

LA MALETA DE LA CIENCIA: UNA PROPUESTA PARA TODOS

Enric Ramiro Roca

IES Guadassuar-Universitat Jaume I de Castelló

1. Una ojeada a la ciencia escolar

El aprendizaje de la ciencia, igual que pasa con las otras disciplinas, ha sufrido durante mucho tiempo, y sufre, el predominio del modelo transmisivo. Las consecuencias de este panorama han sido más graves, si cabe, en unas materias donde la práctica es fundamental, como las relacionadas con la física, la química, o las ciencias naturales. Igualmente, ha predominado una tendencia hacia al tratamiento no problemático de los diferentes temas, con títulos que parecen etiquetas, definiciones que no entienden los alumnos y secuencias hechas a imagen de la epistemología que apenas tienen conexión con las estructuras cognitivas de los estudiantes.

Predomina una lógica disciplinar que sólo es comprensible para quien ya conoce el tema y trata aquello que el profesor sabe que después lo necesitaría. De esta forma, el alumno no entiende por qué está haciendo lo que hace, qué vendrá a continuación, cuánto se ha adelantado y lo que queda por adelantar, y como resultado de todo, no se siente motivado en absoluto. Un planteamiento que olvida la necesidad de partir de situaciones problemáticas para que el alumnado pueda sentirse implicado.

Pero, además, generalmente hay una separación bastante definida entre el estudio de los conceptos y sus prácticas; un ejercicio habitual que no guarda ningún paralelismo con la actividad científica real y representa un factor distorsionador en el proceso de enseñanza-aprendizaje. De hecho, la inmensa mayoría de los libros de texto se estructuran así, respondiendo a una tradición asumida acríticamente por la mayor parte del colectivo docente. Otra de las características comunes es la escasa atención a los

contenidos de tipo actitudinal que en el caso de la ciencia es fundamental, y además con el complemento de una propuesta de examen reducido a contenidos fácilmente mensurables y convertidos en finalidad. Este esquema rompe totalmente con la filosofía del proceso científico y orienta de forma errónea la actividad del profesorado y del alumnado.

Por lo tanto, aquello que proponemos es plantear los experimentos como un trabajo de investigación a través de preguntas sorprendentes adaptadas al alumnado de educación infantil y primaria. Las actividades están pensadas de forma abierta y creativa, dándole una gran importancia a sus ideas previas e inspirándose en el trabajo cotidiano de los científicos. Para conseguirlo, proponemos en cada uno de los experimentos que no falten los siguientes pasos:

- a) Debate sobre el interés de la propuesta si el trabajo es en equipo, o reflexión si se hace individualmente, después de leer el título y la reflexión de cada ejercicio.
- b) Estudio significativo de la situación con la formulación de preguntas y redacción de aquellas ideas que favorezcan la implicación del alumnado en el ejercicio a realizar y emisión de hipótesis.
- c) Elaboración y puesta en práctica de estrategias de resolución del experimento a partir de las ideas previas.
- d) Reformulación de sus pensamientos e hipótesis planteadas inicialmente a partir de ciertas pistas en forma de preguntas que se le ofrecen y que pretenden crear un conflicto cognitivo en su zona de desarrollo próximo; y redacción, si corresponde, de una nueva propuesta.
- e) Lectura de toda la información que se le ofrezca sobre la práctica, revisión del trabajo confeccionado hasta el momento, y estructuración de la nueva información.

- f) Análisis y comunicación de los resultados entre el grupo y, si se cree conveniente, con el resto de la clase, y planteamiento de posibles nuevos problemas.
- g) Difusión de la actividad a través de los diferentes medios de comunicación que se consideren oportunos: tablón de clase o del colegio, hoja informativa, revista escolar, blog, página web, intercambio con otros centros educativos, circular a padres y madres, BIM (Boletín de Información Municipal) del municipio, televisión local...

De esta forma, la evaluación es conceptualizada como un importante instrumento de ayuda para la progresión en la resolución de problemas planteados, y consigue integrarse plenamente en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje (POZO, J.I., GÓMEZ, M.A., LIMON, M. i SANZ, A., 1992).

