

n.º 2

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

<http://libros.csic.es>

copia gratuita personal free copy

© CSIC © del autor o autores

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



CSIC

Fundación BBVA

n.º 2

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

<http://libros.csic.es>

copia gratuita personal free copy

© CSIC © del autor o autores

SERIE EL CSIC EN LA ESCUELA, N.º 2

DIRECCIÓN:

Director: José M.ª López Sancho (CSIC)
Vicedirectora: M.ª José Gómez Díaz (CSIC)
Directora Adjunta: M.ª del Carmen Refolio Refolio (CSIC)

EDITOR:

Esteban Moreno Gómez (CSIC)

COMITÉ DE REDACCIÓN:

Coordinadora: M.ª José Gómez Díaz (CSIC)
José Manuel López Álvarez (CSIC)
Salomé Cejudo Rodríguez (CSIC)
Alfredo Martínez Sanz (Colaborador de El CSIC en la Escuela)

Miembros del Comité de Redacción corresponsales en las autonomías:

Mariví López Gimeno (Pamplona, Navarra)
Idoia Vitienes Orbegozo (Tudela, Navarra)
Benito Olleros González (Logroño, La Rioja)
Consuelo Palacios Serrano (Castilleja de la Cuesta, Andalucía)
José Luis Lozano Romero (Castilleja de la Cuesta, Andalucía)
Trinidad Sánchez Barrera (Alcalá de Guadaíra, Andalucía)
Ana María Ruiz Sánchez (Torre Pacheco, Murcia)
Benigna Gómez Román (Cáceres, Extremadura)
Susana Rubio Cano (Valladolid, Castilla y León)
Carlos Macías Lateral (Zamora, Castilla y León)
José Morocho Martín (Zamora, Castilla y León)
Elena Puente Alcubierre (Gijón, Asturias)
José Luís Novoa López (Oviedo, Asturias)
Jaime García Martínez (Oviedo, Asturias)

COMITÉ ASESOR:

Carlos Martínez Alonso (CSIC)
José Manuel Fernández de Labastida (ERC)
Pilar Tigeras Sánchez (CSIC)
Pilar López Sancho (CSIC)
Isabel Gómez Caridad (CSIC)

n.º 2

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

<http://libros.csic.es>

copia gratuita personal free copy

© CSIC © del autor o autores

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
MADRID, 2011

Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse, almacenarse o transmitirse en manera alguna por medio ya sea electrónico, químico, óptico, informático, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo por escrito de la editorial.

Las noticias, los asertos y las opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad del autor o autores. La editorial, por su parte, sólo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

Catálogo general de publicaciones oficiales:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Para publicar en *Serie El CSIC en la Escuela:*
<http://www.csicenlaescuela.csic.es/publicaciones.htm>



© CSIC

e-ISBN (obra completa): 978-84-00-09299-3

e-ISBN (n.º 2): 978-84-00-09297-9

e-NIPO: 472-11-090-2

Diseño, maquetación e ilustraciones: Alejandro Martínez de Andrés

The logo for the index, featuring a square icon with a vertical line on the left and the word 'ÍNDICE' in a bold, sans-serif font to its right.

Proyecto sobre el vacío: la máquina de Savery <i>M. Martín y S. Rodríguez</i>	7
Modelización de tareas a través del laboratorio para Educación Infantil y Primaria <i>V.J. Fernández y J. M. Escobero</i>	16
Mi primera ficha en Internet. Estudio mi entorno natural con el Herbario Virtual <i>J.A. Urbano</i>	22
«Agua va, agua viene»... ¿Pero a dónde y de dónde? El ciclo urbano del agua en Melilla <i>C. E. Mirón y J. R. Cortiñas</i>	32
La investigación en el laboratorio y en el aula: diferencias y semejanzas <i>M.ª J. Gómez y J. M.ª López</i>	45
La naturaleza del conocimiento: los modelos en la enseñanza de la ciencia <i>M.ª C. Refolio, M.ª J. Gómez, J. M. López Álvarez y J. M.ª López Sancho</i>	50
El tiempo meteorológico. De la observación de los fenómenos a su comprensión <i>M. Díaz</i>	61
El papel de la ciencia en la cultura: un recorrido didáctico por la física <i>M.ª C. Refolio y J. M.ª López</i>	66

Proyecto sobre el vacío: la máquina de Savery



**Manuel Martín Martín y
Sergio Rodríguez Samblás***

Maestros de 6º curso de Primaria del CP José Luís Arrese, de Corella. Navarra

Palabras clave

Educación, presión, vacío, vapor, historia, Aristóteles, Savery.

Resumen

Este curso (2009) nos hemos propuesto ensamblar la historia la evolución de la ciencia a través del estudio de alguno de sus aspectos. La experimentación se ha desarrollado a lo largo del segundo trimestre que es cuando tenemos programado el estudio de Historia. La línea temática ha sido «el vacío». Hemos comentado, dramatizado o experimentado:

Edad Antigua y Media: los atomistas griegos; existencia del vacío; Aristóteles y los Escolásticos; negación del vacío y el horror vacui (horror al vacío).

Edad Moderna y Contemporánea: el descubrimiento de la atmósfera; el abandono de la idea del horror vacui; la aceptación del peso del aire; la medida de la presión atmosférica; aplicación de la presión atmosférica y del vacío a las máquinas.

Al llegar a la época de la Revolución Industrial buscamos algo que nos sirviera para aplicar lo que se había estudiado y experimentado a lo largo del trimestre y buscando máquinas de vapor en Internet encontramos un dibujo de la Máquina de Savery. A ello nos aplicamos y con materiales que teníamos por el laboratorio la reconstruimos.

Los alumnos vieron lógico, después del estudio y experimentación anterior, que el agua ascendiese por el tubo y que la máquina funcionase. Otro de los objetivos que se pretendían era que observasen, formularsen hipótesis y tratarasen de comprobarlas con experimentos (método científico). Estamos obteniendo resultados muy positivos.

* E-mail del autor: lastejneras@hotmail.com.

Objetivos del proyecto vacío

- Que los alumnos comiencen a utilizar el método científico en clase y en cualquier situación de la vida.
- Conocer cómo, a lo largo de la historia, los científicos han ido descubriendo leyes basándose en la observación, la experimentación y en descubrimientos anteriores.
- Conocer alguno de los científicos que han influido en el desarrollo de la ciencia (los atomistas, Aristóteles, Jean Rey, Galileo, Torricelli, Savery, etc.)
- Integración de estos contenidos histórico-científicos en el currículum de la historia del hombre.
- Conocer el planteamiento que les llevó a hacer alguno de los experimentos que realizaron.
- Diseñar y construir dispositivos (**Imagen 1**) y aparatos de acercamiento y conocimiento del medio natural y social, utilizando el conocimiento previo de las propiedades elementales de algunos materiales, sustancias y objetos.
- Reflexionar sobre las repercusiones de la intervención humana en el medio físico y actuar de acuerdo con las posibilidades individuales de contribuir a su protección y desarrollo.
- Hacer experimentos similares a los que llevaron a alguno de los descubrimientos a lo largo de la Historia.
- Valorar la contribución de algunos objetos y recursos tecnológicos que han ayudado a satisfacer determinadas necesidades humanas.
- Actuar positivamente para que el desarrollo tecnológico se oriente hacia usos pacíficos y facilite una mayor calidad de vida.
- Ver qué aplicaciones tuvieron estos descubrimientos para la vida del hombre.
- Abordar el conocimiento de otros momentos históricos a partir del momento actual y de los cambios y transformaciones que lo han generado a lo largo del tiempo.



Imagen 1. Montaje en el aula para el experimento del horror al vacío.

5º de Primaria

Filosofía natural: la que investiga las leyes de la naturaleza. Los filósofos estudian todos los aspectos. Observan la naturaleza y lo aplican a lo que no ven.

Escuela Atomista	
• Tales de Mileto (624-548 a. C.)	Fundador de la Escuela Atomista
• Pitágoras (585-500 a. C.)	Aplica la teoría atomista a la Geometría (el espacio está formado por puntos)
• Leucipio de Mileto (450-370 a. C.)	Cuerpos simples y compuestos

Si la materia está granulada (átomos), entre ellos tiene que existir el vacío para que puedan moverse y así se explica que pueda comprimirse el aire (si los átomos de aire estuvieran en contacto unos con otros no podrían comprimirse) con las manos en un globo (los griegos utilizaban vejigas de cerdo) o lo que ocurre en el siguiente experimento:

Experiencia

Materiales: Botella de refresco, agua, sal.

Desarrollo:

- Pesamos la botella en un peso de cocina (anotamos).
- Añadimos medio litro de agua dulce, marcamos el nivel con un rotulador.
- Pesamos y comprobamos cuánto ha aumentado de peso.
- Pesamos dos cucharadas de sal y anotamos el peso.
- Echamos al agua las dos cucharadas de sal y agitamos hasta que se disuelva.
- Comprobamos el nivel y el peso.

	NIVEL	PESO
BOTELLA	X	
BOTELLA CON AGUA	X	
SAL	X	
BOTELLA CON AGUA Y SAL		

¿Cuánto pesa el agua? ¿Pesa igual con sal y sin sal? ¿La sal está en el agua?
 ¿Tiene el mismo nivel con sal que sin sal? ¿Ocupa el mismo volumen? ¿Dónde se ha metido la sal?

Según los griegos atomistas esto no se podría explicar si no se admite que los *átomos* de agua dejan espacios entre sí que tienen que estar vacíos y que son ocupados por los *átomos* de sal que hemos disuelto. A los atomistas se oponían Platón (427-347 a. C.) y Aristóteles (384-322 a. C.)

Modelo de Aristóteles

- 1.** El centro del Universo coincide con el centro de la Tierra.
- 2.** El Universo se divide en dos partes bien diferenciadas que están separadas por la esfera de la Luna. Ambas están constituidas por elementos diferentes (no por diferentes tipos de átomos ya que Aristóteles no los acepta) y se comportan de acuerdo a leyes distintas.
- 3.** La Tierra y todo lo que está situado debajo de la esfera de la Luna, está constituido por cuatro elementos o esencias (tierra, agua, aire y fuego) que, debidamente combinados, forman todas las sustancias materiales que en ellas se hallan.
- 4.** La naturaleza siente horror al vacío; como consecuencia, cuando se forma un espacio sin materia, aparecen fuerzas sobre los cuerpos que rodean a este espacio que los obliga a ocuparlo.
- 5.** En el universo sublunar cada elemento tiene un lugar natural donde le corresponde estar. El lugar natural del elemento tierra coincide con el centro del universo (y por consiguiente con el centro de la Tierra). En torno a esa esfera está la del agua. Sobre el agua está el lugar natural destinado al aire y sobre este el destinado al fuego. Todos los espacios naturales de estos elementos están separados por una superficie esférica.
- 6.** El hecho de que en la esfera sublunar exista un cierto desorden es causado por los efectos de arrastre que produce la esfera de la Luna en su movimiento. Gracias a este desorden se pueden formar mezclas de los cuatro elementos que dan lugar a los diferentes materiales que vemos en la naturaleza.

Según esto, en la zona sublunar, un objeto abandonado a sí mismo sentirá una fuerza que lo llevará a su sector esférico correspondiente:

- Las burbujas del fondo de un estanque.
- Una piedra que echemos al agua.
- Los cuerpos que estén hechos de tierra y aire irán al lugar del elemento que predomine: madera, corcho, piedra pómez.
- El humo y las nubes (fuego, aire y agua): si está muy caliente va a la zona del fuego, pero si se va enfriando se queda en la del aire o incluso desciende a la del agua.

