica lleva su nombre. François Arago (1786-1853), físico y astrónomo francés. Hizo importantes contribuciones al desarrollo de la óptica y del electromagnetismo.

La sesión en cuestión trataba sobre los huesos. En la sesión anterior, la maestra había distribuido a cada alumno una hoja (formato A4) que representaba la silueta de un ser humano; cada alumno debía dibujar los huesos, tal como se los *imaginaba*.

Durante la sesión, los alumnos se distribuyeron en grupos de 4. Se dio a cada grupo una hoja (formato A3 con una silueta dibujada), en la que el grupo debía dibujar con un determinado color (rojo, por ejemplo) los huesos cuya existencia admitían todos los miembros del grupo y de otro color (azul, por ejemplo) aquellos en que había desacuerdo.

Una vez realizado esto, las hojas A3 se colgaron en la pizarra y la maestra colgó en la pared una nueva silueta (formato A0). Toda la clase empezó a discutir y a poner sobre la hoja grande, en rojo, los huesos sobre los que toda la clase coincidía. Los desacuerdos desembocaron en preguntas concretas: ¿los dientes son huesos? ¿Cuántos huesos hay en la columna vertebral? (esta pregunta se planteó porque algunos niños pensaban que la columna vertebral estaba formada por un solo hueso, pero otros dijeron que, en ese caso, sería imposible agacharse para recoger un lápiz). Una vez finalizado el trabajo, salieron preguntas muy precisas y los niños fueron a buscar las respuestas en la documentación, sabiendo muy bien lo que buscaban.

5. No sólo se aprende actuando sobre los objetos, sino hablando con los otros niños y escribiendo tanto para uno mismo como para los demás.

Es inútil insistir más sobre este último punto, puesto que tendremos ocasión de volver sobre él. Recordemos, únicamente, que no basta con aprender de memoria para poder resolver problemas y que, con mucha frecuencia, cuando intentamos dar a conocer nuestro punto de vista llegamos a encontrar respuesta a nuestras preguntas. ¿Quién no se ha encontrado con un problema y al intentar explicarlo a otra persona ha hallado una parte de la solución?

II Unidad y diversidad del método experimental⁴

- unidad : una de las características esenciales de este tipo de enseñanza no es el hecho de enseñar únicamente los resultados de la ciencia, sino permitir que los niños construyan los conocimientos deseados, que expresen sus ideas, expliquen su razonamiento, comprueben sus hipótesis e intenten ser rigurosos. Este tipo de enfoque se articula en torno a las preguntas que los niños se hacen sobre el mundo real. Preguntas que llevan a la adquisición de conocimientos y destrezas, como consecuencia de una investigación realizada por los propios alumnos guiados por el maestro.

- diversidad de métodos: la investigación realizada por los alumnos puede apoyarse en diversos métodos, incluyendo, durante una misma sesión, la experimentación directa, la elaboración de material (construcción de un objeto, de un modelo, búsqueda de una solución técnica), la observación directa o asistida por un instrumento (que no sea el ordenador), la búsqueda en documentos, una encuesta, la realización de un programa de radio o de una película corta y una visita. Los alumnos no sólo observan: pueden identificar, clasificar, preguntar, hacer previsiones y explicar las razones de su elección, hacer simulaciones, experimentar cuando el tema se presta, anotar sus observaciones para, a continuación, hacer una síntesis. Es evidente que estos métodos de acceso son complementarios y deben equilibrarse en función del tema de

⁴ « *Enseigner les sciences à l'école* » 2002. Ministère de l'Éducation - Académie des sciences, CNDP-Paris, Collection Ecole, 79 pp.

estudio. Sin embargo, siempre que sea posible deberá darse prioridad a la acción directa y a la experimentación de los alumnos.

III El método experimental: un proceso iterativo – El método paso a paso.

Es importante trabajar de tal modo que los alumnos comprendan lo que han aprendido, y no favorecer un aprendizaje superficial cuya motivación esté basada en la satisfacción de una recompensa y no en la satisfacción del hecho de haber aprendido y comprendido algo y, por lo tanto, de haber adquirido uno o varios conocimientos.

Todo el método puede representarse mediante el siguiente esquema⁵ que define un marco de acción. No obstante, es importante observar que dicho marco metodológico no es un modo de empleo que deba seguirse etapa por etapa, sino una guía cuyo primer objetivo es ayudar al maestro a entender mejor lo que está haciendo.

Método experimental razonado en la enseñanza de las ciencias

1- a partir de una situación funcional o de una situación de partida fortuita o provocada:

Sorpresa, curiosidad, cuestionamiento



Formulación de un problema a resolver



2- mediante el razonamiento y utilizando esos conocimientos

Explicaciones posibles, respuestas posibles, representaciones de la solución



Formulación de las hipótesis a comprobar o, si fuera necesario, a verificar en la documentación



3- según la naturaleza del problema y de las hipótesis, establecimiento de un protocolo o de varios protocolos con, según el caso:

<i>Experimentación</i> Prever el dispositivo; variar únicamente un factor cada vez; recoger los resultados mediante la observación o la medición	<i>Ensayo experimental</i> Prever diversos ensayos; comparar los resultados	<i>Construcción de un modelo</i> Razonar por analogía, verificar mediante la construcción de un modelo	<i>Observación o análisis de documentos (imágenes, datos, resultados de experimentos)</i>	<i>Investigación documental mediante la lectura de documentos en papel o electrónicos o mediante encuestas a personas competentes</i>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Realización de los protocolos



4- constatación de los resultados y comparación con las hipótesis comprobadas



Validación o no de la hipótesis o de algunas de las hipótesis



5- Síntesis del conjunto de hipótesis validadas e invalidadas



Estructuración del saber construido como respuesta al problema planteado



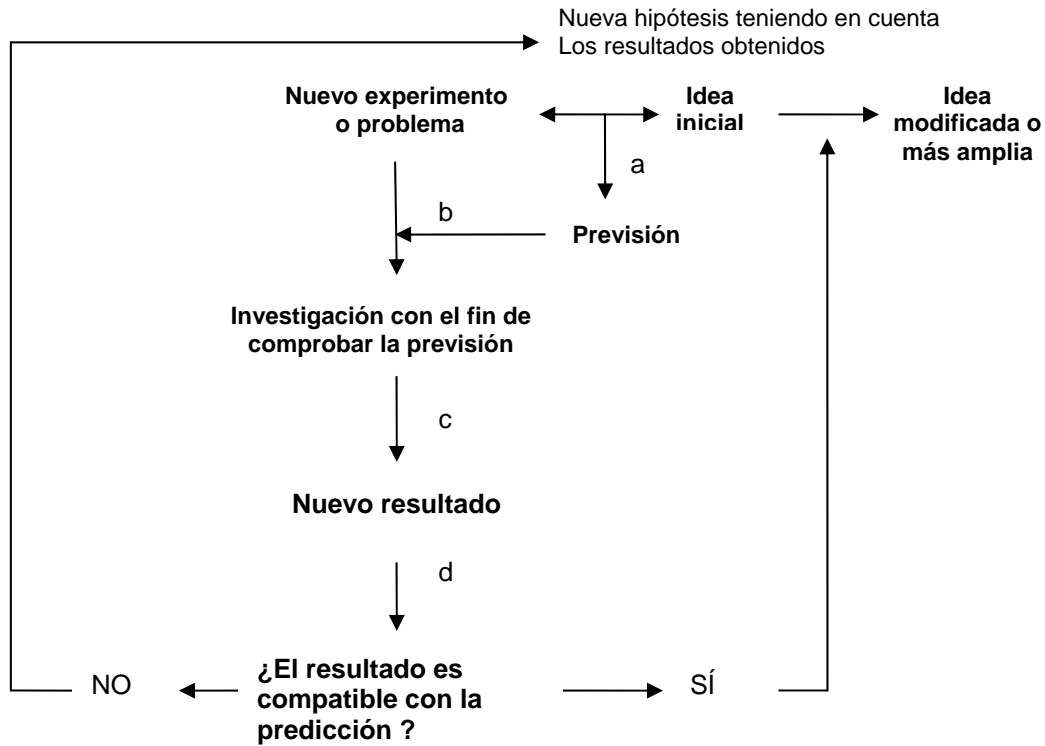
6- confrontación con el saber establecido



7- “nueva aplicación a una nueva situación en clase o a la vida corriente”

⁵ Este cuadro está inspirado en el definido por Françoise Drouard. Documento en línea http://ienpassy.edres74.net/article.php3?id_article=31

Es evidente que, según los temas tratados y las exigencias de los experimentos considerados (por ejemplo cualquier germinación requerirá tiempo), el maestro volverá a encontrarse en una de las fases de este esquema. Por otra parte, hay un punto muy importante que no figura en este esquema: la posibilidad de volver con frecuencia a la fase 2, tras los resultados obtenidos en la fase 4, es decir de volver a hacerse preguntas y a realizar un nuevo experimento. Por lo tanto, existen otros posibles recorridos que se muestran en el esquema siguiente⁶.



IV Establecimiento concreto de un método experimental.