2. La Maleta de la Ciencia: una propuesta buena, bonita y barata.

Podemos utilizar los experimentos que se proponen de formas muy distintas. En casa o en el campo, en el aula o en la universidad, bajo un puente o en una cueva, todos juntos o individualmente, tan sólo debemos proveernos de los materiales adecuados y leer la ficha que se especifica en el libro. Pero esta visión es muy pobre, tan sólo incidiríamos en los procedimientos y un experimento es mucho más. Un experimento es un camino de aprendizaje, un recorrido por el cual han pasado muchas personas que han seguido el proceso científico, el cual ha producido grandes inventos para la civilización y nos ha ayudado a tener una vida mejor.

Por lo tanto, es fundamental iniciar la práctica a partir de la pregunta que encabeza y da nombre a cada uno de los experimentos. Su respuesta intuitiva como lluvia de ideas, posiblemente reforzada por el apartado de motivación titulado “reflexión” nos ayudará

mucho a situarnos delante del problema. Seguidamente, es el objetivo el que aclara el trabajo a realizar, y los materiales serán las herramientas que nos facilitarán el trabajo que vamos a hacer. Esta es la parte más importante de todo el proceso, pues se trata de la parte de ensayo, de aproximación al camino científico y es donde se debe dedicar la mayor parte del tiempo previsto. Si nos sale mejor o peor, es secundario porque aquello más importante es practicar, es reflexionar, es analizar, es en definitiva, pensar.

Y después de manipular las herramientas, de probar y de comentar todo lo que hemos hecho con los demás, es cuando podemos comprobar si hemos llegado a la realización del experimento según nos propone el libro o hemos descubierto otras formas más o menos interesantes. Aquí es donde está la riqueza de la ciencia, en abrir caminos, en diversificar y en experimentar. Evidentemente, el apartado de práctica, nos facilitarán la comprensión del resultado y nos acompañarán hasta el final. En el siguiente epígrafe, las anotaciones, nos podremos enriquecer con muchas ideas sobre diferentes variantes o trucos para mejorar. Y por último, es muy importante darle un gran valor a la fase de recapitulación, para poner en común todo lo que hemos trabajado, reflexionado y debatido para beneficio del grupo, o pararse a reflexionar si el experimento lo he hecho de manera individual.