6° de Primaria

Este curso vamos a ver, siguiendo un itinerario histórico, los experimentos más relevantes que dieron como resultado:

- El descubrimiento de la atmósfera.
- El abandono de la idea del *horror vacui*.
- La aceptación del peso del aire.
- La medida de la presión atmosférica.
- El uso de la presión atmosférica en máquinas.

La revolución científica

Los cambios de ideas, de forma de pensar, no se producen bruscamente. Pero para facilitar el estudio se suelen situar marcadores en el tiempo. Así se hace coincidir el comienzo de la revolución científica con la publicación, en 1543, de la obra de Nicolaus Copérnicus, *De Revolutionibus Orbium Coelestium*.

1630: Jean Rey descubre que el aire pesa. Experiencia: ¿el aire pesa?

Materiales: 2 vasos de plástico, 1 paja de refrescos larga, 1 aguja larga, plastilina y 1 globo grande.

Desarrollo:

- Hacer una balanza (**Imagen 2**) con la pajita, la aguja y los dos vasos.
- Colocamos el globo hinchado en un extremo y equilibramos la balanza con plastilina.
- ¿El aire pesa?

Si crees que pesa, ¿tú sientes el peso de unos 10 o 12 km de aire que tienes encima? Hipótesis: ¿qué ocurrirá si sacamos el aire del globo?

Tenemos: plastilina = globo + aire.

Posibilidades:

- Plastilina = globo
- Plastilina \neq globo

Pinchamos el globo por el cuello para que no explote y dejamos salir el aire. ¿Qué ocurre? ¿Por qué no sientes el peso del aire que tienes encima? ¿Alguna vez lo has notado?



Imagen 2. Desarrollo del experimento sobre el peso del aire.

1638: Galileo estima el valor del *horror vacui*. Nuestra experiencia

Si hacemos salir agua a sifón por una manguera y comenzamos a elevarla por el centro, ¿hasta qué altura habrá que izarla para que deje de salir agua?; ¿seguirá saliendo siempre?

Materiales: 2 cubos, 1 manguera de 30 metros, 2 trozos de manguera más pequeños y 1 cuerda de más de 20 metros.

Desarrollo:

- Sacamos agua desde un lavabo hasta el exterior del Colegio con las mangueras cortas por el sistema de sifones.
- En el cubo exterior (**Imagen 3**) ponemos la manguera larga y hacemos que salga agua absorbiendo.
- Atamos la cuerda al centro de la manguera (pusimos un trozo de tubo rígido para que no se doblara e impidiera así el paso del agua).
- Desde la ventana más alta del colegio comenzamos a elevarla mientras se observa si sigue saliendo agua.
- ¿A qué altura dejará de salir agua?



Imagen 3. El experimento del horror vacui frente al Colegio.

Ha dejado de salir agua a los 9,60 m. de altura, que es el valor del horror al vacío en Corella.

Presión atmosférica

Torricelli empleó un tubo, cerrado por un extremo, de un metro. Lo llenó de mercurio, introdujo la parte libre en un recipiente con mercurio y abrió el tubo. El resultado fue el esperado. La columna bajó hasta los 760 mm. Esta columna de mercurio pesaba igual que una de 10,336 metros de agua.

Por la peligrosidad del mercurio (tóxico) no realizamos la experiencia de Torricelli y nos conformamos con observar la fuerza de la presión con el conocido experimento de la lata de refresco:

- Al calentar un poco de agua dentro de una lata de refresco se evapora y el calor echa aire y vapor fuera de la lata.
- Si sumergimos la lata en agua por la parte agujerada, el vapor que hay dentro se condensa, ocupa menos volumen y, por tanto, disminuye la presión interior.
- La presión atmosférica hace que la lata se aplaste (**Imagen 4**).



Imagen 4. Experimento presión atmosférica.

Cuando llegamos a la época histórica de la Revolución Industrial nos planteamos buscar alguna experiencia que aplicase las anteriores y tras rastrear por Internet encontramos la siguiente máquina de vapor:

Máquina de Savery

Thomas Savery (1650-1715) desarrolló una máquina de vapor (**Imagen 5**) que aportó un gran avance en las labores mineras.

Entonces, como ahora, el agua subterránea suponía un problema para la minería, siendo las bombas alternativas incapaces de dar potencia capaz de extraer agua a esas profundidades. La máquina de Savery utilizaba la energía del carbón para desarrollar esa potencia.

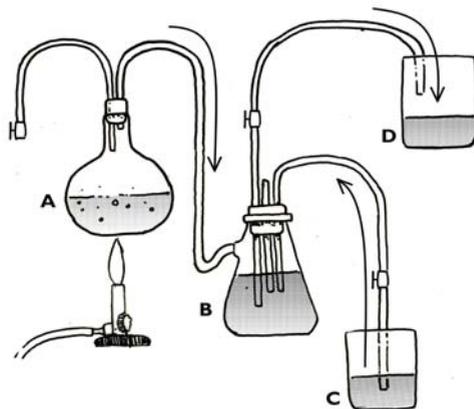


Imagen 5. Esquema de la máquina de Savery.

Con materiales que había por el laboratorio, algunos trozos de tubo de plástico, unas llaves de paso de jardinería y un poco de silicona tratamos de construirla; y este fue el resultado (**Imagen 6**).



Imagen 6. Construcción de la máquina de Savery y su funcionamiento en el Colegio de Corella.

- Se ha teñido de azul el agua para ver mejor el recorrido.
- Se calienta el agua para que produzca vapor. Éste sale por el tubo hasta el matraz.
- Enfriamos la zona en que hay vapor para que se condense y disminuya la presión.
- Al abrir la llave de paso del tubo en el que ha de ascender el agua, ésta sube por la presión atmosférica.
- Una vez el agua dentro del matraz, al inyectarle de nuevo vapor la empuja por el segundo tubo de ascenso hasta el recipiente elevado.

Reflexión

Al seguir un tema científico a través de la historia y ser conscientes de que todas las teorías que estuvieron en vigor tenían su lógica y su parte de verdad todos nos vamos dando cuenta que cualquier teoría que ahora damos por absolutamente cierta puede ser mejorada o cambiada.

La graduación en pequeños-grandes avances en una teoría ayuda a comprenderla mucho mejor.

En este primer curso hemos ido aplicando a situaciones de la vida cotidiana el método científico: identificación del problema, observación, elaboración de hipótesis, experimentación-comprobación y conclusión.

Este trabajo está basado en el libro *Descubriendo las moléculas: un proyecto para el aula* publicado por la consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y en las salas del Museo Virtual de la Ciencia del CSIC.

Referencias bibliográficas

LÓPEZ SANCHO, José María; GÓMEZ DÍAZ, María José; REFOLIO REFOLIO, María del Carmen; LÓPEZ ÁLVAREZ, José Manuel. *Descubriendo las moléculas: un proyecto para el aula*. Material Didáctico. Madrid: Comunidad de Madrid. Consejería de Educación. Dirección de orientación académica, 2006. 200 pp.

Salas del museo. Museo Virtual de la Ciencia. CSIC [en línea]: <<http://museovirtual.csic.es/sala1.htm>> [consulta: Enero 2009].

Wikipedia [en línea]: <http://es.wikipedia.org/wiki/Maquina_de_vapor> [consulta: Enero 2009].

Modelización de tareas a través del laboratorio para Educación Infantil y Primaria



**Vicente José Fernández Rodríguez y
José Manuel Escobero Rodríguez***

Maestro SEP «Lecrín-Mondujar», Lecrín (Granada)

Maestro de Primaria del CEIP La Atalaya, Atarfe (Granada)

Palabras clave

Laboratorio, competencias, ciencia, educación, practicas, currículo.

Resumen

Este artículo recoge los más de 25 años de experiencia en didáctica de las ciencias cuyos pilares básicos siempre fueron: la demanda de la ciencia en las primeras etapas de la educación; incentivar el uso de los laboratorios por su alto valor educativo y desarrollar experiencias que vertebran todos los programas del colegio.

El compendio de actividades que a continuación se presenta, recoge, además, una necesidad patente en la formación inicial del profesorado: su actualización didáctica en el campo de las ciencias.

Es fruto del trabajo coordinado entre los autores y los maestros/as que han demandado específicamente este tipo de formación. Durante diez años se ha venido desarrollando, aplicando, evaluando y ampliando el sumario de actividades de índole científica, en torno a tareas modelizadas, centradas en experimentos científicos, específicamente adaptados a los currículos de Infantil y de Primaria, acompañando de sus respectivas fichas de trabajo, mucho tiempo antes de que se hablara de Competencias Básicas.

El proyecto

Nuestra labor y experiencia didáctica siempre tuvo los siguientes objetivos:

- Reivindicar la ciencia como parte fundamental de la cultura.
- Dotar a los centros educativos de Infantil y Primaria de espacios adecuados para practicar la ciencia con la dignidad que ésta se merece: reactivar los laboratorios como recurso educativo.

.....
* E-mail del autor: jmescobero@gmail.com.

- Desarrollar actividades como nexos de unión de todo el colegio, donde tengan cabida todos los planes y programas en los que el Centro esté inmerso.

De esta forma, los niños y niñas de nuestro Centro vienen practicando la ciencia en su ambiente natural, adaptado, ya sea en el laboratorio, ya sea en actividades específicas marcadas por el nivel de la clase, a modo de taller de ciencias con material de laboratorio. Donde los niños/as no solo desarrollan aspectos del currículo, sino que además adquieren capacidades, habilidades y destrezas básicas, o como actualmente se recoge: competencias básicas.

Queremos destacar el origen de este trabajo y, lo que es más importante, su metodología, perfectamente exportable a cualquier colegio.

Comenzó gracias a poder disponer de un reducido espacio a compartir con un sin número de materiales que todos los colegios almacenan, la mayoría de las veces sin sentido, espacio que hoy por hoy todos los centros tienen. Con él se pudo activar la metodología que, de común acuerdo con el equipo directivo, ha dado fruto en forma de un Manual que no sólo ilustra lo que se puede hacer, sino que forma a aquellos y aquellas que no saben cómo hacerlo.

La metodología que seguimos es la siguiente:

Designado un responsable de laboratorio en Claustro, que en nuestro colegio recibe el nombre de *Maestro/a de Prácticas*, dicho responsable elaboró, en un primer término, un conjunto de prácticas sencillas, secuenciadas, adaptadas a distintas partes del currículo, y para desarrollar en sesiones de una hora y media o dos horas. El listado fue expuesto en los distintos Ciclos, y en la primera ronda algunos tutores y tutoras añadieron necesidades específicas, prácticas de laboratorio más adecuadas a sus programaciones.

Los responsables/coordinadores o coordinadoras de los distintos planes y programas, proponen actividades propias y adaptadas al programa que ellos/as coordinan.

Estas nuevas adiciones fueron estudiadas, y acabaron cuajando en sesiones de prácticas nuevas, no incluidas en la lista original. Con un primer diseño borrador de las mismas, el maestro de prácticas termina de perfilar la sesión con el tutor o tutora que las ha solicitado en una nueva reunión de Ciclo. Con ello se pretende no sólo aumentar la posibilidad de aprovechar el recurso en cuestión, el laboratorio, sino también y muy fundamentalmente establecer una cultura basada en el diálogo, el intercambio de experiencias y la autoevaluación.