En la actualidad existen muchos documentos, ya en formato papel ya en sitios web, que proponen actividades a realizar con los alumnos en clase (por ejemplo el sitio Pollen, www.pollen-europa.net, sección Learning Units). Sobre cada tema, se proponen módulos bastante largos que reagrupan varias sesiones de ciencias (de 10 a 15); el conjunto constituye una progresión pedagógica y científica y no una yuxtaposición de sesiones independientes entre sí. De este modo, un mismo tema se desarrolla durante varias semanas para evitar la dispersión de los temas abordados, apenas esbozados y abandonados de inmediato, lo que da a los niños el tiempo de ponerse en situación y de construir sus conocimientos. En el anexo 1 se dan dos ejemplos de progresiones en un módulo.

Por otro lado, para el niño, una actividad siempre se inscribe en un antes y un después. Esta progresión es importante puesto que permite a los niños abordar de forma sucesiva y gradual los diferentes aspectos de un mismo tema y, por ende, delimitar con mayor profundidad algunas nociones clave del tema.

⁶ W. Harlen ; The interdependence of process and content in learning science. Dans.Conference - IAP Workshop on the Evaluation of inquiry based Science Education programs (Stockholm, September 21-23, 2005)

Por último, la actividad y la iniciativa de los alumnos son esenciales, la repartición, cuando el tema lo permite, de los alumnos en grupos de 3 o 4 les lleva a organizarse, a repartirse las tareas, a comunicarse entre sí, lo que les vuelve más autónomos. Los reagrupamientos de toda la clase, que permiten a cada grupo presentar colectivamente lo que ha hecho y obtenido, son también un buen aprendizaje de la escucha del otro, del descubrimiento de que puede haber distintos enfoques para un mismo problema, etc.. Este método experimental supone la existencia de varios momentos importantes.

a) La elección de una situación de partida

De entrada, es conveniente elegir un ámbito de estudio que forme parte del entorno cultural de los alumnos (germinación, sombras, palancas, alimentación, circuitos eléctricos...), programas en vigor y objetivos generales adaptados a los niños de la edad considerada. Una vez elegido el objeto de estudio, es importante definir la serie de nociones que se desea que los niños adquieran. Una vez hecho esto, hay que empezar, pero ¿cómo? ¿qué situación de partida elegir? Es conveniente que esta situación favorezca que los alumnos se hagan preguntas y conduzca al enunciado de un problema a resolver, problema cuya resolución requerirá su tiempo. Llegar a enunciar un problema es importante puesto que la ciencia parte de problemas a resolver y no sólo de la observación.

¿Cómo hacerlo?

Para un profesor que nunca ha enseñado ciencias o que nunca ha enseñado de esta forma, no siempre es fácil construir una progresión y encontrar situaciones de partida en la progresión que permitan suscitar el cuestionamiento y la acción de los alumnos. Por eso, puede resultar útil consultar ejemplos de actividades⁷ y ensayarlas a fin de familiarizarse con el método preconizado. Más adelante, el profesor podrá construir él mismo sus propias situaciones de partida.

- retomemos el ejemplo de los relojes de arena: lo que se pedía al principio era observar un reloj de arena, pero la elección, por parte del maestro, de relojes con tiempos de caída muy distintos hace que los alumnos se planteen una primera pregunta: ¿por qué uno tarda más que los otros? ¿De qué factores depende el tiempo de caída de la arena? Esta situación, elegida por el maestro, permite que los alumnos se apropien del problema y se hagan a sí mismos las preguntas que el maestro deseaba abordar.

Algunas veces, el estudio puede empezar también con una pregunta (cómo medir la temperatura de fusión del hielo o cómo limpiar agua que previamente hemos ensuciado...). Cualquier situación de partida que lleve a la formulación de un problema y que fomente la acción y la formulación de la pregunta de partida es, por consiguiente, importante. Por ejemplo, si un profesor desea que los niños creen un espectáculo de sombras chinescas, puede pedirles directamente que lo creen (con el riesgo de verse obligado a suministrar el material y las fichas adaptadas) o puede decirles “¿cómo podríamos hacerlo?”.

b) ¿Qué preguntas plantear a los alumnos y cómo plantearlas?

Este aspecto es esencial. Hay muchas preguntas que no pueden facilitar, en absoluto, una actividad y un razonamiento. Es lo que W. Harlen⁸ denomina preguntas estériles en oposición a las preguntas fecundas, que dan pie a la actividad intelectual o manual de los niños, a una acción de investigación. A menudo, las preguntas estériles recurren a respuestas verbales (¿cómo se llama esto?, ¿qué es una pila?, ¿por qué la corriente va

⁷ Véase el sitio web de Pollen (www.pollen-europa.net) sección “Learning Units”

⁸ Véase referencia en nota 1

del polo positivo al negativo?...). Esto no significa que el maestro no deba plantear nunca este tipo de preguntas, pero no son éstas las que permitirán establecer un método experimental que el propio niño pueda conducir.

Las llamadas preguntas fecundas (o también productivas) son preguntas que plantean un problema a los alumnos y que suscitan acción y razonamiento. Este tipo de preguntas puede aparecer al comienzo de la sesión, pero no solamente, puesto que se trata de permitir que los niños actúen y razonen durante la sesión.

¿Cómo hacerlo?

Es posible plantear preguntas del tipo “¿qué diferencias y semejanzas ves entre estos objetos (o entre estas situaciones)?”, “¿Hay más o menos que en el otro experimento?”, “¿Podrías encontrar un medio para...?”, “¿Qué crees que pasaría si?” (En este caso, el “¿Qué crees...”, es muy importante puesto que no bloquea al alumno que no se siente obligado a dar “la respuesta correcta”, que no necesariamente conoce, “¿Cómo harías para...?”, “¿Cómo explicarías?” “¿Qué harías para saber?”⁹ o también, si el tema acepta preguntas cuantitativas, “¿Cuánto?”, “¿Qué temperatura?”

Como dice Sheila Jelly, en el libro de W. Harlen, “la clave que permite formular preguntas específicas en situaciones particulares no es más que la práctica”. Así, da algunos consejos, como examinar las preguntas planteadas en libros de ciencia para niños y preguntarse si son estériles o fecundas, intentar saber qué experimento científico se quiere inducir o, incluso, utilizar los ratos libres para practicar la búsqueda de preguntas fecundas.

c) Tener en cuenta las preguntas e ideas de los alumnos

Cualquiera que sea su cultura y su edad, en general los alumnos tienen muchas ideas sobre los fenómenos que han podido encontrar en su experiencia personal, y esto independientemente de cualquier tipo de trabajo escolar. Es importante conocer esas ideas, que se denominan “ideas previas” o “representaciones iniciales” o “concepciones iniciales” de los alumnos, puesto que ayudan al maestro a conocer el razonamiento de los alumnos, a plantear ciertas preguntas a fin de orientar las actividades de la clase y a verificar que los mismos han comprendido bien las nociones introducidas. Al tomar en serio las ideas de los alumnos y al tener en cuenta sus preguntas, el maestro permite que cada cual pueda darse cuenta de que existen ideas distintas a las suyas, y que dichas ideas pueden basarse en hechos en los que no había pensado.

Veamos un ejemplo en el ámbito de la óptica¹⁰ : los niños perciben el ojo como un agente activo y no como un receptor y, para ver un objeto es preciso que algo parta del ojo hacia el objeto. A esos niños, como a nuestros antepasados, les cuesta mucho aceptar que, para ver un objeto, es necesario que la luz (invisible) abandone el objeto y entre en el ojo. Los niños pequeños basan este tipo de razonamiento en el hecho de que cuando estamos deslumbrados por la luz, no vemos nada... Se necesita tiempo para conseguir que distinguan la mirada (para ver un objeto, por supuesto, hay que mirarlo) de la luz procedente del objeto que entra en el ojo...

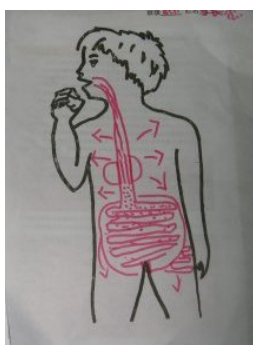
⁹ Por ejemplo « How do we know where the wind comes from ? », título de una de las secuencias descritas en « *Teaching sciences at primary school* » y que se encuentra en el sitio Pollen, sección Learning Units. Los títulos de las secuencias de esta obra son uno de tantos ejemplos de las preguntas denominadas fecundas o productivas.

¹⁰ L. Viennot, 1996 *Raisonnement en physique: La part du sens commun*, París, Bruselas, Doboek & Larcier /Versión inglesa: L. Viennot, 2001 *Reasoning in physics, the part of common sense*. Kluwer Academic Publisher, 248 pp.

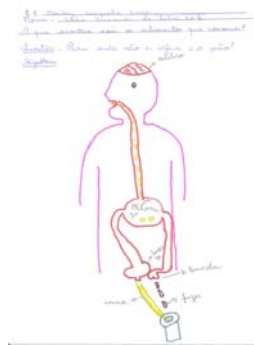
De la misma manera, con la electricidad nos damos cuenta de que un determinado número de niños cree que basta con poner una bombilla sobre uno de los bornes de una pila para que brille. Nada mejor que dejarlos hacer la experiencia para que se den cuenta solos de que la bombilla así no brilla. Después, muchos piensan que la electricidad abandona cada uno de los bornes de la pila para ir a la bombilla (algunos precisan que este encuentro es el que permite que la bombilla brille). Es importante procurar que los niños puedan explicar ese punto de vista y preguntarles, a continuación, por qué cuando hay tres bombillas en serie, brillan las tres...