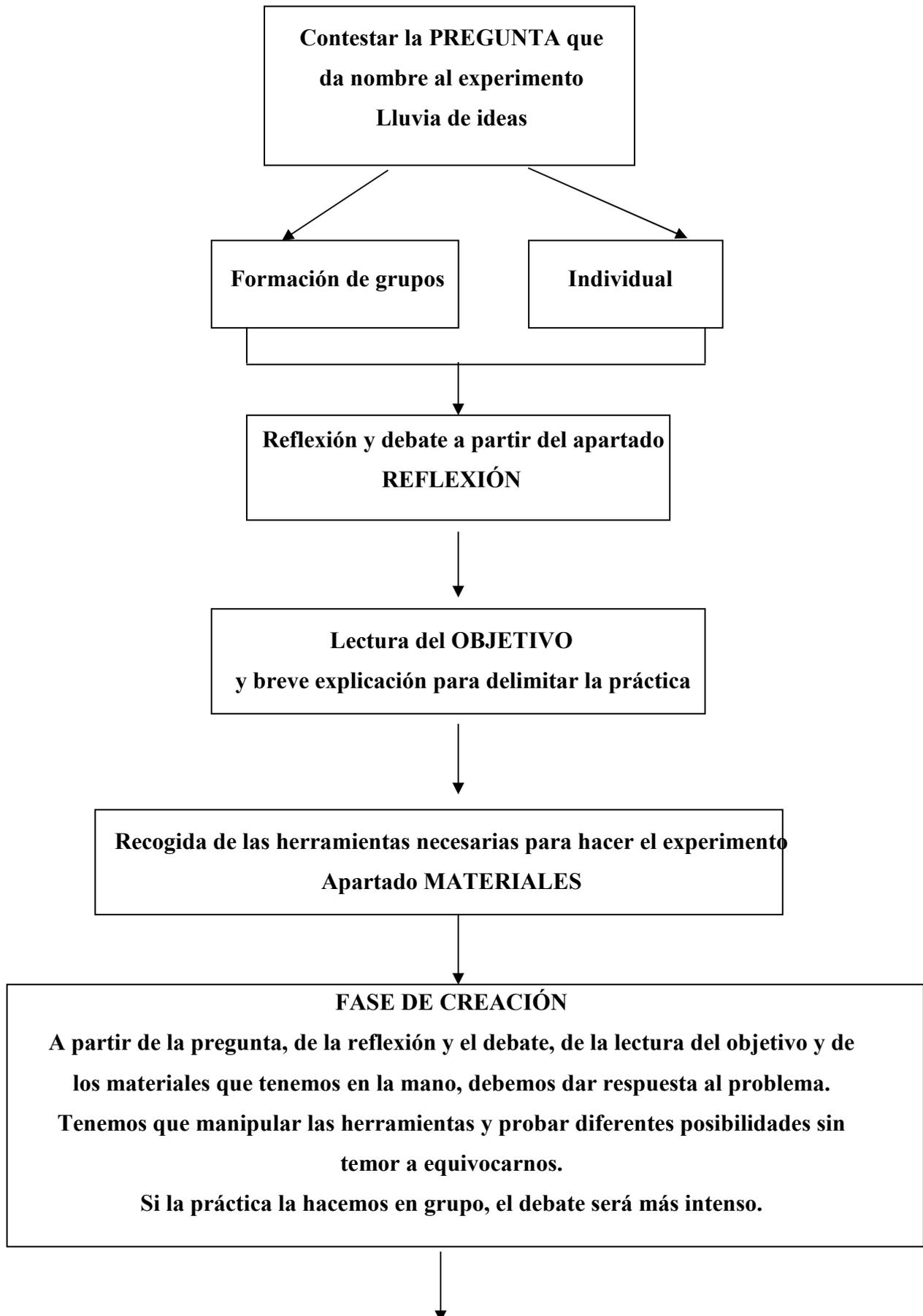
Por lo tanto, el inicio de la práctica se realiza con el modelo de aprendizaje como investigación partiendo siempre de las ideas previas, se continúa con la fase manipulativa y poco a poco y siguiendo el proceso científico, finaliza con la explicación del hecho realizado y objetivos que se habían marcado, así como su conexión con la vida cotidiana. En esta metodología es fundamental el aprendizaje autónomo, aunque depende de la programación del docente, puesto que no se trata de un método delimitado sino de un conjunto de recursos y técnicas abiertas a la experimentación y al contexto.

En cuanto a la metodología para el ejercicio de la actividad, se puede optar por hacer la práctica a solas, o con toda la clase realizando el mismo experimento (de forma individual o por grupos), para lo cual hará falta tener suficiente material y documentos a trabajar. Otra variante es hacer los experimentos en un rincón de trabajo permanente o temporal; y también nos pueden servir las propuestas como ejercicios individuales que nos facilitan el motivar o ayudar como refuerzo. Es muy importante hacer ver al alumnado que puede no haber una única solución, y que sus aportaciones son muy importantes. También conviene aprovechar esta situación para hacerlos comprender la importancia del error en el progreso de la ciencia y la importancia del proceso.

Asimismo, nos ha dado un resultado increíble la utilización de este proyecto científico en grupos de Atención a la diversidad, en alumnos con necesidades educativas especiales, en las aulas de acogida o en los intercambios de estudiantes. En este sentido, hemos desarrollado experiencias muy exitosas en intercambios del programa Comenius entre alumnos sin lengua en común de comunicación. Fue muy alentador ver cómo a través de la ciencia compartían, se comunicaban y pasaban unos ratos muy agradables al mismo tiempo que aprendían, y sobre todo porque recuerdan sus avances durante mucho más tiempo al trabajar de forma vivencial (ver RAMIRO ROCA, Enric, 2008).