Este trabajo, realizando en los dos primeros meses del curso (septiembre y octubre) acaba con un listado de prácticas para el curso académico en cuestión; que además, era recogido en el plan anual de centro, convirtiéndose en un eje vertebrador del trabajo y desarrollo de todo el centro.

Posteriormente, en turnos específicamente fijados, y a los que se les da adecuada publicidad en el tablón de anuncios del laboratorio (con la clara intención de incluir en el proceso lo que hoy sería la competencia en torno a la divulgación social de la ciencia, y que forma parte natural de su metodología), los alumnos y alumnas de cada tutoría acuden una vez al trimestre, al menos, a realizar su práctica. Práctica que viene acompañada de toda una liturgia que la hace aún más motivadora.

El maestro de prácticas acude a recoger al grupo-clase a su aula. Vestido con bata de laboratorio (lo que singulariza la actividad y la destaca) se explica que van a acudir a un espacio donde no han estado antes, y que se llama *Laboratorio*. Se abunda un poco en la importancia del mismo, y en la peculiaridad de que probablemente sean los únicos niños y niñas de Primaria de Andalucía que tienen su hora de prácticas, como en la universidad.

En el primer curso escolar, donde la experiencia se ensayó, esta fase se realizó con todos y cada uno de los grupos-clase. En la actualidad, y a criterio de los tutores y tutoras, se ejecuta en Primer Nivel, dependiendo del desarrollo del grupo e incluso en Educación Infantil.

Anteriormente, y adecuando el discurso a la edad, éste se centra en la importancia de la actividad que se va a desarrollar, en su carácter especial y único, y en la oportunidad que se les ofrece. Con ello vamos introduciendo a la edad donde resulta adecuado, un sano respeto por la ciencia, y se motiva profundamente para actividades posteriores en sus distintos campos.

En dicha «charla» se pretende dejar claro, además, dos aspectos fundamentales:

- 1.** Que el espacio donde se van a mover es un lugar más peligroso que un aula, o que el patio de recreo; que probablemente sea el más peligroso del Colegio. Pero que confiamos plenamente en ellos y ellas para que sigan en todo momento las indicaciones de sus maestros y maestras, porque eran niños y niñas que ya nos habían demostrado que se podía confiar en ellos. Es evidente que con este mensaje estamos desarrollando las competencias sociales, y reforzando enormemente la autoestima, trabajando de este modo los valores a través de la ciencia

Dicho sea de paso, esa peligrosidad era y es real: en el laboratorio hay cristales y productos químicos agresivos, algunos experimentos necesitaban el trabajar con fuego o corriente eléctrica, etc. Y lo era aún más en los dos primeros años, donde una clase entera se apiñaba en torno a cuatro mesas rodeados de mobiliario, sin espacio siquiera para deambular entre los taburetes. Era lo que teníamos, y era lo que utilizamos. Jamás hubo un accidente. Ni siquiera la necesidad de levantarse, algo muy propio a tempranas edades. Notamos que ni siquiera pedían permiso para ir al servicio.

2. Que el material que iban a utilizar era extraordinariamente caro (es cierto en la mayoría de los casos), e irremplazable, porque no había a quién pedirle recambios (asunto rigurosamente cierto, como comprobamos cuando nuestro director llamó a Sevilla para intentar reabastecer nuestro laboratorio: «los Centros de Primaria no tienen laboratorio», fue la respuesta literal que le dieron por teléfono).

Pero también les contábamos que la única manera de que las cosas no se estropeen es guardarlas en el fondo de un armario y no usarlas nunca (es falso: los laboratorios que no se usan son, curiosamente, los que desaparecen). Es decir, que utilizando cada producto o instrumento adecuadamente, no tiene que pasar nada. Salta a la vista que este mensaje refuerza el anterior. Los niños y niñas pueden y deben ser tratados con el respeto que se merecen, y a un nivel de confianza donde la complicidad con su tutor o tutora permita que cuando se requiera de ellos una actitud responsable, inmediatamente la brinden. Y sin problemas, sin esfuerzos.

Una vez cumplida esta parte del «ceremonial», el grupo-clase acude al laboratorio y desarrolla su práctica, con el maestro de laboratorio presente, pero con el tutor también. El objetivo con ello es, justamente, incentivar en el profesorado el interés por la ciencia y la autoformación en este campo.

Desarrollada la práctica, dicha sesión se evalúa en dos niveles: por el alumnado y por el equipo docente que la llevó a cabo. El alumnado dispone de tres formas diferentes de evaluación, cada una de ellas con un objetivo distinto:

- **Ficha de evaluación.** Es un instrumento objetivo, clásico, y que puede tener para los tutores y tutoras el valor que ellos le quieran otorgar: calificativo, descriptivo, mensurable, etc. De todas maneras, es un excelente guión de prácticas, y su aplicación conlleva el desarrollo de las competencias lingüísticas y matemáticas correspondientes. Además, es lógico que en una primera aproximación al ignoto mundo científico, un tutor o tutora muestre un cierto rechazo instintivo a una actividad que se sale de lo común. Puede ser.

La ficha de experiencias relaciona la práctica en el laboratorio con una forma de enseñanza más clásica, más estereotipada. Estas reflexiones que nos hicimos en un comienzo han quedado confirmadas por los ocho años de desarrollo de este plan. Hoy, habituados a las prácticas, sólo los maestros y maestras de nuevo ingreso siguen al pie de la letra dichas fichas. El resto, más veterano, las transforman, las reducen o simplemente las obvian.

- **Puesta en común de resultados.** No es una frase hecha. Es importantísimo afianzar el conocimiento con la reacomodación del mismo, y las competencias lingüísticas se desarrollan a la par que las científico-tecnológicas cuando el grupo-clase debate los resultados, los compara, extrapola y, finalmente, saca conclusiones. Para ello, en unos casos, se utiliza el último período de la sesión y, en otros, se traslada al horario normal de clase, integrándolo, según la naturaleza de la práctica, en la hora de Lengua, de Conocimiento o de Matemáticas; según criterio del tutor.

Es evidente que esta forma de evaluar no excluye ni la anterior ni la siguiente, sino que las complementa. De hecho, es la forma fundamental de evaluar, y la que nos dice el acierto o error en el que hemos caído el equipo docente que la diseñó.

- **Mural.** Nuevamente, y para dar relevancia a la comunicación social de la ciencia, cada grupo expresa en un mural lo vivido en la práctica, y dicho mural se cuelga en el pasillo, en los tabloneros que cada grupo-clase tiene a tal efecto. Con ello se produce el intercambio de experiencias no sólo dentro del grupo-clase, sino con otros grupos del mismo o diferente nivel. Y, lo que es más importante, se realiza propaganda de cara a los padres y madres que puntualmente acuden a las tutorías y que, mientras esperan, comprueban, no sin asombro, lo que son capaces de hacer sus hijos e hijas. Ganando, de este modo, el respeto de la comunidad hacia nuestro trabajo docente, objetivo que consideramos precisamente como no poco relevante.

El equipo docente que diseñó la práctica se reúne a continuación, esta vez maestro de prácticas con el tutor o tutora, y ajusta lo diseñado en virtud del debate: qué debe ser corregido, qué eliminado o qué incluido.

Tenemos que destacar, quizás sea un rasgo anecdótico, que nuestro Centro en las pruebas de diagnóstico, ha sido el que mejor nota ha obtenido en el ámbito de matemáticas y muy destacable en lengua.

De esta manera, con un primitivo y escaso listado de prácticas, se ha acabado construyendo un Manual para Infantil y Primaria. Ocho años, repetimos, de trabajo colaborativo y eficaz lo avalan. Además, lo que en principio era un espacio reducido, falto de luz y de recursos, el laboratorio original, ha acabado convirtiéndose en lo que debería haber sido en nuestro colegio desde el principio, en todos los colegios, es decir, un aula dignamente amplia, relativamente bien dotada, y que se ha convertido en el corazón docente CEIP La Atalaya.

Laboratorio donde se realizan no solo prácticas y experimentos de ciencias, sino que también se realizan talleres de cocina, celebración de días conmemorativos a favor de las mujeres científicas, se trabaja la ecología y la eco-escuela en su máxima expresión...etc. Con nuestra dinámica de trabajo posibilitamos, además, la autoformación del Claustro, y cualquiera que llega nuevo a nuestro colegio sabe perfectamente cómo acercarse a este fascinante mundo de la ciencia porque le damos una herramienta eficaz y adecuada para tal fin. Justamente el Manual para Infantil y Primaria.

Con la implantación y desarrollo de este proyecto de trabajo podemos demostrar que nuestros niños y niñas valoran adecuadamente el mundo científico y su vivencia, y así alcanzamos nuestro primer objetivo. Y con las innumerables actividades programadas demostramos que un laboratorio en un CEIP no es sólo útil, sino fundamental e imprescindible. Es nuestro deseo que, al menos, al leer este artículo, se considere por parte de los estamentos administrativos correspondientes esta importancia, y se reaviven los laboratorios de los CEIP. El Profesorado se horroriza cuando un colegio no tiene Biblioteca o Gimnasio. *¿Podremos conseguir que también lo haga cuando sepa que no tiene Laboratorio?*

Mi primera ficha en Internet. Estudio mi entorno natural con el Herbario Virtual



José Antonio Urbano Montero

CEP de Marbella-Coín

Palabras clave

Herbario, virtual, educación, anthos, medio, natural, tecnología, biodiversidad.

Resumen

HerbarioVirtual es una herramienta didáctica y colaborativa llena de posibilidades para los más pequeños. Mediante sencillas y motivadoras actividades el alumnado amplía su interés medioambiental y se acerca a las nuevas tecnologías.

Este proyecto empezó a desarrollarse con especies vegetales, posteriormente se ha ido ampliando a otros reinos y en la actualidad hay fichas abiertas de: plantas, animales y hongos. Se decidió conservar el nombre de Herbario por mantener la identidad del proyecto.

La jerarquía taxonómica ha sido simplificada para facilitar el acceso a niveles iniciales. Las aportaciones son revisadas por colaboradores especializados antes de quedar publicadas. Esto facilita la unificación de criterios y aumenta la rigurosidad de la información ofrecida.

Se utiliza el proyecto Anthos como página de referencia, en cuanto a especies vegetales.

Al estar localizado en Internet permite un acceso desde cualquier lugar. Se puede consultar y/o hacer aportaciones que enriquecerán el banco de datos. Cada aportación registra al autor de la misma, esto lo hace protagonista del HerbarioVirtual y puede aumentar su motivación a participar.

El Herbario Virtual

Se trata de una herramienta didáctica y colaborativa llena de posibilidades para los más pequeños. Mediante sencillas y motivadoras actividades para el alumnado se busca un doble objetivo:

- Aumentar su interés por el medio ambiente y la biodiversidad. Haciendo una labor de divulgación científica.
- Familiarizar al alumnado con las nuevas tecnologías.

No podemos valorar ni defender aquello que no conocemos. De esta premisa parte el interés por dar a conocer nuestro medio ambiente a los más pequeños y a la sociedad en general. A partir de aquí vamos a intentarlo de la forma más práctica y sencilla: mostrar la biodiversidad más cercana a nuestros más pequeños.

¿Por qué un herbario virtual?