Por último, cuando preguntamos a los niños en qué se convierten los alimentos¹¹ que comemos, es de sobra conocido que muchos piensan que hay dos tubos, uno para los líquidos y otro para los sólidos, idea que es reforzada por el hecho de que hay dos salidas, una para la materia fecal y la otra para la orina.

Nanjing (China)



Sao Carlos (Brasil)



París (Francia)



Por lo tanto es importante procurar que los niños puedan expresar esas ideas y, a continuación, instarlos a reflexionar mediante, por ejemplo, preguntas del tipo: « ¿qué pasa cuando comemos sopa de alubias? », « ¿Os habéis atragantado alguna vez?, ¿qué significa para vosotros? », etc.

Muchas veces (aunque no siempre) esas ideas entran en conflicto con las explicaciones científicas de los fenómenos estudiados. Es importante permitir la búsqueda de una nueva explicación, tanto más coherente cuanto que estará motivada por el hecho de que los alumnos se darán cuenta de que sus ideas son inexactas, incompletas o se contradicen con otras.

¿Cómo hacerlo?

Permitir que los alumnos expresen sus ideas, instarlos a expresarlas oralmente o por escrito. Tenerlas en cuenta sin juzgarlas. No eliminarlas de entrada del juego incluso si el profesor las considera “incorrectas”. Tomarlas todas en consideración, sin hacer ningún juicio de valor. El trabajo de investigación es el que permitirá, más adelante, que la mayoría de esas ideas se modifiquen.

d) Organizar un debate colectivo

Tras la reflexión individual de los alumnos, tras haberles permitido el intercambio de impresiones entre sí (y no forzosamente por medio del maestro), tomando en serio las ideas de los alumnos y sus preguntas, el maestro organizará un

¹¹Cf. el sitio Pollen (www.pollen-europa.net) sección “Learning Units” y Giordan A., De Vecchi G., 2002. *L’enseignement scientifique. Comment faire pour que ça marche ?* Delagrave –collection Pédagogie et formation, 271pp.

debate colectivo que permita a cada cual darse cuenta de que existen otras ideas que las propias, que esas ideas se basan quizá en hechos en los que no habíamos pensado (ejemplo de los huesos de la columna vertebral citado anteriormente), y que en determinados casos podemos comprobarlas sometiéndolas a la experimentación. Este tipo de debate **puede** darse en diferentes momentos de la sesión: al comienzo, cuando los alumnos seleccionan sus preguntas a fin de llegar a una o varias preguntas productivas, o cuando los niños plantean hipótesis y proponen protocolos experimentales, por último, cuando cada cual ha realizado ya los experimentos y hay que enunciar conclusiones válidas sobre los resultados obtenidos y situarlas en el marco del saber científico (este último punto se abordará en g y h).

¿Cómo hacerlo?

Organizar este tipo de debates no siempre es fácil, puesto que pueden aparecer preguntas estériles o improductivas, así como “sugerencias” extrañas de determinados alumnos: por ejemplo, cuando se pide a los niños que encuentren un medio para recuperar el azúcar que ha sido disuelto en el agua, el niño puede decir: “*para recuperar el azúcar que está disuelto en el agua basta con decir Abracadabra*”. Una manera de proceder consiste en apuntar en la pizarra todas las preguntas, proposiciones, sugerencias e hipótesis sin ningún tipo de restricción. Según la cuestión planteada, esas proposiciones pueden ser individuales o grupales (por ejemplo, elaboración de un protocolo experimental). El saber se construye tomando en consideración todas las proposiciones y trabajándolas (en todo caso las que pueden serlo).

Durante toda esta fase, es esencial que el maestro se abstenga de dar las “respuestas válidas”. Asimismo, debe evitar calificar demasiado pronto de verdadera o falsa la afirmación de un alumno, o arbitrar entre dos alumnos. Debe adoptar una actitud del tipo: “vamos a ver, vamos a probar...” que permita establecer un verdadero debate.

Volvamos a la disolución del azúcar, es importante tomar en serio la proposición que consiste en dejar al niño que experimente y anote el resultado; puesto que después constatará (al igual que los otros niños) que dicha proposición no responde a la cuestión planteada inicialmente.

Se trata, siempre que sea posible, de ayudar a los alumnos a cobrar conciencia de que esas preguntas (o respuestas) bien no pueden ser comprobadas, bien conducen a callejones sin salida, bien son estériles. También, durante estos periodos de debate colectivo, los alumnos pueden poner sobre la mesa cuestiones difíciles que el maestro no sepa resolver. La respuesta científica es decir “*no lo sé, pero vamos a buscarlo juntos*”. Según la naturaleza de la pregunta un experimento permitirá explorar posibles respuestas, pero existe un riesgo. En este caso habrá que buscar en la documentación o dirigirse a un científico (por medio de la red de consultores científicos del sitio Web o a un acompañante científico, por ejemplo el sitio Pollen (www.pollen-europa.net, sección “Hotline”)), para que nadie quede sin respuesta.

Elaborar protocolos experimentales

Se trata, en este caso, de saber cómo ayudar a los alumnos a planificar una investigación en función del material que existe en la escuela para poder, después, interpretar los resultados. Todo alumno debe saber exactamente lo que busca (la cuestión que se plantea), haber reflexionado sobre el problema, haber explicado sus hipótesis y haber concebido el experimento antes de realizarlo.

¿Cómo hacerlo?

El material a disposición de los alumnos plantea un primer problema. Existen varias posibilidades: el profesor suministra a cada grupo de alumnos el material necesario para el (los) experimento(s) o el material está sobre una mesa y los alumnos trabajan juntos

en la elaboración de un protocolo y reflexionan sobre el material necesario para su realización. También en este caso hay diferentes posibilidades en función del tema elegido y de la edad del niño: cada cual piensa lo que quiere hacer y lo realiza, o bien se realiza un trabajo en grupo, en el que los niños deben definir juntos un protocolo que se propondrá a toda la clase y se discutirá de forma colectiva.

- Tener en cuenta los resultados obtenidos para llegar a conclusiones válidas.

Una vez que cada niño (grupo) ha realizado el experimento previsto y anotado los resultados obtenidos, estos se ponen en común con el fin de hacer un balance: ¿Existen dudas sobre algunos de los resultados? ¿Hay que volver repetir algunos experimentos? ¿Qué hipótesis han sido validadas y cuáles no lo han sido? ¿Es necesario formular otras hipótesis y hacer nuevos experimentos?, en caso afirmativo, ¿Cuáles? Este puede ser uno de los momentos correspondiente al recorrido descrito más arriba.

La eficacia de estos debates depende no sólo de la aptitud de los alumnos para expresarse oralmente, sino también de su capacidad para escuchar a los demás. En ciertas clases puede ocurrir que la palabra pase sistemáticamente por el maestro, cuando en realidad los alumnos podrían debatir sin su intervención. Este aprendizaje merece que se le dedique el tiempo necesario, sin perder la paciencia y con determinación. Gracias a él, la sesión de ciencias es también la escuela de la ciudadanía.

e) Organización de la clase

Para realizar este tipo de trabajo, es importante organizar espacialmente la clase a fin de que alumnos y el maestro estén bien instalados. La escuela puede disponer de un laboratorio de ciencias (con una distribución de las mesas que permita a los alumnos trabajar adecuadamente); de lo contrario, no hay que dudar en perder un poco de tiempo y mover las sillas, para posibilitar el trabajo en grupo y para que los alumnos puedan acceder fácilmente al material.

- El material.

En la escuela primaria, el material no suele ser sofisticado: botellas de plástico, globos, bolsas de plástico y de papel, plantas, semillas, tierra, cartón, caucho, cuerda fina, tijeras, trombones, recipientes de distinto tamaño, frutas, verduras, diferentes líquidos, etc. En líneas generales, material normal y corriente y barato, a excepción de las pilas y bombillas, termómetros, brújulas, balanza, lupa binocular...

Hay que decir que no siempre es posible experimentar sobre objetos reales, como en el caso de la astronomía o cuando se estudian seres vivos. En este caso, hay que recurrir a los modelos (por ejemplo un modelo material de la Tierra y el Sol para explicar la variación de la duración del día a lo largo del año o un modelo de los músculos del brazo para explicar cómo se levanta y baja el brazo...) o a la documentación (remítase al ejemplo de los huesos citado anteriormente), lo que supone tener el material adaptado y una fuente cercana de documentación.

¿Cómo hacerlo?

Si la escuela no dispone del material, puede pedirse prestado a los centros de recursos pedagógicos o a los centros científicos, o bien el maestro puede intentar recurrir a alumnos y padres, lo que suele funcionar muy bien.

- Trabajo en grupos. Es importante **que todos** los alumnos puedan participar en este trabajo experimental.

Los momentos en que los alumnos trabajan en grupo pueden ser muy beneficiosos si se les insta a discutir, a confrontar sus puntos de vista y a llegar a una conclusión común.