Por lo tanto, y como norma general, el protocolo recomendado es el siguiente (ver fig. 2):

Proceso a seguir en la MALETA DE LA CIENCIA



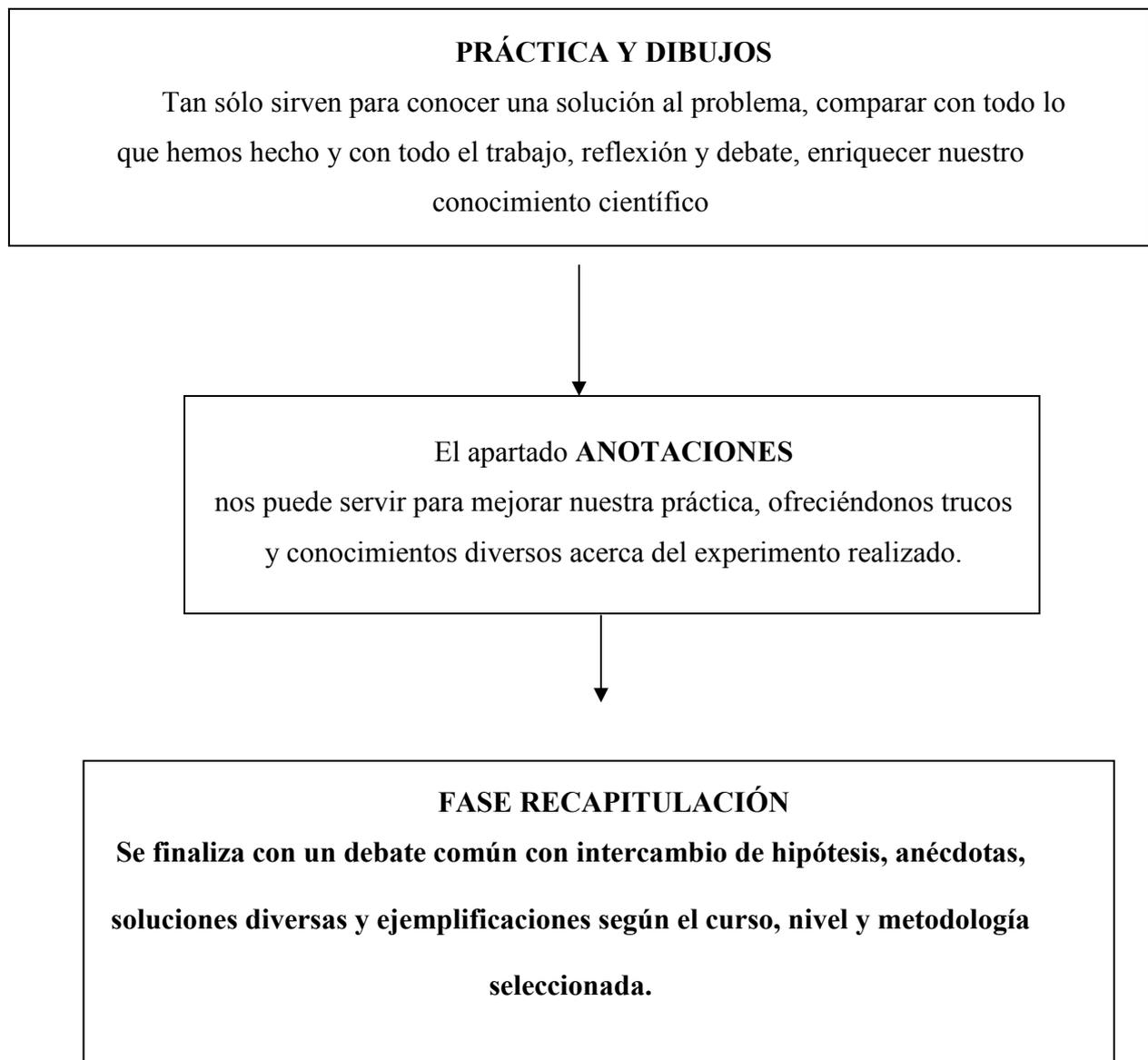


Fig. 2

Poco a poco podemos ir poniendo los materiales de cada uno de los experimentos en una bolsa transparente (ver fig. 3), con una etiqueta que indique el número y nombre de la práctica (por ejemplo: 2. ¿QUÉ GLOBO CORRERÁ MÁS?). De esa forma la tendremos preparada para cualquier ocasión que la necesitemos: enseñarla a alguien, llevársela de excursión, realizarla, guardarla para cuando haga falta... Cuando tengamos