Pero vayamos delimitando las amplias posibilidades que puede ofrecer este proyecto. Empecemos por dar a conocer las plantas de nuestra escuela, jardín o localidad. Ese árbol o hierba que nos encontramos con frecuencia, ¿Cómo crece? ¿Cómo se desarrolla? ¿Cómo se reproduce?... Una de las herramientas más utilizadas es el desarrollo de un herbario con sus pliegos. Los alumnos/as que lo trabajen, van a adquirir conocimiento sobre las especies tratadas pero el ámbito de actuación difícilmente superará a las personas implicadas.

Podemos conservarlo y en cada curso ampliarlo a otras especies, podemos ponernos de acuerdo con otros centros interesados y trabajar de forma colaborativa; podemos hacerlo público de forma que se pueda visitar y dar a conocer este trabajo. Con el tiempo tendremos un banco de pliegos construido de forma colaborativa en la que cada uno de los participantes lo sentirá como propio pudiéndose desarrollar un sentimiento afectivo al medio ambiente.

Llevar a cabo esta idea tiene ciertas limitaciones:

- Un espacio físico donde residir la colección de pliegos.
- Mantenimiento: condiciones de humedad y de temperatura adecuadas para que no se estropeen, sustituir los pliegos que se deterioren con el uso, etc.
- Establecer horarios de visita y encargados de custodiarlo.
- Desplazamientos para poder visitarlo.
- Dificultad, sobre todo para los más pequeños, de identificar una planta seca con la misma pero viva.
- Deterioro del medio ambiente: hay que cortar trozos para secarlos. En determinadas circunstancias puede ser perjudicial para la conservación de especies.
- Permiso de las autoridades competentes para realizar la recolección de ejemplares.

Las nuevas tecnologías nos permiten superar en gran medida esta problemática. Además de tener el atractivo, para los más jóvenes, del uso de cámara digital, ordenador, Internet, etc. Por otra parte, estas son herramientas cada vez más extendidas y para las que tenemos que preparar a nuestros pequeños.

Al plantear esta idea de forma virtual es necesario un sitio web al que se aportan imágenes y comentarios sobre las especies a trabajar, registrando quien hace la aportación. La disponibilidad es universal, desde cualquier punto de acceso a Internet.

Ventajas que nos ofrece este modelo:

- El material no se deteriora con el uso.
- No es necesario realizar desplazamientos para consultarlo. Se puede usar desde clase, desde casa o cualquier punto con acceso a Internet.
- Se puede consultar por más de una persona a la vez y sin límite horario (24 horas los 365 días del año).
- Es más fácil de identificar una especie en el campo a partir de las imágenes que desde un pliego.
- Podemos mostrar todo el ciclo de vida y los aspectos más relevantes.
- Se añaden comentarios relativos a ecología, reproducción, usos que da el hombre, etc.
- Se hace protagonista cada colaborador. Cada aportación realizada recoge la identidad de quien la hace. Esto tiene un efecto motivador en el alumno/a que ve su trabajo publicado en la Red y disponible a toda la comunidad.
- Potencia el carácter colaborador. Una especie puede tener imágenes y comentarios realizados por distintas personas. Cada aportación enriquece al conjunto: aprendemos de las aportaciones de los demás y el resto de las nuestras.
- Trabajar con otros idiomas.

Esta idea surgió en el Centro de Profesorado (CEP) de Marbella-Coín y desde el curso 2004-2005 estamos trabajando con profesores de nuestra comarca para llevarla adelante. Es una herramienta viva que está teniendo muy buena aceptación en la comunidad educativa principalmente en el profesorado de ciencias: Conocimiento del Medio, Biología, Geología, etc. Es de destacar la participación del profesorado de otras materias y de todos los niveles educativos: Infantil, Primaria, Secundaria, Bachiller y Ciclos Formativos.

Generalmente se siente más identificado con el proyecto el profesorado de Secundaria y Bachillerato, aunque estamos convencidos de que se le puede sacar un gran partido en etapas previas. El profesor/a guía a sus alumnos/as y establece el grado de dificultad o profundidad de los textos e imágenes que estime adecuado para ellos.

Inicialmente se empezaron a trabajar especies vegetales, posteriormente se amplió al reino Animal y Fungi. Se pueden trabajar especies de los cinco reinos, aunque solo hay fichas abiertas de los tres reinos citados (a fecha de la preparación de la presente documentación).

Se mantiene el nombre de Herbario Virtual (**Imagen 1**) por mantener la identidad de esa primera época, en realidad es una colección virtual de biodiversidad.

Un hándicap a superar fue la estructura jerárquica taxonómica de las especies. Difícil de manejar para no expertos. Se ha hecho una simplificación a cuatro niveles para acercarlo a los más neófitos: reino, gran grupo, familia y especie.

Para poner en marcha este Herbario Virtual era fundamental disponer de una aplicación informática que permitiera la gestión de los datos. Esto se llevo a cabo con profesores y alumnos de Formación Profesional Específica de la Familia Informática que desde los inicios del proyecto han ido manteniendo y mejorando la aplicación.

Se ha hecho un esfuerzo en traducir a varios idiomas: inglés, francés y alemán. Al ser una herramienta viva que constantemente va creciendo, las traducciones van siempre a la saga de las aportaciones y dependen de la implicación de los colaboradores implicados.

El proyecto se completa con una serie de actividades a lo largo del curso, dirigidas al profesorado: charlas, conferencias, salidas al campo, exposiciones, etc. A lo largo de estos cinco años se han ido visitando distintos ecosistemas de nuestra comarca y en diferentes épocas del año, lo que ha permitido darla a conocer al profesorado, principalmente al que no es de la zona.



Imagen 1. Página de acceso al Herbario Virtual.

Toda la información aportada queda registrada a nombre de la persona que la ha subido, siendo ella la responsable de su originalidad o citar la fuente de donde la ha obtenido. A su vez queda cedida para uso de la comunidad siempre que indique la autoría de la misma.

Este proyecto está dinamizando a un sector considerable de la comunidad educativa, en parte debido a los siguientes aspectos:

1. Carácter interdisciplinar e internivelar. Participación directa de profesorado de Ciclos Formativos: Informática, Comunicación-Imagen-Sonido (consejos prácticos sobre fotografía digital); Secundaria: Biología, idiomas, Matemáticas, Historia; Escuela Oficial de Idioma de Marbella; Primaria: generalistas y especialistas (idioma, ciencias,...).
2. Carácter colaborativo. Cada participante desde su área de conocimiento aporta lo que sabe.
3. Uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC).
4. Divulgación de la riqueza e importancia de la biodiversidad.
5. Es un proyecto abierto y vivo en el que cualquiera puede participar y está en constante cambio.

Actualmente cuenta con:

- 357 fichas abiertas.
- 216 colaboradores entre profesores y alumnos.
- Participación de un total de 55 centros (**Tabla 3**).

¿Cómo funciona?

Podemos darle un doble uso: consultar la base de datos disponible o participar activamente con aportaciones y/o correcciones.

A partir de nuestro entorno más cercano, jardín del Centro o el parque, seleccionar aquellos seres vivos que nos puedan parecer interesantes para nuestra labor docente. Se estudian aspectos como: crecimiento, desarrollo, lugar en el que viven, etc. Esto se documenta con imágenes y trabajos de los alumnos, usando el Herbario como fuente de datos. Para realizar consultas no es necesario ser usuario registrado.

Si queremos aportar datos es necesario ser usuario registrado. Una vez identificado en el sistema, con nombre de usuario y contraseña, se puede:

- Dar de alta especies. Para especies que aún no tienen ficha abierta.
- Añadir imágenes o comentarios a especies existentes.
- Si es profesor puede dar de alta a sus alumnos/as, y estos a su vez trabajar las especies que se les indiquen.
- Hacer un seguimiento de los trabajos hechos por un alumno.
- Realizar traducciones de comentarios publicados.
- Corregir aportaciones.

Hay distintos perfiles de los usuarios registrados según las tareas que puedan desarrollar:

- Alumno: consultar los datos, dar de alta especies, añadir imágenes y comentarios.
- Profesor: igual que el alumno y dar de alta alumnos/as.
- Supervisor: igual que profesor y puede: corregir las aportaciones realizadas y añadir familias.
- Traductor: igual que profesor y puede traducir los comentarios.
- Administrador: igual que profesor y establecer los perfiles de los usuarios, modificar la estructura taxonómica, etc. En definitiva, mantener la base de datos coherente.

Los datos a aportar son:

Imágenes:

Se recomienda hacer alguna general y otras que resalten los detalles taxonómicos que permiten identificar la especie.

Comentarios:

Dependerán del reino al que pertenezca la especie que se está trabajando (**Tabla 1**).

Reino Planta	Reino Animal	Reino Funghi
Generalidades	Generalidades	Generalidades
Fructificación	Ecología	Ecología
Ecología	Distribución	Usos y gastronomía.
Dispersión de semilla	Comportamiento	
Floración		
Etnobotánica		

Tabla 1. Datos a aportar en función del reino.

Una vez que se hace una aportación esta sólo la puede ver el colaborador que la ha subido y los supervisores. Posteriormente ha de ser validada por un supervisor. Una vez ha sido supervisada, entonces queda publicada a la comunidad Internet y es visible para todos/as.

La figura del supervisor permite homogeneizar criterios y dar rigurosidad a los contenidos que se publican. Si una imagen es confusa o no corresponde a la especie la puede eliminar, igualmente con los comentarios. Se utiliza el proyecto Anthos (**Imagen 2**) como página de referencia, en cuanto a especies vegetales.



Imagen 2. Página principal del proyecto Anthos.

¿Por qué es interesante en el aula?

- El profesor establece el grado de profundidad de los materiales que utiliza. Puede elegir las especies, imágenes y comentarios que considere oportunos para el nivel de su alumnado.
- Fomenta el carácter colaborativo. Si se encuentra lo que se necesita te beneficias de las aportaciones de otros colaboradores. Si no lo encuentras, puedes prepararlo y añadirlo. Así lo tendrás disponible para el futuro y para la comunidad.
- Motiva la participación. El uso de las nuevas tecnologías genera un atractivo en los alumnos/as que se puede aprovechar positivamente. Además el verse como autor de un trabajo mostrado al mundo a través de Internet sigue incrementando el interés del alumnado.
- Permite el seguimiento del trabajo de los alumnos/as. Al estar cada aportación registrada por el usuario que la hizo, se puede hacer una consulta filtrando por el alumno/a y nos ofrecerá todas sus aportaciones.

- Fomenta el respeto por el medio ambiente. Si se hacen salidas al campo todo queda como estaba, sólo se toman imágenes, no muestras. No se puede respetar lo que no se conoce. Al trabajar especies de distintos reinos y ecosistemas se van conociendo las relaciones entre las distintas formas de vida y como interactúan unas con otras. Esto facilitará el respeto por la biodiversidad y el medio ambiente.
- Desarrolla habilidades con las TIC. La mayor parte de los procesos se llevan a cabo con herramientas TIC: fotografía digital, sencillos retoques, subida a Internet, consultas, etc.
- Trabajo de idiomas. Desde las autoridades educativas se están haciendo grandes esfuerzos en mejorar la competencia lingüística de nuestro alumnado, esta es una posibilidad más que permite este proyecto al posibilitar la traducción de los comentarios.

¿Cómo participar?

Para poder participar aportando datos, supervisando contenidos o traduciendo se requiere estar registrado. Este registro se hace a petición del interesado al Centro del Profesorado Marbella-Coín o a través del asesor responsable del proyecto.

Otras páginas de referencia:

- Sitio web. Aportaciones y consultas (**Imagen 1**).
- Galería de imágenes (**Imagen 3**).