Cada grupo puede tener un portavoz (designado por los alumnos del grupo o por el maestro) que exprese a toda la clase dicha conclusión y la **justifique**.

¿Cómo hacerlo?

Distribuir a los niños en grupos de al menos 3-4 alumnos (el número de grupos no debería ser superior a ocho ya que por encima de esta cifra es difícil que un solo maestro pueda gestionar todos esos grupos). Dentro de cada grupo habrá que asignar a cada alumno un papel: por ejemplo, uno será responsable del material, otro será el secretario, que anotará todo lo que el grupo dice y decide (puede ayudarle un tercero), otro dará la palabra dentro del grupo, etc. La distribución de los diferentes roles puede hacerla el profesor o, si la clase lo permite, el propio grupo. Es importante, en cambio, que los roles se vayan turnando dentro de un mismo grupo, por un lado, para que cada niño cobre conciencia de cada uno de dichos roles, por el otro, para limitar los efectos de personalidad dominante o las actitudes sexistas como, por ejemplo, la asignación sistemática del papel de portavoz a un niño y de mezcla de líquidos a una niña.

Asimismo un grupo puede realizar un cartel o lámina que se expondrá a toda la clase.

Cuando el maestro intenta trabajar por primera vez en grupos con una clase puede encontrarse, al comienzo, con grandes dificultades: grupos improductivos, nivel sonoro muy elevado, alboroto, disputas, etc.. Se trata de un aprendizaje, tanto para el alumno como para el profesor. Para minimizar este tipo de inconvenientes, se aconseja, al comienzo, que sea el profesor quien distribuya los roles y dé consignas claras sobre lo que los niños deben producir (un texto, un protocolo, un cartel, un experimento, una exposición...), prever una división del tiempo muy precisa para cada etapa y, en todo caso, prever una señal cuando el nivel sonoro es demasiado elevado (apagar y encender la luz, dar palmadas, agitar una campanilla o pedir a los niños que pongan la cabeza sobre la mesa y cierren los ojos...). Al comienzo se aconseja descomponer el trabajo en pequeñas unidades cuyo tiempo gestiona el maestro. Luego, cuando los niños han aprendido a trabajar de ese modo, ellos mismos se organizan y el maestro interviene mucho menos.

f) Guiar a los alumnos en la concepción de protocolos, en la búsqueda de variables pertinentes, hacerlos conscientes de la necesidad de un grupo control.

Con frecuencia se trata de saber de qué factores depende este tipo de fenómeno y de comprobarlos uno a uno. Para que los resultados de los experimentos realizados sean interpretables, existen restricciones, a saber, variar únicamente un factor cada vez (mientras los demás se mantienen constantes) y, por lo tanto, prever un experimento control.

Por ejemplo, si queremos saber de qué depende el tiempo de caída de la arena en un reloj de arena y si queremos saber si depende del tamaño del agujero, es indispensable procurar que los niños se den cuenta de que hay que realizar dos experimentos en que lo único que cambie sea el tamaño del agujero (manteniéndose la misma cantidad de arena, etc.). Esta restricción no se impondrá de facto; por el contrario, se podrá dejar que los niños varíen libremente varios parámetros al mismo tiempo para que se den cuenta ellos solos de que los resultados no son aprovechables ni comparables. Se ve que esta necesidad de variar únicamente un factor cada vez (mientras los otros factores permanecen constantes) no siempre es evidente para los adultos. Citemos, como ejemplo, el de unos maestros en periodo de formación que debían montar un experimento que mostrara que los fertilizantes depositados en el suelo pueden encontrarse en las capas freáticas. Para ello, se les ocurrió tomar dos botellas de plástico con el fondo agujereado, poner en ambas la misma cantidad de tierra, en una agua y en

la otra agua más fertilizante y recuperar en un platillo el líquido que, tras atravesar la tierra, sale de la botella, para luego evaporarlo y ver si en uno de los platillos había un residuo sólido que indicara la presencia de fertilizante. Se vio entonces que algunos maestros que decían querer variar únicamente un factor cada vez, echaron en una de las botellas no sólo agua y fertilizante, sino agua, fertilizante y... colorante. Se les dejó hacer el experimento y finalmente se dieron cuenta de que no podían concluir nada del mismo puesto que habían variado dos factores distintos al mismo tiempo (fertilizante y colorante).

Esto indica que el profesor no sólo debe ser consciente de este problema sino, también, estar atento en clase. Veamos otro ejemplo:

Una clase hace un experimento sobre evaporación. El objetivo es poner de manifiesto el carácter abierto o cerrado del recipiente. El maestro pide a los alumnos que dibujen esquemas. Los alumnos proponen, evidentemente, comparar los niveles de líquidos en recipientes provistos o no de tapones. Por desgracia, muchos alumnos proponen comparar recipientes en los que las superficies libres de los líquidos son muy distintas, de manera que una parte de la clase realiza experimentos de dudosa justificación.

¿Cómo hacerlo?

De entrada, es importante que los niños se den cuenta de que variar todo al mismo tiempo no permite sacar ninguna conclusión. De este modo, si los niños realizan experimentos en los que cambian varios factores a la vez, corren el riesgo de obtener resultados muy distintos de un grupo a otro. Cuando se pongan en común los resultados, el maestro, mediante sus preguntas, ayudará a los niños a cobrar consciencia de esta dificultad. Luego, es importante darles herramientas para que lleguen a elaborar protocolos "correctos". Pueden darse varias posibilidades: enseñar a los niños a hacer tablas en las que se indicarán los valores de los diferentes factores y comentarles que los valores de esos factores serán idénticos de una línea a la otra, salvo aquél que se pretende comprobar, o bien colocar en un trocito de cartulina etiquetas¹² que indiquen 1) la pregunta sobre la que trata el experimento, 2) la lista de cosas que pueden variar, 3) el nombre de la variable que se quiere variar y, finalmente, 4) la lista de las variables que no deben cambiar.

g) ¿Cómo tener en cuenta los resultados obtenidos por cada alumno, relacionarlos con las hipótesis de partida y llegar a una síntesis?

Después de cada investigación o experimentación, es importante hacer un balance de lo que se ha obtenido y relacionarlo con las hipótesis e ideas de partida. Se entablará, al respecto, una discusión colectiva, animada por el maestro, quien procurará que cada cual pueda expresarse y que se respeten todos los puntos de vista. Los resultados experimentales y la argumentación son los que permiten zanjar las posibles divergencias y no el número de partidarios de una u otra opinión, ni la voz de los "líderes".

Para que no haya controversia sobre los resultados experimentales, es importante que el profesor procure que los experimentos se realicen varias veces, cosa que hará el mismo grupo o dos grupos diferentes, con el fin de verificar que no se ha cometido ningún error experimental, lo que da mayor fiabilidad a los resultados y, de paso, ¡legítima el derecho a equivocarse! Puede ocurrir que haya que volver a repetir un experimento...

Durante las etapas anteriores, el niño se construye un saber (o conjunto de saberes) que, si el maestro no va más allá, corre el riesgo de fragmentarse, tornarse frágil e, incluso, efímero. El balance y la síntesis de los resultados experimentales o de las

¹² W. Harlen, 2004. *Enseigner les sciences : comment faire ?* - Collection La main à la pâte, Le Pommier Eds, 220 pp.

investigaciones documentales permiten a los niños estructurar lo que han descubierto y empezar a construirse un verdadero saber, más sólido y con sentido. No hay que olvidar que esta síntesis tiene sentido para el niño porque ha vivido todas las etapas anteriores. Dicha síntesis no podría, sin embargo, conducir de forma segura a un saber incuestionable sin que, guiada por el maestro, la clase confrontara sus resultados con lo que se denomina “el saber establecido”, el que se encuentra en los libros.

h) Confrontación con el “saber establecido”.

Esta confrontación resulta indispensable, tal y como lo muestra el siguiente ejemplo sacado de la vida real:

Una clase experimenta sobre el tema de las “mezclas entre sólidos y líquidos” (en términos eruditos: la disolución). Al final de la sesión, los cuadernos de varios grupos tienen como conclusión “*la sal y el agua no se mezclan*”.

El maestro no se inmuta ante lo que considera “el resultado de los niños” y prevé para la próxima sesión otro tipo de actividad.

¿Qué ha pasado? Por una cuestión de ahorro, el maestro había dado consignas sobre las cantidades de sólido a utilizar, pero no sobre las de líquido. Los grupos que utilizaron muy poca cantidad de agua, evidentemente, constataron que, incluso después de agitar, quedaba sal en el fondo del recipiente. No cabe duda de que el punto débil de esta conclusión es su *carácter general*. Una sesión posterior, en la que se habría recomendado aumentar progresivamente las cantidades de líquido habría conducido a las conclusiones “correctas”, es decir conformes al *saber establecido*, aquél que puede conocerse en las obras de referencia (en el caso considerado, la cantidad de sólido que puede añadirse a una solución no puede superar un determinado valor: alrededor de 360 gramos de sal común por litro de agua a temperatura ambiente); esto demuestra la importancia de las obras de referencia para el maestro.