varias, las podemos agrupar por objetivos, por dificultades, por interés,... En fin, personalizar y flexibilizar las diferentes propuestas que se hacen durante el libro. Además de los materiales que se indican en el apartado correspondiente, conviene poner en la bolsa algún papel para escribir el material que se ha roto o se ha acabado. De esa forma, con una rápida ojeada podremos actualizarlos rápidamente. Si queremos tener el kit más completo, podemos adjuntar la explicación del experimento que tenéis en el libro y la bolsa quedará completa para trabajar de forma autónoma.

En este sentido, es muy importante que primero se experimente de forma intuitiva con los materiales y se hagan las previsiones oportunas, el debate correspondiente y las anotaciones que se consideren. Y tan sólo al final, consultar la página del libro donde se explica la práctica para enriquecer los conocimientos que hemos adquirido tras nuestra manipulación y razonamientos. Para guardar todas las bolsas, se puede utilizar una bolsa de basura o un cubo bien grande, y si son para el aula y tenemos varios grupos o clases, las podemos usar de diferentes colores (ver fig. 4). De esta forma, el conjunto de propuestas cabe perfectamente en un rincón y las podemos usar durante mucho tiempo.



Fig. 3

Ejemplos de experimentos con bolsas núm. 1 y núm. 9 del Aire



Fig. 4

Ejemplos de organización de los materiales para los experimentos

3. Algunos ejemplos concretos.

2. ¿QUÉ GLOBO CORRERÁ MÁS?

Reflexión

Desde tiempos antiguos se ha aprovechado la fuerza que produce el aire. Los molinos de viento o los barcos de vela utilizan para su movimiento la fuerza que produce el viento.

Algunas veces, hacer una fuerza hace que provoque una reacción. Por ejemplo, si saltas encima de un skateboard, éste se mueve. Vamos a construir unos vehículos que, al deshincharse, avanzan.

Objetivo

Comprobar que el viento ejerce fuerza, puede mover objetos, y puede ejercer una presión.

Materiales

Dos globos, un hilo largo (aprox. 5 metros), una pajita, cinta adhesiva.

Práctica

- Pasa el hilo por el agujero de la pajita.
- Pon dos trozos de cinta adhesiva a la pajita, como se indica.
- Ata los dos extremos de parte a parte de la clase.
- Hincha el globo y mantén cerrado el agujero para evitar que el aire se escape.
- Sitúalo debajo de la pajita y engánxale los trozos de cinta adhesiva.
- Deja escapar el aire para que el globo “corra” sobre el hilo y se desplace.



Anotaciones

La experiencia puede realizarse por parejas o por grupos, y poner todos los hilos de parte a parte de la habitación de una forma parecida. De esta manera se pueden hacer carreras de globos.

Se pueden dar diversas inclinaciones a los hilos (más o menos diagonal e incluso del suelo al techo), hinchar más o menos, cronometrar el tiempo... y extraer conclusiones.

Al soltar la boca del globo el aire sale y el globo es impulsado en sentido contrario.

Observa que con poco aire y un globo largo, se puede recorrer más camino porque la forma influye en el desplazamiento de los cuerpos. Es decir, habrá menos fricción con el aire cuanto más estrecho sea el globo.

Si pones el globo perpendicular a la pajita, irá dando vueltas, y si está poco hinchado prácticamente no se moverá.

Puedes sustituir la pajita por una funda de bolígrafo vacía.

Las brazadas del nadador o las paladas de los remeros muestran como a cada fuerza de acción corresponde una fuerza de reacción. El impulso hacia detrás del brazo o del remo en el agua, provoca un impulso de igual intensidad en dirección opuesta y hace avanzar el nadador o la embarcación.