Esa anécdota que conoces de alguna planta, animal u hongo, ese uso que se hace en tu localidad, es de interés. Por lo que ámate y compártela con los demás.



FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Alismaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	Cebadillo, cebadillo de peso
Agavaceae	<i>Agave americana</i> L.	Pita
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i> Regel.	Yuca, yuca de pie de elefante
Alismaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Bera	Aloe vera
Amariyllidaceae	<i>Narcissus papilionaceus</i> Ker Gawl.	
Amariyllidaceae	<i>Pancratium maritimum</i> L.	Ajonjolí de mar
Amariyllidaceae	<i>Lupinus maritimus</i> Lag.	Narciso
Amariyllidaceae	<i>Narcissus cantabricus</i> DC.	Narciso de Asturias
Asaridaceae	<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Casticas

Imagen 3. Herbario Virtual. Galería de imágenes.

¿Cómo ha evolucionado?

Desde que se inició el proyecto en el curso 2004-2005 se han realizado una serie de salidas al campo (**Tabla 2**) guiadas por un especialista. Entre otras cosas nos informaba de características geobotánicas, ecosistemas, etnobotánica,... de la zona

en la que nos adentrábamos, además de indicarnos las especies más características. Los compañeros asistentes van cámara en mano haciendo fotografías de esas especies y tomando nota del nombre para poder utilizarlas en sus aportaciones.

2004-2005	2005-2006.	2006-2007	2007-2008	2008-2009
Los Reales (Sierra Bermeja – Estepona)	Montemayor (Benahavis).	Montes de Málaga	Jornada micológica. Cortes de la Frontera	Jornada micológica. Juzcar (Valle del Genal)
Dunas de Ártola y altos de Marbella	Senda José lima (Sierra Blanca – Marbella)	Albuqueria (Coín)	Desembocadura del Guadalhorce (Málaga)	Jornada micológica. Coín - Juanar
Sierra de Benalmádena	La Jarandilla (Castellar de la Frontera – Campo de Gibraltar)	Fuente del Acebuche (Sierra de Mijas)	Camino de Puerto Rico (Marbella)	Gaucín (Valle del Genal)
		Río de los Caballos (Tolox)	Riscos de Cartajima (Valle del Genal)	Puerto de la Media Luna (Sierra Mijas)
				Los Reales (Sierra Bermeja – Estepona)

Tabla 2. Salidas al campo realizadas desde el comienzo del proyecto.

- Curso 2005-2006. Adaptación del programa para posibilitar la traducción de los contenidos.
Se empiezan las traducciones, sólo en inglés.
- Curso 2006-2007. Continúan las traducciones, durante este curso se traduce todo el interfaz a inglés, francés y alemán.
- Curso 2007-2008. Se iniciaron salidas micológicas y se empezaron a hacer aportaciones de setas. En este curso también se hacen las primeras aportaciones de animales. Esto hizo necesario algunas modificaciones en la aplicación para adaptarlas a estas necesidades. Continúan las traducciones.

Centros participantes (Tabla 3)

Se entiende por centro lugar de referencia de los colaboradores. La mayoría son profesores y alumnos, pero han colaborado y colaboran como supervisores profesores de universidad, Técnicos de Medio Ambiente de distintos ayuntamientos, etc.

Asociación Pasos largos	CEIP Antonio Machado (Marbella)
Ayuntamiento de Mijas	CEIP Daidin
CDP Puertosol	CEIP Gutiérrez Mata
CEIP Acapulco	CEIP Huertas Viejas
CEE Santa Rosa de Lima	CEIP Las Albarizas
CEIP Antonio Machado (Estepona)	CEIP Miguel de Cervantes
CEIP Miguel Hernández	IES Las Salinas
CEIP Santa Amalia	IES Las Viñas
Centro del Profesorado Marbella-Coín	IES Licinio de la Fuente
CEP Málaga	IES Mar de Alborán
Colegio Maravillas	IES Miguel Romero Esteo
Dpto. Biología Animal. UMA	IES Miraflores
Dpto. Biología Vegetal y Ecología US	IES Monterroso
Dpto. Didáctica Ciencias Experimentales UMA	IES N°I Fuengirola
EOI Marbella	IES Pérez de Gúzman
IES Carlos Castilla del Pino	IES Rio Verde
IES Vega de Mijas.	IES Saladillo
IES Alfonso XI	IES Salduba
IES Bahía de Marbella	IES Sierra Blanca
IES Bezmiliana	IES Sierra de Mijas
IES Dr. Rodríguez Delgado	IES Suel
IES Dunas de las Chapas.	IES Torre Almenara
IES Gerald Brenan	IES Vega del Mar
IES Guadaiza	IES Victoria Kent
IES Guadalpín	IES Villa de Mijas
IES Jesús Marín (Politécnico)	Paraje Natural Desembocadura del Guadalhorce
IES Las Lagunas	Swans schol

Tabla 3. Centros participantes.

Referencias y recursos web

Familias. *Herbario virtual Ibn Al-baytar*. CEIP Marbella-Coín. Junta de Andalucía: <http://www.cep-marbellacoin.org/hrb_familia.html>.

Galería de Imágenes. *Herbario virtual Ibn Al-baytar*. CEIP Marbella-Coín. Junta de Andalucía: <http://www.cep-marbellacoin.org/hrb_index.html>.

Herbario virtual Ibn Al-baytar. CEIP Marbella-Coín. Junta de Andalucía: <<http://www.cep-marbellacoin.org/herbario/index.php>>.

Proyecto ANTHOS. *Sistema de información sobre las plantas de España*. Real Jardín Botánico. Consejo Superior de investigaciones Científicas: <<http://www.anthos.es/>>.

«Agua va, agua viene»... ¿Pero a dónde y de dónde? El ciclo urbano del agua en Melilla



Carmen Enrique Mirón* y
José Ramón Cortiñas Jurado (coordinadores)

*Facultad de Educación y Humanidades de Melilla. Universidad de Granada
CEIP Reyes Católicos. Melilla*

Autores

Carmen Enrique Mirón, Juan A. González García, Sebastián Sánchez Fernández (Facultad de Educación y Humanidades de Melilla. Universidad de Granada) y José Ramón Cortiñas Jurado (CEIP Reyes católicos. Melilla).

Palabras clave

Educación, competencias, agua, medio ambiente, sostenibilidad.

Resumen

Llega sin hacer ruido. No tiene olor, ni color, ni sabor... Casi nos olvidaríamos de ella... Sin embargo, está por todas partes: dentro de nosotros, a nuestro alrededor, en la piscina, en la fuente del barrio, etc.

El agua juega un papel esencial en las actividades de la tierra desde tiempos muy remotos y sin duda continuará siendo un factor decisivo de multitud de fenómenos, mientras exista. Sin embargo, la abundancia del agua en la Naturaleza y el continuo contacto que con ella se tiene en todos los momentos de la vida, hacen que no se le conceda la importancia que realmente tiene. Por ejemplo, en Melilla, que no nos sobra precisamente... ¿sabemos de donde viene el agua que bebemos, con la que lavamos los platos, nos duchamos o cuando tiramos de la cisterna? ¿y a dónde va una vez que la hemos usado?

A estas preguntas tratamos de dar respuesta con el recurso educativo elaborado en versión digital interactiva y que presentamos en este artículo. Dicho recurso va orientado principalmente al tercer ciclo de Educación Primaria y pretende, entre otras cosas, contribuir a la consecución de uno de los objetivos de esta etapa «conocer y valorar su entorno natural, social y cultural, así como las posibilidades de acción y cuidado del mismo». De esta manera, cumplimos intrínsecamente con el mismo, y aprovechamos para cubrir «un hueco curricular», pues el conocimiento del entorno natural y urbano más próximo no queda prácticamente recogido en los libros de texto habitualmente utilizados en los centros escolares de Melilla.

.....
* E-mail de la autora: cenrique@ugr.es.

Por otro lado, nuestros chicos no paran de darle uso y hacerla parte de sus vidas pero realmente sin una comprensión de lo expuesto al inicio difícilmente podremos inculcar en ellos una cultura de ahorro, utilización y como no, de desarrollo sostenible, empezando por el entorno más cercano, Melilla en nuestro caso, con las peculiaridades que por su ubicación y características, conlleva.

«El ciclo integral del agua en Melilla», «el rincón del profesor», «las palabras del agua», «¡a mojarse las manos!», «cómo ahorrar agua» o «los derechos del agua y la carta europea del agua», son los apartados que profesores y niños pueden encontrar en este material educativo, que presentado de forma interactiva, sugerente y amena, sin duda pensamos, será de gran ayuda para conseguir en todos «rellenar esos recovecos desconocidos», de algo tan «conocido» y vital en nuestras vidas: **EL AGUA**.

Antecedentes

Desde el año 2006 se viene desarrollando en la Facultad de Educación y Humanidades de Melilla (Universidad de Granada) el Proyecto de Innovación Docente¹ «Propuesta metodológica para el aprendizaje autónomo de conceptos medioambientales en la formación de maestros», que nace con la intención de adecuar la metodología de la asignatura obligatoria Fundamentos científicos medioambientales, impartida en segundo curso de la titulación de Maestro-Educación Primaria, al sistema de enseñanza impulsado por el Espacio Europeo de Educación Superior a la vez que trata de dar respuesta a la escasez de recursos didácticos que relacionan el conocimiento del entorno local, en sus facetas ambiental y urbana, con los conocimientos que se deben trabajar en la formación inicial de los futuros maestros.

La necesaria e imprescindible conexión entre la enseñanza universitaria y la labor profesional a la que están destinados nuestros alumnos de Magisterio, el trabajo educativo con niños, nos llevó a incluir en dicho proyecto a todos los eslabones intermediarios implicados: profesores universitarios de distintas áreas de conocimiento, alumnos de 2º curso de la especialidad de Educación Primaria y maestros de Primaria de de varios centros educativos de la ciudad.

Una vez iniciado, y sin olvidar la verdadera finalidad de nuestra labor profesional: formar a los futuros profesionales de la Educación Primaria, se nos planteó la conveniencia de extenderlo a esa etapa de la educación con el fin de diseñar y elaborar materiales educativos que pudieran servir de recurso a los profesionales de Educación Primaria. De acuerdo con el Real Decreto 1513/2006 de 7 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (BOE, 2006b), uno de los objetivos de esta etapa es *conocer y valorar el entorno natural, social y cultural, así como las posibilidades de acción y cuidado del mismo*.

.....

1 Proyecto subvencionado por el Vicerrectorado de Planificación, Calidad y Evaluación Docente de la Universidad de Granada.

Asimismo, una de las competencias básicas que aparecen incluidas en el currículo de Educación Primaria también hace referencia *al conocimiento y la interacción con el mundo físico*. Surge así, un segundo proyecto, financiado en este caso por la Consejería de Educación de Melilla, «Diseño de materiales educativos como recurso para la enseñanza del entorno natural y urbano de la Ciudad Autónoma de Melilla en Educación Primaria» que se inicia en marzo de 2007 y en donde se contextualiza el recurso aquí presentado junto a otros materiales ya publicados.

Introducción

El agua influye en todos los aspectos de la naturaleza y de la vida humana. En general, ha sido considerada como un recurso renovable, cuyo uso no se vería limitado por el peligro de agotamiento que afecta a otros recursos como, por ejemplo, los yacimientos minerales. De hecho, se habla del «ciclo del agua» que, a través de la evaporación y la precipitación, devuelve el agua a sus fuentes para engrosar los ríos, lagos y acuíferos subterráneos... y vuelta a empezar.