El enfoque pedagógico preconizado a la vez se parece y no se parece al de un investigador. Los niños, para “descubrir” fenómenos y propiedades de la naturaleza experimentan y confrontan entre sí sus conclusiones, tal como lo hacen los investigadores de la comunidad científica. Pero, a diferencia de éstos, los niños no tienen que descubrir fenómenos y leyes todavía desconocidas por la comunidad científica: todo lo que un niño aprende en la escuela es de sobra conocido por dicha comunidad.

V- La elaboración de escritos

La elaboración de escritos engloba varios documentos diferentes: textos, dibujos, esquemas, gráficos, tablas, carteles, etc..

Se invita a los alumnos, individualmente o en grupo, a producir escritos (textos, dibujos, esquemas, gráficos) que son aceptados tal cual y so utilizados en clase como medios para aprender mejor. Cada alumno posee un cuaderno de experimentos que contiene, en general, tres tipos de escritos muy distintos: los escritos individuales, los intermedios y los colectivos, los dos primeros son libres, poco organizados, al menos al comienzo. Poco a poco, con ayuda del maestro, pero también gracias a la autocorrección, el alumno organiza sus notas, mejora su ortografía y su expresión escrita.

a) **Los escritos individuales:** según la edad de los niños, esta parte individual comprende dibujos (esencialmente para los niños de 5-6 años, que no saben todavía leer ni escribir), esquemas, textos diversos, un protocolo experimental, el material necesario, una hipótesis y lo que el alumno piensa hacer o ver, teniendo en cuenta el experimento realizado, los resultados.

El objetivo de este tipo de escritos es ayudar al alumno no sólo a recordar sino también a estructurar su pensamiento. Con frecuencia, al escribir es cuando nos vemos obligados a reflexionar. Un maestro señala a este propósito: *"Cuando los alumnos habían escrito poco, no habían reflexionado lo suficiente y el debate que se entablaba para validar las hipótesis en los intercambios colectivos orales era pobre, sin esta fase de escritura"*. Por lo tanto es muy importante que cada niño haga uso de ella, sin temor a ser juzgado por el maestro (faltas de ortografía, contrasentidos, dibujo incompleto o con demasiados adornos, conclusión errónea...) y comprenda que se trata de un soporte para la actividad científica. Esta es la razón por la que *nosotros* proponemos no juzgar los escritos individuales en ese estadio ni corregirlos en un primer tiempo. Hay una condición, no obstante: el niño ha de poder releer lo que ha escrito.

¿Cómo hacerlo?

Reservar momentos (no demasiado largos) para que cada alumno escriba en su cuaderno. Esto puede consistir en pedir que dibujen un esquema experimental, que hagan previsiones, justifiquen su previsión (por ejemplo prever si un objeto determinado va a hundirse o flotar e intentar decir por qué), y elaboren un protocolo experimental, etc.).

b) **Los escritos intermedios.** En general, estos escritos son grupales y suelen servir para comunicar a los otros lo que el grupo piensa y/o hace. Por lo tanto, es un tipo de escrito más trabajado en cuanto a la forma que el individual, puesto que los otros alumnos de la clase deben poder leerlo y comprenderlo. Se presenta en distintos formatos: cartel, informe de grupo, etc. y, en principio, no debería contener faltas de ortografía, pero puede haber dibujos inacabados, contrasentidos y conclusiones erróneas.

¿Cómo hacerlo?

Cada vez que los alumnos trabajen en grupo, hay que pedirles un escrito preciso: escribir un cartel, un protocolo experimental, un dibujo para realizar un objeto técnico....

c) **Los escritos de la clase o escritos colectivos.** Se trata de escritos por toda la clase con ayuda del maestro, que colabora en la formalización y organización y que procura que los escritos no se alejen del saber establecido por la comunidad científica. Estos escritos poseen estatuto de "saber" (es el equivalente del resumen que, con frecuencia, es dictado por el maestro pero que, en este caso, es elaborado por la clase y el maestro) y se distinguen de los otros por el color de la hoja o de la tinta utilizada o porque están encuadrados, o en un cartel... La exigencia sobre el respeto de las reglas ortográficas y sintácticas debe ser, en este caso, muy grande.

Todos estos escritos permiten al niño darse cuenta de los progresos que ha hecho, de recordar lo que se ha hecho y de constatar la evolución de su pensamiento a lo largo del año, e incluso de varios años sucesivos. Por otro lado, mediante la lectura de los escritos individuales e intermedios, el maestro puede seguir el proceso personal del alumno y del grupo, conocer ideas previas, ensayos, errores y progresos. Con frecuencia, al leer este cuaderno el profesor se da cuenta de que una noción, que creía bien asimilada por toda la clase, se ha comprendido de modo totalmente distinto; así pues, esta lectura le permite organizar y modificar el contenido de las sesiones de clase antes de llegar a la evaluación, que puede acontecer varias semanas después. Sin embargo, es necesario estar atento para no transformar por completo una clase de ciencias en un curso de lengua y actuar de manera que las actividades científicas den al alumno una ocasión suplementaria para ejercitarse en la práctica de exposiciones escritas y orales y reforzar sus competencias en lengua.

¿Cómo hacerlo?

Cuando los niños son pequeños, y todavía no saben escribir, el maestro les pide que representen lo que han visto o hecho. Ahora bien, a menudo, esos mismos niños representan, además de los objetos estudiados, el Sol, las flores, la maestra... Para que los niños comprendan lo que deben representar, hay que precisar claramente las preguntas que se les hace. Por ejemplo, si niños pequeños trabajan las sombras, para que se focalicen en el material y no en la maestra, habrá que pedirles que expliquen lo que se necesita para obtener sombras.

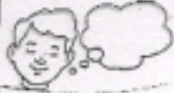
Asimismo, más adelante, cuando trabajan sobre el tema de la electricidad, al comienzo representan una pila, una bombilla e hilos que van a parar a cualquier lugar de la bombilla. Cuando se les pide que dibujen los montajes que funcionan (la bombilla brilla) y los que no funcionan (la bombilla no brilla) ellos mismos se dan cuenta de la importancia del casquillo y del contacto de la bombilla.

A niños de 5 años, es posible proponerles estructurar el cuaderno como muestra la ilustración siguiente: estos niños están acostumbrados a hacer dibujos que corresponden a preguntas precisas

MELANGES DE LIQUIDES



Que va-t-il se passer si on met dans **un** verre de l'eau et du sirop ?



Ce que je pense :



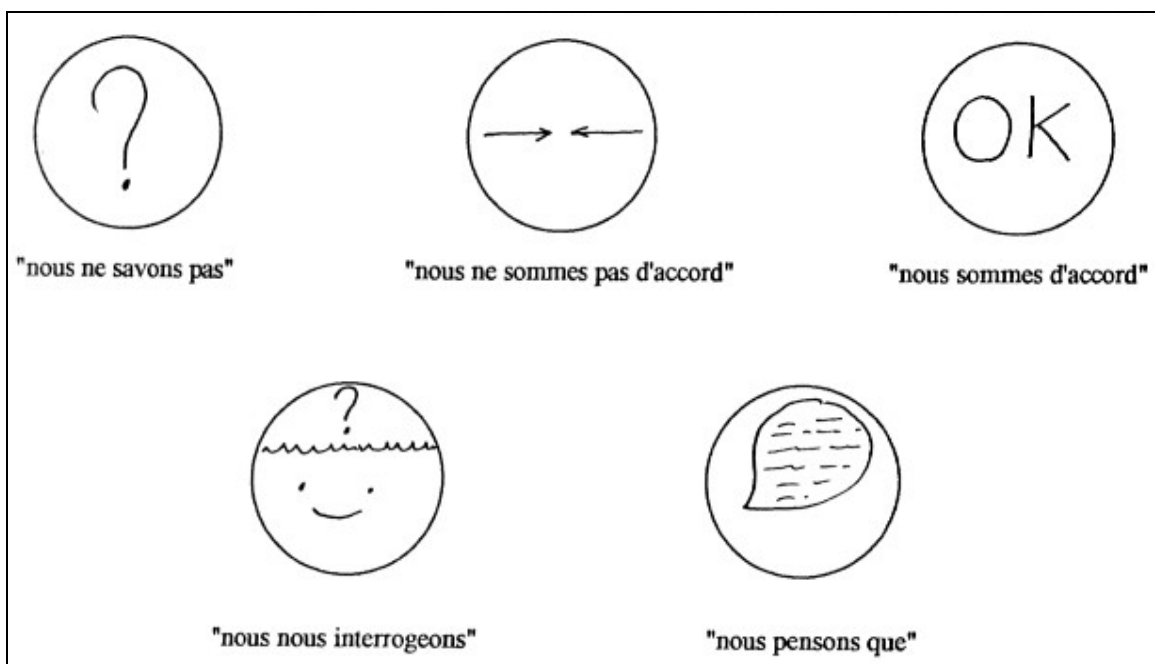
Ce que je fais :



Ce que j'observe :

Ecole de Montmorency

Otros maestros utilizan también una codificación diferente según las edades, como indica la ilustración siguiente, lo que ayuda a estructurar el cuaderno, tanto la parte individual como la colectiva:



Circunscripción de Mâcon- Evelyne Villard

Otros maestros pueden también colgar en su clase un documento más completo al que tanto maestro como alumnos se remitan constantemente (cf. Anexo 2).