También puede servir para comprobar el funcionamiento de un avión a reacción o de propulsión a “chorro”.



3. ¿CUÁNTO AIRE TE CABE EN LOS PULMONES?

Reflexión

Hay personas más grandes y más pequeñas. Y también hay gente que tiene los pulmones más grandes y otros más pequeños. Pero no siempre hay una clara correspondencia como tendremos ocasión de comprobar con este experimento. Construiremos un aparato para medir el aire que nos cabe en los pulmones.

Objetivo

Medir aproximadamente la capacidad pulmonar de una persona (“ver” que respiramos aire y podemos medirlo).

Materiales

Tubo transparente, rotulador negro permanente, una botella de plástico grande o una garrafa (más grande o más pequeña según la edad del alumno), una pila, agua.

Práctica

- Llena la mitad de una pila con agua.
- Ahora llena la botella o garrafa.
- Coloca el tubo dentro.
- Pon la botella o garrafa dentro de la pila e intenta voltearla sin que se salga el agua.
- Inspira profundamente y deja salir el aire por el tubo.
- A medida que vaya entrando el aire a la garrafa o botella, irá vaciándose de agua.
- Haz tu marca y pásasela a otra compañera o compañero.
- Si se calibra la botella en las unidades de volumen adecuadas se puede medir el volumen de aire expirado.

Anotaciones

Se pueden hacer marcas en la garrafa previamente, llenando la garrafa de 0,1 litros en 0,1 litros y señalando con un rotulador permanente.

Si no dispones de una pila también se puede hacer con un barreño grande.

Por cuestiones de higiene, conviene preparar un adaptador al tubo por donde se sopla y cambiarlo después de cada uso.

Es una forma de comprobar que el aire ocupa un espacio, que es el que hace que el agua se desplace.





4. Un recurso al alcance de tod@s y gracias a much@s.

Para resumir y definir el proyecto explicado en las páginas anteriores nos gustaría anotar la palabra “sencillez”. Posiblemente por nuestra falta de formación científica académica u otras deficiencias personales, queremos aportar un sistema que facilite la alfabetización en la ciencia y que provoque su estima de una forma agradable. No se trata en absoluto de un sistema cerrado, sino de un conjunto de ideas a disposición de un profesorado que realmente es el protagonista de su práctica y éxito, y responsable de su contextualización. Con respecto al material confeccionado, nos atreveríamos a calificarlo de divulgativo al tiempo que plenamente correcto, y sobre todo muy flexible en su utilización además de económico (ver fig. 5).

Por estas razones, ofrecemos en nuestro proyecto un conjunto de 60 experimentos detallados, más otros brevemente señalados, y centenares de recursos de libros y webs, e información sobre centros de ciencia y planetarios del Estado español. Evidentemente no están todos los que son, pero sí son todos los que están.

Materiales que se utilizan

Aceite
Alfileres
Arroz
Barreño pequeño
Bolsa de basura
Bolsa de plástico
Botellas de plástico pequeñas
Botes de refresco
Calendario de bolsillo
Cartulina
Cinta adhesiva
Cerillas
Champú
Clips
Cuentagotas
Cordel
Cubo pequeño
Destornillador
Detergente
Embudo
Garrafa
Gasa
Globos grandes y pequeños
Goma elástica
Hilo de coser
Jabón líquido
Jeringuillas
Libros
Llaves
Pajitas
Palillos
Pañuelos de papel
Papel
Papel de aluminio
Pelotas de ping-pong
Percha
Pimienta negra
Pinzas para la ropa
Plastilina
Rotulador permanente
Servilletas de papel
Tarjeta postal
Tenedor
Tijeras
Tubo transparente adaptado a las jeringuillas
Vaso
Venda
Ventosa

Figura 5

Pero como pasa siempre, cualquier libro o proyecto no hubiera sido posible sin la colaboración de muchas personas. En nuestro caso, cabe destacar las orientaciones de los profesores Rafa García Molina de la Universidad de Murcia, Agustí Salvat de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona, y Daniel Gil de la Universitat de València que han supervisado cada uno de los experimentos propuestos desde el inicio del proyecto. Igualmente debemos agradecer a los compañeros de física y química de secundaria como Amalia Galdón, Josep Castells, Nelo Traver, Miguel Maravilla, Carlos Martínez, Verónica Silvestre, M^a José Cob, Aurora Jordán e Inma Sánchez por sus ideas y sugerencias, a Bru Bladoví por su ayuda en los temas informáticos y a Rafel Ferrandis y Pilar Morant por sus consejos lingüísticos.