Y ha sido así mientras se ha mantenido un equilibrio entre el volumen de agua utilizada y el agua que dicho ciclo era capaz de reponer. Pero el consumo de agua se ha disparado. A escala planetaria, el consumo de agua potable se ha ido doblando cada veinte años debido al excesivo consumo en los países desarrollados por un lado y, por otro, al crecimiento demográfico, con las consiguientes necesidades de alimentos, según los últimos informes mundiales al respecto.

«De todas las crisis, ya sean de orden social o relativas a los recursos naturales con las que nos enfrentamos los seres humanos, la crisis del agua es la que se encuentra en el corazón mismo de nuestra supervivencia y la de nuestro planeta» (Informe de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua para todos, agua para la vida). A este respecto, debemos recordar que aunque el agua es la sustancia más abundante del planeta solo el 2,53% del total es agua dulce, el resto es agua salada.

El número de conferencias, reuniones, foros y acuerdos internacionales a lo largo de las últimas décadas refleja la creciente gravedad de la problemática del agua, situándola en el centro del debate sobre el desarrollo sostenible. Así, Riechmann (2003) ya nos alertaba sobre el consumo excesivo de agua de algunas técnicas intensivas en países desarrollados: «para producir un solo huevo en una granja industrial hacen falta 180 litros de agua: esto es 18 veces más de lo que tienen a

su disposición cada día los pobres de la Indi». O, por ejemplo, para obtener un litro de leche se necesitan más de 3000 litros de agua o para un kilo de carne más de 10000 litros.

Una de las principales consecuencias de este consumo excesivo es la explotación de los acuíferos subterráneos. Esta sobreexplotación los daña de forma irreversible, en la mayor parte de los casos, ya sea por intrusión marina si nos hallamos cerca de la costa provocando su salinización (es lo que está ocurriendo en Melilla) o por compactación y hundimiento de sus estructuras. Pero no se trata sólo de las aguas subterráneas. También los ríos han visto como su caudal disminuye drásticamente produciendo graves alteraciones ecológicas.

Junto a este aumento en el consumo del agua se ha producido, y se sigue produciendo, una seria degradación de su calidad debido a los vertidos de residuos contaminantes (metales pesados, hidrocarburos, pesticidas, fertilizantes...), a la que hay que añadir, además, la degradación ambiental, especialmente la deforestación y la pérdida de nieves perpetuas fruto del cambio climático, que está causando grandes descensos de los recursos hídricos favoreciéndose así la erosión y desertización.

Hemos de mencionar también otro gran problema, el de los graves desequilibrios en el acceso al agua. En el Informe de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, mencionado anteriormente, se expone claramente cómo de los 600 litros/día que consume un norteamericano o los 250-350 litros/día de un europeo pasamos a los 10-20 litros/día de un habitante del África subsahariana. Asimismo, de los 4 400 millones de personas que viven en países en desarrollo, casi tres quintas partes carecen de saneamiento básico y un tercio no tienen acceso al agua potable lo que ha propiciado que en las últimas décadas del siglo XX se haya asistido a un fuerte rebrote de las enfermedades parasitarias asociado a las dificultades de acceso al agua potable y a carencias en los servicios de salud. Pero lo más grave es que la mayoría de los afectados por mortalidad y morbilidad relacionadas con el agua son niños menores de cinco años.

Si bien las posibilidades técnicas para resolver muchos de estos problemas ya están disponibles, faltan aún cosas por hacer pero, sobre todo, es necesario impulsar la educación para la sostenibilidad y con ella una nueva cultura del agua.

Es por ello por lo que consideramos que trabajar el tema del agua desde las primeras etapas de la educación es de gran importancia. De hecho así está asumido y es un contenido que aparece recogido tanto en la LOE (BOE, 2006b) como en los Reales Decretos n.º 1513/2006 (BOE, 2006a) y 1630/2006 (BOE, 2007a) y en la

orden ECI 2211/2007 (BOE, 2007b) que la desarrollan. No obstante, sí encontramos deficiencias en cuanto a la presentación de un material concreto que contenga de manera ordenada los procesos que intervienen en el ciclo urbano del agua en el ámbito del entorno más inmediato, en nuestro caso, la ciudad de Melilla.

En Melilla, donde las lluvias son escasas y los acuíferos se encuentran sobreexplotados y salinizados, el agua evidentemente es un bien escaso. El problema se amplía debido a las pérdidas en las conducciones y al mal uso que, en general, hacemos de ella. La reciente puesta en marcha de la planta desalinizadora, la construcción del embalse de las Adelfas y otras medidas tomadas por las autoridades nacionales y locales tratan de ofrecer a los ciudadanos agua de buena calidad durante las 24 horas del día pero, sigue siendo necesario que nos concienciamos del buen uso que debemos hacer de ella y no malgastarla.

Tiramos de la cisterna, nos duchamos, nos lavamos los dientes, si tenemos sed abrimos el grifo, ponemos la lavadora, pero ¿nos paramos a pensar de dónde viene esa agua?, ¿cómo es posible que la podamos beber? o ¿a través de qué proceso la devolvemos de nuevo limpia al río, al mar, etc.? Entendemos que trabajar el ciclo urbano del agua en las aulas de Primaria hace que los niños y niñas tomen conciencia de la importancia del uso responsable del agua. De esta forma el simple gesto de abrir el grifo adquirirá otro significado una vez conocido «todo lo que hay detrás» y que cuando se deja abierto un grifo parte de la vida se nos escapa desagüe abajo.

Objetivos

El principal objetivo de este artículo es dar a conocer el diseño y elaboración de un material didáctico en soporte disco CD-ROM elaborado para el ciclo superior de Educación Primaria con el que se pretende facilitar la enseñanza del entorno natural y urbano de la Ciudad Autónoma de Melilla, en concreto el ciclo urbano del agua, sus fases, procesos y gestión contribuyendo de este modo a la comprensión del entorno y de la realidad local así como al desarrollo de actitudes de cuidado y respeto hacia el uso responsable del agua que favorezcan el desarrollo sostenible de nuestra ciudad.

Con la elaboración de este material pretendemos, pues:

- Facilitar medios y recursos al profesorado para solventar la escasez de material didáctico relacionado directamente con el entorno local.

- Favorecer el uso de materiales multimedia en el aula. Los soportes digitales e Internet colaboran de manera fundamental en la comprensión e interiorización de conceptos facilitando así un aprendizaje significativo basado en metodologías activas.
- Facilitar la comprensión de los procesos por los que pasa el agua hasta llegar a las casas y después de utilizarla para sensibilizar sobre las repercusiones de nuestras actividades antes y después del uso urbano del agua
- Desarrollar actitudes positivas y valores de respeto y conservación de ese bien tan preciado que es el agua.
- Favorecer la alfabetización científica desde un primer momento, familiarizando a los niños y niñas con los diferentes formatos y lenguajes en los que se puede presentar la información e incrementando su vocabulario con términos específicos.
- Favorecer el desarrollo de destrezas y habilidades que permitan sentar las bases de una ciudadanía curiosa, informada, participativa y democrata.

El proceso de creación y desarrollo del recurso

Como ya hemos comentado, la creación de este material está contextualizada en el marco de un proyecto que comienza en marzo de 2007 y se ha desarrollado en varias fases. Dada la extensión en el uso de los libros de texto por parte del profesorado y del alumnado, la primera actuación realizada por el grupo de trabajo fue la revisión exhaustiva de los libros de texto de Conocimiento del Medio de segundo y tercer ciclo de Educación Primaria utilizados en los centros educativos de la ciudad durante el curso académico 2007-2008 (**Tabla 1**) para ver los contenidos recogidos y cómo éstos son tratados. Para ello utilizamos una adaptación del instrumento de análisis propuesto por Calvo y Martín (2005). Así mismo, se indagó sobre la existencia de otros materiales didácticos presentes en los centros.

Editorial (año publicación)	Título	Curso	Autores
ANAYA (2006)	Conocimiento del Medio Proyecto «Deja huella». Melilla	3º EP	Ricardo Gómez, Rafael Valbuena y Juan R. Brotons
	Conocimiento del Medio Proyecto «Deja huella». Melilla	4º EP	Ricardo Gómez, Rafael Valbuena y Juan R. Brotons
	Conocimiento del Medio Proyecto «Deja huella». Melilla	5º EP	Ricardo Gómez, Rafael Valbuena y Juan R. Brotons
	Conocimiento del Medio Proyecto «Deja huella». Melilla	6º EP	Ricardo Gómez, Rafael Valbuena y Juan R. Brotons
Santillana (2006)	Conocimiento del Medio Proyecto «Un paso más» Ceuta y Melilla	4º EP	José L. Alzu Goñi y José Tomás Henao (Dirección)
	Conocimiento del Medio Proyecto «Un paso más» Ceuta y Melilla	5º EP	José L. Alzu Goñi y José Tomás Henao (Dirección)
	Conocimiento del Medio Proyecto «Un paso más» Ceuta y Melilla	6º EP	José L. Alzu Goñi y José Tomás Henao (Dirección)
SM (2006)	Conocimiento del Medio Proyecto «Planeta amigo»	3º EP	Ignacio Melendez, Mariana García y Enrique Herrero
	Conocimiento del Medio Proyecto «Planeta amigo»	4º EP	Ignacio Melendez, Mariana García y Enrique Herrero
	Conocimiento del Medio Proyecto «Planeta amigo»	5º EP	Ignacio Melendez, Mariana García y Enrique Herrero
	Conocimiento del Medio Proyecto «Planeta amigo»	6º EP	Ignacio Melendez, Mariana García y Enrique Herrero

Tabla 1. Libros de texto analizados.

Si bien dos de las editoriales utilizadas presentaban versiones para Melilla, los contenidos directamente relacionados con el entorno natural y urbano local en general y sobre el agua en particular eran escasos.

Constatada la necesidad, nos pusimos manos a la obra e iniciamos un proceso de consulta, revisión bibliográfica y selección de contenidos, actividades, etc. Asimismo, teniendo en cuenta la incorporación de las competencias básicas en el currículum (LOE, Capítulo III, Art. 6) como medio para acercar el aprendizaje escolar a los problemas y exigencias de la vida contemporánea y mejorar la calidad y equidad del sistema educativo, analizamos la contribución de los contenidos seleccionados al desarrollo de las mismas (**Tabla 2**).

Competencias Básicas	Contenidos y Aprendizajes
Conocimiento e interacción con el mundo físico	Conocer al situación del agua en la ciudad de Melilla: Ubicación, adquisición, transporte, recepción y su relación con el clima y los fenómenos físicos característicos de la ciudad, amén de su peculiar situación Geográfica
Cultural y artística	Reconocer al influencia de los paisajes de la ciudad en los que el agua sea parte importante
Matemática	Tratamiento de la información técnica: Volúmenes de agua, representaciones gráficas de gasto, uso, costes...
Social y Ciudadana	Fomentar el desarrollo de comportamientos sostenibles relativos al cuidado del agua como bien esencial para la vida. Su uso responsable
Tratamiento de la información y competencia digital	Obtener la información a partir de observaciones realizadas, encuestas, datos e campo y utilizarla para inferir consecuencias derivadas de usos excesivos o malas gestiones
Comunicación lingüística	Aplicar el vocabulario relacionado con la obtención y distribución del agua en Melilla
Aprender a aprender	Utilizar los planos y mapas aportados para interpretar la información y comentar de manera crítica las apreciaciones oportunas
Autonomía e iniciativa personal	Desarrollar capacidades a partir de las observaciones in-situ, manejar planos y mapas...