Relación entre escritos individuales, intermedios y colectivos

Veamos, a título de ilustración, dos ejemplos:

- Un maestro pide a sus alumnos que tomen la temperatura de un cubito de hielo a lo largo del tiempo y que anoten individualmente los resultados de la medición. El maestro constata entonces que esos resultados se presentan de cualquier manera. Reagrupa algunas presentaciones sobre una misma hoja y pide a los alumnos, reunidos en pequeños grupos, que trabajen sobre esas representaciones para poner de manifiesto lo que falta, lo que es importante hacer aparecer y cómo hacerlo. Una puesta en común permite establecer colectivamente una forma de presentar los resultados (una tabla), presentación que después será utilizada fácilmente por todos los alumnos de la clase. Este trabajo requirió tiempo pero lo aprendido ahí queda, puesto que a continuación todos los alumnos, según sus cuadernos, presentaron los resultados de medición de forma correcta.

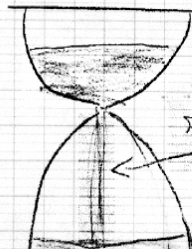
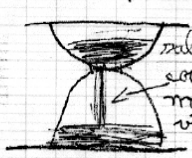
- Asimismo, es posible pedir a alumnos más mayores (9-10 años) que escriban un informe individual de un experimento, sin que el maestro dé ninguna consigna. El resultado varía mucho: informes de tres líneas, otros con dibujos y poco texto o lo contrario.... También en este caso, el maestro puede elegir algunos informes muy diferentes y pedir a grupos de alumnos que trabajen sobre uno de ellos y pongan de manifiesto lo que falta, lo que debería aparecer, etc. La puesta en común permitirá elaborar colectivamente lo que debe contener un informe. También en este caso podemos pensar que esto requiere tiempo, pero lo adquirido no es nada desdeñable.

Ejemplo de escritos individuales y colectivos

A la izquierda vemos un extracto del cuaderno de Sidonie, de una escuela de Bergerac-Francia, quien, como el resto de alumnos, observó relojes de arena y escribió lo que había observado y las preguntas que se hacía. Tras esto, los niños pusieron en común sus observaciones y reflexiones (a la derecha).

Escrito individual

Escrito colectivo

<p style="text-align: center;"><u>Les sabliers</u></p> <p><u>Observe et compare puis note tes idées.</u> ce que je remarque - ce que je pense)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① Le sable peut avoir plusieurs largeurs de grains ② Il y a des sabliers plus long que d'aut ③ Il y en a qui on des plus gros trous ④ Les différentes couleurs peuvent changer la vitesse a l'aquelle le sable coulent <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Les sabliers n'on pas toujours la même quantité de sable</p> <p>sable qui coulent</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>sable qui coulent moins vite</p> </div> </div> <p>⑤ Les sabliers qui coulent de moins vite au plus vite :</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; border: 1px solid black;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black;"></div> </div>	<p style="text-align: center;"><u>Les sabliers</u></p> <p>après l'utilisation nous observons des différences</p> <p><u>Problème:</u> Comment expliquer que des sabliers durent plus ou moins longtemps?</p> <p>Hypothèses de la classe.</p> <p><u>Peut être que cela dépend de :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ① La quantité de sable ② la largeur de goulot ③ la grosseur des grains de sable ④ la taille du sablier ⑤ la présence de certains colorants ⑥ la masse de la poudre. <p><u>Pour vérifier, nous allons faire des expériences.</u></p> <p><u>Il nous faut fabriquer des sabliers</u></p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

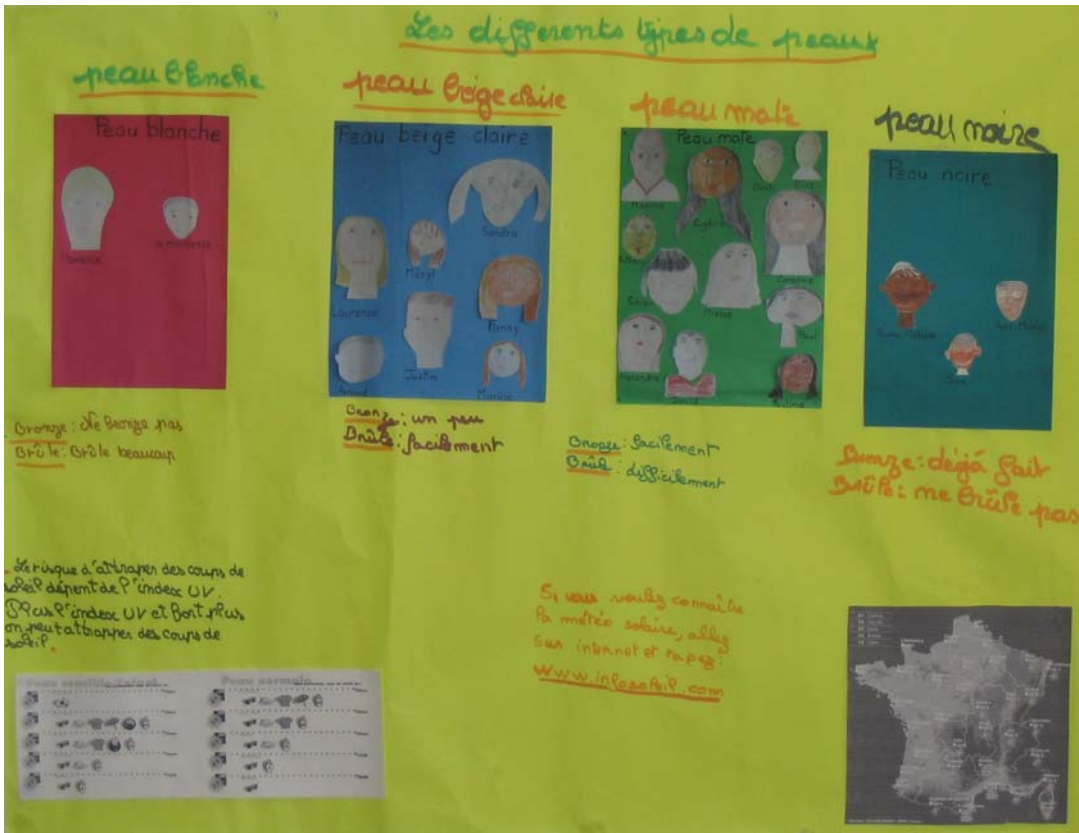
Aquí vemos un escrito intermedio y otro colectivo realizados por alumnos de 3^{er} ciclo con motivo del módulo “Vivir con el Sol”

Escrito intermedio



Escuela A. Pajeau, Antony - Francia

Escrito colectivo



Escuela A. Pajeau, Antony - Francia

VI - La evaluación

La enseñanza implica la evaluación. No hablaremos aquí de evaluación "sumativa", es decir de evaluación que acaba en notas y clasificaciones. Aquí sólo hablaremos de la evaluación que algunos denominan formativa, es decir que ayuda a los niños a aprender y que no es un examen, vivido con frecuencia como una sanción. El profesor, una vez se ha dado cuenta de cómo los niños efectúan sus observaciones, expresan sus predicciones, sus explicaciones y sus protocolos experimentales, tiene mucha información sobre el grado de comprensión de una determinada noción, sobre algunas de sus aptitudes, etc.. Desde ese punto de vista, el cuaderno de experimentos es una herramienta que puede ser muy útil. Pero independientemente del cuaderno, esto es algo que puede apreciarse en cualquier momento. Volvamos al ejemplo de la electricidad.

Es posible, en particular:

- proponer a los niños una hoja con diferentes esquemas de montaje de una pila y de una bombilla y preguntar cuáles funcionan y cuáles no. Esta pregunta puede considerarse una evaluación. Si a continuación, después de haber respondido, los niños pueden comprobar efectivamente los montajes propuestos, se verán obligados a identificar sus éxitos y sus errores y a hacer un balance de lo que han comprendido.

- Dejar que los grupos de niños realicen montajes eléctricos sencillos, y pedirles que dibujen todos los montajes realizados, incluyendo los que no funcionan. A continuación, pedir a los otros grupos que verifiquen las afirmaciones mediante la realización de los montajes dibujados, lo que permitirá a los niños poner de manifiesto de forma fehaciente lo que han comprendido y lo que todavía no queda claro.

Este tipo de evaluación resulta muy eficaz cuando el maestro la utiliza para mejorar su enseñanza, para hacerle al niño un comentario que no sea una valoración, para permitir al niño autoevaluarse, para implicarlo en decisiones que afectan las siguientes etapas del trabajo, etc..

VII - FAQ¹³

Examinemos ahora algunas de las preguntas más frecuentes de los maestros.

1- ¿Cómo poner en marcha un nuevo tema?

A menudo, se dice que el interés del niño debe ser central en estas actividades de investigación. Esto no quiere decir que, obligatoriamente, haya que partir de los centros de interés a priori de los niños. De la misma manera, prever una puesta en escena para que un niño en particular se preocupe por el tema no garantiza la movilización de toda la clase sobre el tema en cuestión. Es posible poner en marcha un tema de manera relativamente artificial, a condición de suscitar las preguntas de los niños.

2- ¿Deben tolerarse las faltas de ortografía en el cuaderno de experimentos?