Asimismo hemos podido dar a conocer el proyecto gracias a las ayudas y premios de Innovació Educativa de la Conselleria d'Educació de la Generalitat Valenciana y de los compañeros de Cefires como José Ramon Albert y Maria Giner del Cefire de Alzira, Vicent Giner del Cefire de Sagunt, Evarist Monfort del Cefire de Castelló-Vinaròs, Elisa Villar del Cefire de Vinaròs, Tomàs Queralt del Cefire de Torrent; Antonia Trompeta del Cefire de Benidorm-ext. Ondara, Vicent Galán del Cefire de València, Miquel Alandete del Servei d'Ensenyament en Valencià de la Conselleria d'Educació, Jaume Martínez Bonafé y Clara Arbiol de la Universitat de València; Pilar Benejam de la Universitat Autònoma de Barcelona, Sebastián Cardenete como director del Museo Principia de Málaga y todo el equipo docente, Maria Lucchetti de l'Escola d'Estiu Rosa Sensat de Barcelona y Marga Campins de l'Escola d'Estiu de Menorca; de directores de colegio como M^a Angeles Lorente del CEIP Cervantes de Bunyol o Fina Oliver del CEIP Blasco Ibáñez de Rafelguaraf; de responsables formativos como José Ramon Torres de l'STE-PV o culturales de ayuntamientos como Potries (Pepa Tarrassó), Gandia (Josep Martínez) o Bétera (Empar Ten).

En un apartado especial, queremos dar las gracias de una manera particular al profesor Manolo Fernández por su magnífico prólogo, al también profesor Rafa García Molina por haber hecho una magnífica síntesis de la fundamentación científica del aire, al igual que al creador científico Dani Jiménez por haber hecho lo mismo respecto al agua, y a Josep Ferrer, el dibujante que le ha dado vida y movimiento a todo el conjunto.

Y para terminar con los agradecimientos, es un placer hacer constar a los alumnos de magisterio de la Universitat Jaume I de Castelló y de la Universitat de València, y también a los del instituto de Guadassuar (en la Ribera del País Valenciano), que han gozado y “sufrido” nuestros experimentos, igual que al Equipo Directivo de este centro que nos ha ayudado en todo lo que hemos solicitado. A todas ellas y ellos, muchas gracias, y ahora a gozar de los experimentos.

Bibliografía

- MARTÍNEZ TORREGROSA, J., SIFREDO, C. y VERDÚ, R. : “¿Cómo diseñar los contenidos de un tema o de un curso?”, en *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*. Barcelona. UNESCO. 2005.
- POZO, J.I., GÓMEZ, M.A., LIMON, M. i SANZ, A.: *Procesos cognitivos de la ciencia: Las ideas de los adolescentes sobre la Química*. Madrid. CIDE-MEC, 1992
- POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. : *Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid. Morata, 2ª edición, 1998
- GALDON, A., RAMIRO, E. y COB, Mª J. : “El cubo de la ciencia” en *Cuadernos de Pedagogía* n. 367, pp. 36-39, 2007
- RAMIRO ROCA, E., ”¿Cal una alfabetització científica?” en *Escola Catalana* n. 431, pp. 18-20, 2006
- RAMIRO ROCA, E., “De la ciència a la llengua” en *Escola Catalana* n. 450, pp. 34-36, 2008.
- RAMIRO ROCA, E. *La Maleta de la Ciencia*. Barcelona. Graó, 2010
- SERRANO, T. y BLANCO, A., *Las ideas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias*. Madrid. Narcea, 1988