Tabla 2. Contribución de los contenidos seleccionados al desarrollo de las competencias básicas.

A lo largo de este proceso, contamos con la colaboración de diferentes profesionales de la enseñanza así como de los ámbitos de la Administración responsable de la gestión del agua en Melilla, la Consejería de Medio Ambiente y la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Vaya desde aquí nuestro agradecimiento a todos ellos.

Finalmente, se procedió al diseño del material teniendo en cuenta los siguientes principios:

- a.** Crear un material, en la medida de lo posible, interactivo. Es decir, un material que solicitase al alumno que realice algún tipo de actividad o tarea sobre la pantalla y que el ordenador reaccionara ante la respuesta del mismo.
- b.** Presentar una interface atractiva y fácil de usar.
- c.** Tener un formato multimedia.
- d.** Adecuarse a las características de sus potenciales usuarios.
- e.** Integrarse y responder a las necesidades de desarrollo del curriculum escolar.
- f.** Ofrecer documentos y orientaciones al profesorado.

Estructura del CD-ROM «Agua va, agua viene»... ¿Pero a dónde y de dónde? Los recorridos del agua en Melilla

«Agua va, agua viene»... ¿Pero a dónde y de dónde? es un material didáctico en soporte CD-ROM (**Imagen 1** e **Imagen 2**) diseñado especialmente con fines educativos y pretende ser una herramienta de trabajo, una ayuda, un apoyo o instrumento tanto para el alumnado como para el maestro o maestra de tercer ciclo de Educación Primaria.

Junto a esta función formativa, también podemos destacar su función informativa. Al estar disponible a través de la web puede ser utilizado por todos aquellos ciudadanos que deseen ampliar sus conocimientos acerca del entorno en el que desarrollan sus actividades vitales, personales, familiares y profesionales, y comprender el funcionamiento y la problemática del agua en nuestra ciudad. Pero también tiene una función motivadora dado que al generar interés acerca del tema tratado, incita la curiosidad, el debate, la investigación y puede dar lugar a otro tipo de metodologías participativas.

En él se presentan los recorridos del agua en la ciudad de Melilla desde su captación hasta que es devuelta al mar una vez usada y depurada. Junto al ciclo urbano del agua, el CD-ROM contiene otras secciones (**Imagen 3**), presentadas por *Conchi* una mascota creada al efecto, en donde se aportan diversos materiales especialmente dirigidos al profesorado para su uso posterior en las aulas. A continuación detallamos brevemente cada una de estas secciones.

El ciclo del agua en Melilla

¿Sabes cuáles son los recorridos del agua en nuestra ciudad? Entra en el ciclo del agua en Melilla y los descubrirás, para ello pulsa sobre CICLO y sigue pulsando las FLECHAS (**Imagen 4**).



Imagen 1. Envase del CD.



Imagen 2. Carátula del CD.

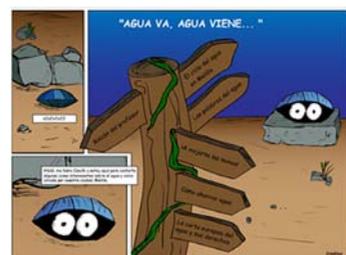


Imagen 3. Secciones que componen el CD-ROM.

Esta sección es la principal protagonista del CD-ROM. A medida que se van pulsando las flechas aparecen los recorridos del agua en la ciudad de Melilla a la vez que se va obteniendo información de cada uno de los componentes del ciclo urbano del agua.

Rincón del profesor

También hemos preparado cosas para los profesores. En este apartado, los profesores encontrarán varios documentos:



Imagen 4. Página inicial del ciclo urbano del agua en Melilla.

- **Conozcamos nuestra ciudad. Melilla y el agua**

Documento en donde se describe geográfica e históricamente la ciudad de Melilla y la evolución de la relación de sus habitantes con el agua a través del tiempo.

- **Los recorridos del agua en Melilla**

Tras una breve introducción sobre el ciclo integral del agua (ciclo natural junto al ciclo urbano), se explica detalladamente las etapas que intervienen en el ciclo urbano del agua en Melilla con sus peculiaridades y principales características, todo ello ilustrado con abundantes fotografías.

- **Unidad Didáctica. «El agua en nuestro entorno, Melilla, y su uso responsable»**

Se trata de una detallada Unidad Didáctica dirigida a los alumnos del Tercer Ciclo de Educación Primaria con la que se pretende hacer reflexionar a niños y niñas sobre el uso del agua y su importancia en nuestra Ciudad y que está orientada a un tipo de contrato de aprendizaje (en cuanto al compromiso que adquieren los alumnos) y desarrollo de pequeños proyectos. Pretende ser una guía para el profesorado en el tratamiento de la temática que nos incumbe.

Las palabras del agua

El «agua» también está en canciones, libros, refranes, expresiones... En esta sección podremos encontrar junto a «expresiones y refranes» donde el protagonista es el agua, «la música del agua», una selección canciones (letra y partituras) en las que intervienen distintos términos vinculados al agua y una selección de «libros acuosos» agrupados por edades.

¡A mojarse las manos!

Diviértete y aprende. Aquí tienes algunas divertidas actividades muy mojadas. Cómo su nombre indica, esta sección presenta una selección de actividades que pueden ser llevadas a cabo tanto en el aula como en casa. Se han agrupados en dos bloques:

1. Actividades para concienciarse. Todas ellas comienzan con una pequeña pregunta para incitar la curiosidad tras la que se da algunos datos de interés y se le propone una serie de cosas que el niño o niña puede hacer para terminar con unas sugerencias de observación.
2. Actividades para mojarse un poco las manos. Mucho más manipulativas y en donde se indican claramente los materiales necesarios así como el procedimiento a seguir.

Cómo ahorrar agua

Aprende cómo ahorrar agua siguiendo estos sencillos consejos. Se trata, no cabe duda, de una serie de consejos para ahorrar agua y también para no contaminarla. Todos necesitamos agua y aunque en la tierra disponemos de grandes cantidades no toda ella es directamente accesible a los seres vivos por lo que no debemos malgastarla ni contaminarla.

La carta europea del agua y sus derechos

Lee la carta europea del agua y no olvides que detrás de sus principios hay mucho que conocer, respetar y defender. Y, por supuesto, tampoco olvides que el agua dulce tiene sus derechos. En esta sección se recoge la *Carta Europea del Agua* adoptada por el Consejo de Europa en marzo de 1967 y que fue proclamada en Estrasburgo el 6 de mayo de 1968 así como los *Derechos del Agua Dulce*, aunque no tengan valor legal alguno.

¿Sabías qué?

En este apartado, Conchi nos va relatando una serie de curiosidades relacionadas con diversos aspectos del agua.

Consideraciones finales

Una vez finalizado el proceso de diseño y elaboración del material aquí presentado, la siguiente fase es la puesta en práctica del mismo en los distintos centros educativos de Primaria de nuestra ciudad a fin de evaluar su eficacia. Fase que se realizará a lo largo del curso 2009-2010. Para ello, y con la finalidad de conseguir una interacción de todos los implicados en el proceso, se ha desarrollado un blog (Ciencia en Melilla) donde se subirán los cuestionarios de valoración para ser cumplimentados on-line por alumnos y profesores y con los que pretendemos recoger información sobre la validez del recurso así como las impresiones y sugerencias tanto del profesorado como de los alumnos de los colegios en donde será distribuido. La facilidad de acceso y manejo de los blog ha hecho de ellos una de las herramientas más extendidas, en el marco de las nuevas tecnologías, en la educación dado que permite la posibilidad de intercambiar comentarios y experiencias así como el seguimiento de una gran variedad de actividades.

Referencias bibliográficas

Universidad de Granada. *Agua va agua viene* [en línea]: <<http://www.ugr.es/~educamel/agua/web.html>>.

CEIP Reyes Católicos. *Ciencia Melilla* [en línea]: <<http://cienciamelilla.wordpress.com/>>.

ÁLVAREZ, S. et al. *Hacia un enfoque de la educación en competencias*. Principado de Asturias: Consejería de Educación, 2008. 165 pp.

AREA, M. y GARCÍA-VALCÁRCEL, A. *Del texto impreso a los webs inteligentes. Los materiales didácticos en la era digital*. En M. Area (coord): *Educación en la sociedad de la información*. Bilbao: Desclée de Brouwer, 2001.

BARROSO, J. y CABREDO, J. *Principios para el diseño de materiales educativos para la red*. En Aguaded y Cabero (dirs.). 2002.

BOE (2006a). *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria*. Madrid: BOE n.º 293, de 8 de diciembre de 2006.

BOE (2006b). *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. Madrid: BOE n.º 106, de 4 de mayo de 2006.

BOE (2007a). *Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación infantil*. Madrid: BOE n.º 4, de 4 de enero de 2007.

BOE (2007b). *Orden ECI/2211/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación primaria*. Madrid: BOE n.º 173, de 20 de julio de 2007.

CALVO, M.A. y MARTÍN, M. *Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículum oficial, en el campo de la Química*. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1), 2005. pp. 17-32.

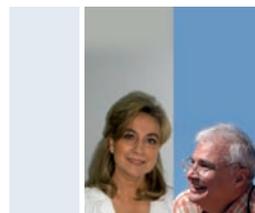
ENRIQUE, C.; GONZÁLEZ J.A. y SÁNCHEZ, S. *Formar para actuar: la innovación docente desde la universidad a las aulas de primaria*. *Educación en Melilla* 4, 2008. pp. 29-31.

GONZÁLEZ, J.; ENRIQUE, C.; VÁZQUEZ, M. y MIRA, M. *Confeción de claves de identificación para los parques urbanos de Melilla. Un recurso didáctico*. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso internacional sobre Investigación en didáctica de las Ciencias, Barcelona, 2009. pp. 602-605: <<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-602-605.pdf>>.

MARCO, B. *Competencias básicas. Hacia un nuevo paradigma educativo*. Madrid: Narcea, 2008.

RIECHMANN, J. *Cuidar la Tierra. Políticas agrarias y alimentarias sostenibles para entrar en el siglo XXI*. Barcelona: Icaria Editorial, S.A., 2003. 614 pp.

La investigación en el laboratorio y en el aula: diferencias y semejanzas



María José Gómez* y José M.ª López Sancho

Maestra. Coordinadora del programa El CSIC en la Escuela

Investigador. Director del programa El CSIC en la Escuela

Palabras clave

Conocimiento, acomodación, ciencia, estimulación, educación.

Resumen

Como resultado de la inclusión de temas científicos en los currículos de la Enseñanza Infantil y Primaria, tanto en el caso del Ministerio como en el de las Comunidades Autónomas, de acuerdo con las tendencias actuales en todos los países de la Unión Europea, El CSIC en la Escuela intenta dar respuesta a esta nueva situación estableciendo una colaboración entre científicos y maestros con el fin de facilitar la enseñanza de la ciencia desde las primeras etapas educativas.

Introducción

Uno de los objetivos de nuestro proyecto es situar al alumno en el papel de investigador, realizando de forma conjunta con sus compañeros experimentos tan sencillos como la condensación del vapor en un bote frío, de manera que desarrolle su poder de observación, su curiosidad por el mundo y su capacidad de asombro. Sobre esta y otras sencillas experiencias, como tantas otras presentes en nuestra vida cotidiana, vamos a expresar algunas ideas que pueden hacernos reflexionar sobre cómo abordar la enseñanza de la ciencia desde la infancia.