Desde el momento en que los alumnos producen ellos mismos escritos, es normal que haya errores, en especial, ortográficos y gramaticales, ya que estos errores reflejan el hecho de que no son capaces de hacer lo que todavía no han aprendido... Si es el maestro el que corrige, no es muy probable que ello tenga como resultado un progreso del alumno. Es preferible que sea el propio alumno el que se encargue de ello. Pero entonces se corre el riesgo de transformar las

¹³ Preguntas y respuestas extraídas

1- del libro « Guide des formations adaptées à la mise en œuvre des programmes rénovés de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire ». Ministère Education Nationale. Francia,

2- de un documento en línea en:

http://gdes74.edres74.ac-grenoble.fr/rubrique.php3?id_rubrique=30

actividades científicas en sesiones de ortografía y de que los alumnos caigan en la lasitud (incluso en el bloqueo). Por lo tanto, resulta necesaria cierta tolerancia. No obstante, ir demasiado lejos en esa dirección tendría el efecto perverso consistente en dejar creer a los alumnos que sólo deben preocuparse de la ortografía en las clases de lengua. Se les privaría de una ocasión suplementaria para ejercitar su atención ante las reglas ortográficas que tienen que conocer, reconocer y aplicar. Para ir dominando la ortografía poco a poco, al final de la escuela primaria, hay que dedicarle un esfuerzo permanente, y esto incluye las actividades científicas. La competencia del maestro consiste en ejercer una exigencia razonable sobre sus alumnos:

- lo suficientemente fuerte para no tolerar una escritura que no se preocupe, en absoluto, de los aprendizajes en curso o pasados en el ámbito de la lengua. Se trata de desarrollar automatismos de funcionamiento/comportamiento de redactor.

- pero lo bastante mesurada para no apartar a determinados alumnos de las ganas de escribir que, a menudo, se manifiesta en las actividades científicas.

Observación : es aconsejable informar a los padres de las “reglas del juego” adoptadas en el cuaderno de experimentos para que no interpreten la presencia de errores como laxismo, incluso como incompetencia por parte del maestro.

3- ¿Cómo basarse en los conocimientos adquiridos con anterioridad de los alumnos procedentes de clases distintas?

Una de las soluciones reside, en parte, en las herramientas creadas para asegurar la continuidad de los aprendizajes de una clase a otra, incluso de una escuela a otra. El cuaderno de experimentos que el alumno conserva durante su escolaridad, es una de esas herramientas.

El cuaderno diario del maestro, las progresiones y programaciones son también herramientas de continuidad que podrán dar información al maestro sobre lo que se ha tratado con anterioridad.

Por último, a lo largo de la propia secuencia, es posible a menudo poner de manifiesto varios cuestionamientos o varias componentes del mismo cuestionamiento, lo que permite que alumnos con conocimientos distintos trabajen sobre un mismo tema.

4- ¿Cómo desechar las argumentaciones erróneas sin desechar a los propios autores?

Esta pregunta plantea el problema de la amalgama con frecuencia establecida entre autor e idea expresada. El espíritu científico consiste, entre otras cosas, en distinguir el contenido (la hipótesis, por ejemplo) del continente (el autor de la hipótesis). Podemos afirmar que hacer gala de un espíritu científico es admitir casi como constitutivo el derecho al error y al ensayo, frutos ambos de un pensamiento siempre fundado, incluso si resulta ser inexacto o incompleto. Por lo tanto, compete al maestro no tener en cuenta sistemáticamente todas las proposiciones erróneas pero tampoco rechazarlas de forma sistemática. Algunas permitirán que el estudio en curso pueda avanzar. Por otro lado, las relaciones establecidas en la clase entre todos sus componentes humanos deben permitir acoger todas las proposiciones y su tratamiento sin juzgar a las personas, sino poniendo el saber cuestionado a prueba. La postura profesional del maestro es fundamental en este aspecto.

5- ¿Qué hacer si los alumnos no hacen preguntas?

Las preguntas pueden venir del maestro, pero hay que prever un cuestionamiento lo suficientemente abierto para que no bloquee a los alumnos y lo bastante complejo para que no encuentren la respuesta de inmediato (véase lo dicho más arriba sobre este punto)

6- ¿Qué hacer cuando un alumno da de inmediato la solución a toda la clase (por ejemplo durante un debate)?

Tomarla como hipótesis al igual que las otras. Que un alumno enuncie la solución, no reemplaza el debate ni la experimentación. Permanecer neutral, imperturbable.

7- Preguntar sus hipótesis a los alumnos es una idea interesante, pero ¿no se corre el riesgo de encontrarse con un gran número de hipótesis distintas? ¿hay que verificarlas todas? ¿es posible?

Hay que hacer que todas emerjan, pero pocas veces es deseable verificarlas todas.

Las hipótesis deben discutirse. La elección entre las que hay que tratar y las que pueden rechazarse debe explicarse a los alumnos: algunas no son verificables, otras pueden ser momentáneamente separadas para la argumentación.

Algunas hipótesis pueden dejarse de lado momentáneamente mientras se experimenta otra. Algunas veces, la experimentación revela inútil volver sobre la hipótesis que se había dejado de lado.

8- ¿Cómo gestionar lo mejor posible el ruido, la excitación, el desorden que suele ocasionar una actividad experimental?

Adquirir un comportamiento adaptado es un aprendizaje que no sólo concierne a las ciencias. Se requiere una práctica regular.

El maestro debe haber fijado objetivos comportamentales y, por lo tanto, pretender una progresión en sus alumnos.

Pero hay que adaptar los objetivos al comportamiento inicial de los alumnos y a su edad. Por lo tanto, debe elegir la actividad experimental teniendo en cuenta el comportamiento de su clase.

Prever una buena organización del espacio, del material y del tiempo. La fase experimental debe ser corta al principio (hay que saber parar, incluso si los grupos no han terminado);

Recordar constantemente las reglas de comportamiento de la clase. Estar presente, circular por la clase. No darse por vencido.

Los alumnos necesitan hacer experimentos; son un componente importante del desarrollo del pensamiento.

9- Los alumnos no saben trabajar en grupo. Entonces, ¿no es muy difícil enseñar ciencia?

Hay que considerar el trabajo en grupo como un verdadero aprendizaje.

Para ello, no hay que dudar en mover las mesas para que todos los alumnos y el maestro estén bien instalados. Asignar roles a cada miembro del grupo (presidente, secretario, responsable del material, etc.).

No dudar en continuar si las primeras sesiones no han sido ejemplares: es el precio a pagar por aprender.

Imponer un cierto número de reglas que es importante observar, como

- los roles
- la división precisa del tiempo
- las consignas: lo que los niños deben hacer y producir
- una señal si el nivel sonoro es muy elevado

variar las demandas de producción de los grupos (hacer un texto, un esquema, un cartel, una exposición, hipótesis, investigación documental, responder a un cuestionario).

Anexo 1

Ejemplo de progresión del módulo: los circuitos eléctricos (a partir de 8 años)

1ª etapa: ¿Cómo encender una bombilla con una pila plana (4.5 V, ref R12) y sin hilos?
(primer enfoque de noción de circuito cerrado que insiste sobre todo en la necesidad de contactos)

En ciertos países, esas pilas no están disponibles. En ese caso, pasar directamente a la 3ª etapa.

2ª etapa: ¿cómo encender una bombilla con una pila plana e hilos?
(segundo enfoque de circuito cerrado)

3ª etapa: ¿cómo encender una bombilla con una pila redonda? y ¿qué hay en una bombilla?

(tercer enfoque de circuito cerrado: cadena continua de conductores que forma un bucle)

4ª etapa: ¿cómo encender y apagar una bombilla sin tocar los hilos? Interruptor-función y fabricación

(en cuanto se abre el circuito, la bombilla no brilla. Reforzar la noción de circuito cerrado)

5ª etapa (facultativa) de aplicaciones como

- suministrar diferentes pilas y bombillas, algunas que funcionen y otras no y encontrar las que funcionan y las que no
- considerar un circuito serie con varias bombillas y ver lo que ocurre si se desenrosca una bombilla

6ª etapa: ¿cómo saber si la electricidad atraviesa o no el circuito? (noción de conductores y de aislantes y aplicación a los problemas de seguridad)

7ª etapa (facultativa). ¿Cómo hacer para que, si se retira una bombilla del circuito, las otras bombillas no se apaguen? (noción de circuitos derivados)

8ª etapa: aplicaciones diversas a elegir

- fabricar un payaso con nariz roja y que se encienda cuando los brazos se toquen (refuerzo de la noción de circuito cerrado)
- construir un juego de “preguntas–respuestas” (refuerzo de las nociones de circuito cerrado y abierto)
- electrificar una casa de muñecas
- hacer que cada grupo de niños construya circuitos eléctricos ocultos y pedir a los otros niños que descubran el circuito "oculto".
- etc.

Otro ejemplo de progresión de módulo “¿En qué se convierten los alimentos que comemos?” (8-11 años)

1ª etapa: comer (por ejemplo una manzana o pan)
observar y describir lo que pasa y lo que se siente al masticar
(primer enfoque de la noción de digestión)

2ª etapa: beber (por ejemplo agua)
dibujar el trayecto de los alimentos en el interior del cuerpo, tal como se imagina
(primer enfoque de la noción de tránsito)

2ª etapa bis (*facultativo*): disecar un animal (por ejemplo un conejo o un pollo) observar donde se encuentran los alimentos transformados

(*refuerzo de las nociones de digestión y de tránsito*)

En los países en que las disecciones están autorizadas por el Ministerio de Educación, dicha actividad resulta pertinente.

3ª etapa (facultativa): observar una película que muestre el trayecto de los alimentos en el tubo digestivo (refuerzo de la noción de tránsito)

4ª etapa (facultativa): realizar una maqueta a partir del perfil de la cabeza con elementos móviles de cartón articulados por medio de grapas que permitan construir un modelo sobre el funcionamiento de la deglución

(*refuerzo de la noción de tránsito*)

5ª etapa: realizar un modelo con pelotas de ping-pong y medias de nylon para explicar cómo avanzan los alimentos de la boca al intestino

(*refuerzo de la noción de tránsito*)

6ª etapa: comparar la masa de desechos con la masa de alimentos entrante, si es posible a partir de la cría de un animal, plantear hipótesis para explicar las diferencias constatadas

(*primer enfoque de la noción de absorción intestinal*)

7ª etapa: construir un modelo sobre el paso de los alimentos a través de la pared intestinal a la sangre utilizando una media de nylon y una mezcla de alimentos (por ejemplo manzana cortada en trozos de distinto tamaño en suspensión en el agua y una cubeta para recuperar lo que sale de la media)

(*refuerzo de la noción de absorción intestinal*)

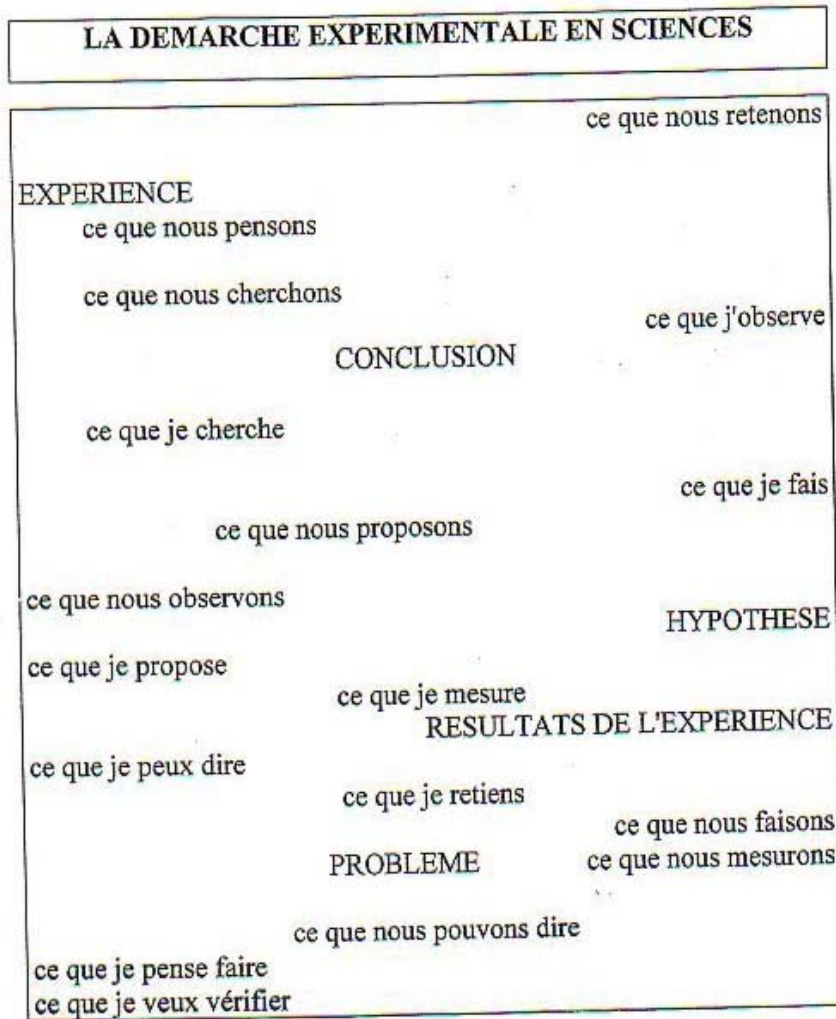
Conclusión:

En total, se han explorado 3 nociones biológicas a lo largo de este módulo:

1) Digestión (es decir la **transformación de los alimentos** en trozos muy pequeños).

2) Tránsito de los alimentos (es decir el **desplazamiento** de los alimentos en curso de transformación desde la boca hasta el ano).

3) Absorción intestinal (es decir el **paso a la sangre de alimentos** lo bastante pequeños a través de la pared del intestino; los trozos grandes quedan atrapados en el intestino y serán evacuados en forma de heces).



La démarche expérimentale en sciences (extrait d'une page de présentation du cahier d'expériences), Ecole des Sciences, Annexe 1.

Ecole des Sciences de Bergerac

CUADROS Y TEXTOS MAQUETADOS :

P.17

Mezcla de líquidos
¿Qué pasará si ponemos jarabe en un vaso de agua?
Lo que pienso:
Lo que hago:
Lo que observo:

P.18

“no sabemos”
“no estamos de acuerdo”
“estamos de acuerdo”
“nos preguntamos”
“pensamos que”

P. 19

Image de gauche :

Les sabliers	Los relojes de arena
Observe et compare, puis note tes idées (ce que je remarque-ce que je pense)	Observa y compara; a continuación escribe tus ideas (lo que observo-lo que pienso)
1) Le sable peut avoir plusieurs largeurs de grains	1) Los granos de arena pueden tener diferentes grosores
2) Il y a des sabliers plus longs que d'autres	2) Algunos relojes de arena son más largos que otros
3) Il y en a qui ont des plus gros trous	3) Algunos tienen agujeros más grandes
4) Les différentes couleurs peuvent changer la vitesse à laquelle le sable coule	4) Los diferentes colores pueden cambiar la velocidad a la que cae la arena
Les sabliers n'ont pas toujours la même quantité de sable	Los relojes de arena no siempre tienen la misma cantidad de arena
sable qui coule	arena que cae
sable qui coule moins vite	arena que cae menos rápido
5) Les sables qui coulent du moins vite au plus vite	5) Las arenas que caen de la menos rápida a la más rápida

Image de droite :

Les sabliers	Los relojes de arena
Après utilisation, nous observons des différences	Tras la utilización, observamos diferencias

Problème : comment expliquer que des sabliers durent plus ou moins longtemps ?	Problema: ¿cómo explicar que los relojes de arena duren más o menos tiempo?
Hypothèses de la classe	Hipótesis de la clase
Peut-être que cela dépend de :	Quizás dependa de:
la quantité de sable	la cantidad de arena
la largeur du goulot	la anchura del cuello
la grosseur des grains de sable	el grosor de los granos de arena
la taille du sablier	el tamaño del reloj de arena
la présence de certains colorants	la presencia de determinados colorantes
la masse de la poudre	la masa del polvo
Pour vérifier nous allons faire des expériences	Para verificarlo, vamos a realizar experimentos
Il nous faut fabriquer des sabliers	Tenemos que fabricar relojes de arena

P. 20

Image du haut

piel marrón clara	piel oscura	piel negra
Se broncea un poco	Se broncea fácilmente	Ya está bronceada, marrón oscuro
Se quema fácilmente	Se quema difícilmente	No se quema

Image du bas

Los diferentes tipos de piel			
piel blanca	piel marrón clara	piel oscura	piel negra
Se broncea: no Se quema: mucho	Se broncea: Un poco Se quema: fácilmente	Se broncea: fácilmente Se quema: difícilmente	Se broncea: ya está bronceada Se quema: no se quema
El riesgo de coger una insolación depende del índice de UV. Cuanto más		Si queréis conocer la previsión de radiaciones solares, id a Internet, a	

alto es el índice de UV, más fácil es coger una insolación		www.infosoleil.com	
------------------------------------------------------------	--	--------------------	--

P. 26

La démarche expérimentale en Sciences	El método experimental en ciencias
ce que nous retenons	lo que recordamos
EXPERIENCE	EXPERIMENTO
ce que nous pensons	lo que pensamos
ce que nous cherchons	lo que buscamos
ce que j'observe	lo que observo
CONCLUSION	CONCLUSIÓN
ce que je cherche	lo que busco
ce que je fais	lo que hago
ce que nous proposons	lo que proponemos
ce que nous observons	lo que observamos
HYPOTHESE	HIPÓTESIS
ce que je propose	lo que propongo
ce que je mesure	lo que mido
RESULTATS DE L'EXPERIENCE	RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA
ce que je peux dire	lo que puedo decir
ce que je retiens	lo que recuerdo
ce que nous faisons	lo que hacemos
PROBLEME	PROBLEMA
ce que nous mesurons	lo que medimos
ce que nous pouvons dire	lo que podemos decir
ce que je pense faire	lo que pienso hacer
ce que je veux vérifier	lo que quiero verificar

El método experimental en ciencias (extracto de una página de presentación del cuaderno de experimentos), Escuela de Ciencias, Anexo 1
Escuela de Ciencias de Bergerac