Confiamos en que este pequeño análisis ayude a los maestros a perder el miedo a enfrentarse al conocimiento científico y a cómo transmitirlo al alumno.

* E-mail de la autora: mjgomez@orgc.csic.es.

El conocimiento científico

La mejor forma de empezar es planteándonos algunas preguntas sobre este tema en cuyas respuestas podamos establecer, de la forma más precisa, su significado dentro la enseñanza de la ciencia. *¿En qué consiste el conocimiento científico? ¿Cómo lo construye el niño? ¿En qué forma lo modifica, lo utiliza y lo aplica?*

En cuanto a la primera pregunta, tradicionalmente la comunidad científica está dividida en dos grupos. Si empleamos la terminología de Wittgenstein, de cosas y acciones, podemos distinguir a los que consideran el conocimiento como «una cosa» (por ejemplo: *el conocimiento de una persona sobre una ciudad al saber de memoria su mapa*) y los que consideran que el conocimiento es un proceso continuo en el que se puede modificar el mapa de acuerdo con la realidad.

Nosotros hemos perfilado, a lo largo de estos años, un esquema de nivel de conocimiento que es básicamente una reinterpretación del modelo de Piaget, el cual expresaremos con el lenguaje científico actual de la siguiente manera:

1. El niño observa el mundo y experimenta sobre su comportamiento.
2. A partir de los resultados conceptualiza las cosas y los comportamientos, construyendo un modelo que explique la parte de realidad que investiga.
3. Por un proceso de asimilación, el niño sigue observando y va completando su **modelo** de acuerdo con sus nuevas experiencias.

De esta manera el niño interpreta los nuevos datos que extrae de la realidad de acuerdo con el modelo que ha construido (acomodación directa) es decir, **la realidad se explica con el modelo**.

En tanto que las observaciones y experimentos que se realizan en el mundo real se encuentren de acuerdo con el modelo que el niño tiene en su cabeza, se dice que dicho modelo (y el niño) está en equilibrio con la realidad.

Siguiendo con el proceso de aprender, cuantas veces los maestros nos damos cuenta de que llega, inevitablemente, un momento en el que algunas observaciones o resultados de experimentos no se explican por el modelo que el alumno ha construido. Esto obliga a modificar esencialmente su representación de la realidad. Si no le es posible o no tiene recursos para realizar este proceso, prefiere no dar ese paso e instalarse en el pensamiento fantástico, del que habrá que ayudarlo a salir por el método socrático, es decir, obligar al niño a responder sobre lo que observa, esperando que manifieste todo lo que piensa y ayudándole a modificar su modelo.

Por eso, en el ejemplo citado anteriormente sobre la aparición del agua en las paredes de un bote frío, para que dar sentido a lo que observa, la aparición de agua donde antes no la había sin que se vea venir de ningún sitio, es necesario ir más allá de lo que aprecian sus sentidos y hacer uso del razonamiento lógico.

Podríamos así llegar a la conclusión de que aprender e investigar son la misma cosa, pero enseñar ciencia no es solo reproducir el camino de la investigación: hay una diferencia entre la evolución de los modelos que construyen los científicos y la evolución de los modelos de nuestros alumnos.

Aunque las herramientas lógicas de ambos son las mismas, los científicos que intervienen en la historia de la ciencia son seres adultos, con sus capacidades cognitivas plenamente desarrolladas. En cambio, nuestros alumnos al crecer y pasar de un curso al siguiente, van recorriendo los estadios piagetanos que marcan su desarrollo cognitivo. Esto sitúa al maestro en un papel fascinante: determinar la capacidad intelectual de sus alumnos y compaginarla con los métodos apropiados para que aprendan y comprendan los contenidos científicos. Los conocimientos científicos del currículo son estáticos, en cambio el momento cognitivo del niño cambia constantemente.

Tendencias en la enseñanza

Esto nos lleva a una situación muy establecida en la enseñanza de la ciencia, nos referimos a dos tendencias bien definidas: la de no influir en la evolución del niño pues es necesario respetar el estadio o etapa en la que se encuentra como si fuese biológica (ej. la pubertad) y la contraria: influir proporcionando un estímulo en destrezas mentales que favorezcan su desarrollo cognitivo (igual que se influye con la gimnasia en el desarrollo físico); en ésta tendencia, más propia de Vygotsky, se sitúa El CSIC en la Escuela.

Desde nuestra experiencia en formación científica de maestros y comprobando cómo abordan la enseñanza de la ciencia en sus aulas, tomamos como indicador del nivel del desarrollo cognitivo del alumno *la toma de conciencia de la persistencia de los objetos (como tales) en el espacio y el tiempo y la toma de conciencia de la persistencia de la cantidad de materia, también en el espacio y el tiempo.*

El paso de una a otra situación que ocurre en el intervalo que va desde los dos a los siete años y que Piaget llama *proceso de adaptación cognitiva*, no es en absoluto brusco. Una vez que interiorizan la persistencia de los objetos, cuando aprenden a contar pueden establecer la permanencia del número del objeto (tres a cinco años).

De aquí a la conservación de la cantidad de materia, que no se puede contar pero sí medir (pesar o determinar su volumen) se produce el citado *proceso de adaptación cognitiva*, que significa que poco a poco los niños van progresando desde una apreciación del mundo puramente cualitativa, a una apreciación semicuantitativa, para terminar con una percepción cuantitativa que coincide con el periodo de las operaciones concretas de Piaget.

Así pues, creemos que el estado de conocimiento del niño se puede determinar por los siguientes elementos, que tendremos que identificar en la enseñanza de la ciencia:

1. Los modelos que maneja el niño.
2. La capacidad para llevar a cabo el proceso de asimilación (enunciar leyes de la naturaleza).
3. La facultad que presenta el niño para acomodar el modelo a nuevos datos obtenidos del mundo real (ejemplo en electromagnetismo: modelo de dominios).
4. La sensibilidad del niño para detectar desequilibrios entre sus modelos pensados y la realidad (ejemplo en electromagnetismo: polos geográficos y magnéticos).
5. La capacidad de aplicar su modelo para resolver problemas técnicos (ejemplo en electromagnetismo: fabricación de un motor de Faraday).
6. La capacidad de sustituir los antiguos modelos por los nuevos.

Estos indicadores nos sitúan en un modelo pedagógico que da la máxima importancia al cambio conceptual y que ve en el aprendizaje de la ciencia la adquisición de una nueva cultura.

El modelo de cambio conceptual fue establecido por Susan Carey en 1985 en su libro *Conceptual Change in Childhood*, y lo define como la alteración o creación de un concepto o representación mental de una categoría de elementos o acciones; energía, entropía y temperatura son ejemplos de elementos; aceleración, compresión y expansión lo son de acciones. Este modelo está basado en la visión de Thomas Kuhn de la forma en la que avanza la ciencia, que expuso en su libro *La estructura de la Revoluciones Científicas*. Kuhn establece un planteamiento nuevo defendiendo que el avance científico siempre requiere un cambio en la forma global de concebir el mundo, es decir, un cambio de paradigma. Este cambio de paradigma implica a su vez una redefinición del significado de los conceptos o la introducción de conceptos nuevos. En el caso de la enseñanza de la ciencia en estas etapas, el proceso se enriquece con el hecho constante del cambio de pensamiento en la capacidad cognitiva de nuestros alumnos.

Referencias bibliográficas

CAREY, Susan. *Conceptual Change in Childhood*. USA: The MIT Press, 1987. 240 pp.

KUHN, Thomas S. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de cultura Económica, 2005. 361 pp.

PIAGET, Jean. *El lenguaje y el pensamiento del niño pequeño*. Barcelona: Paidós Ibérica, 1987. 104 pp.

La naturaleza del conocimiento: los modelos en la enseñanza de la ciencia



M.ª C. Refolio Refolio, M.ª J. Gómez Díaz*
J. M. López Álvarez y J. M.ª López Sancho

Investigadora del programa El CSIC en la Escuela

Maestra y coordinadora del programa El CSIC en la Escuela

Maestro del programa El CSIC en la Escuela

Investigador y director del programa El CSIC en la Escuela

Palabras clave

Conocimiento, modelos, lenguaje, ciencia, conceptualización.

Resumen

En un recorrido histórico describiremos y analizaremos las distintas propuestas y definiciones que se han dado sobre la naturaleza del conocimiento. De esta forma veremos como a mediados del siglo XX convergen distintas disciplinas en la denominada revolución cognitiva, produciéndose un cambio de paradigma en el enfoque de la naturaleza del conocimiento.

Hacia la revolución cognitiva

Es evidente que el conocimiento, en todas sus facetas, es tan importante como cualquier medio de producción. Ya en el Paleolítico debía ser muy importante saber dónde y cuando recolectar los frutos, así como conocer las técnicas de caza. Más tarde, en el Neolítico, el número de conocimientos útiles aumentó, y fue necesario saber cómo y cuando se debe sembrar, la forma de recolectar y la manera en que se deben preparar los alimentos. Por ello, no es difícil entender que el hombre se preguntase por el origen de estos conocimientos.

Las respuestas a esta pregunta se suelen dividir en dos grupos, identificados por el modelo que emplean. El primero es el de los *racionalistas*, personalizado en Platón; probablemente observaron que las aves saben volar aunque hayan nacido y crecido sin la presencia de sus progenitores, a pesar de lo complicado que es el vuelo, y ge-

.....
* E-mail de la autora: mjgomez@orgc.csic.es.

neralizando esta observación pensaron que nacemos con todos los conocimientos. El segundo grupo, en cambio, viendo que los niños necesitaban que se les enseñe incluso a andar, pensaron que los seres humanos nacemos con la mente en blanco, *tanquam tabula rasa*, y en ella se va almacenando lo que aprendemos mediante la experiencia. Este modelo *empirista* se debe a Aristóteles y es, como vemos contrario al *innatismo* de Platón.

Tanto los racionalistas como los empiristas aceptaron la existencia de dos mundos distintos: *el de la materia y el del pensamiento*. Esta visión del aprendizaje perduro con ligeras modificaciones hasta que Descartes (1596-1650), unos dos mil años después, avanzó un paso más, planteando la existencia de la *materia, el espacio y el tiempo*, por un lado, y del *pensamiento* por otro. Ambos orbes tenían que estar conectados, ya que las percepciones del mundo exterior nos llegan por medio de los sentidos y tienen, de alguna manera, que transmitirse al orbe del pensamiento. Y estas percepciones sensoriales eran de suma importancia, ya que todo el conocimiento que las personas tienen del mundo exterior lo obtienen por los sentidos. Además este pensamiento tenía que viajar en sentido contrario, de manera que si teníamos el pensamiento de mover una parte de nuestro cuerpo, éste debía actuar sobre los músculos que lo llevarían a cabo. Así, Descartes establecía que el conocimiento era una actividad propia del mundo del pensamiento, aunque se obtenía a partir de percepciones sensoriales del mundo material; quedaba así planteado el problema de la conexión entre ambos mundos.

Otro frente en el estudio del conocimiento es el que cuestiona la validez de las leyes que lo forman. Si el conocimiento debe estar formado por proposiciones universales, que se cumplan siempre y en toda circunstancia, ¿cómo es posible obtenerlo a partir de la experiencia, es decir, de un número limitado de procesos concretos? Kant intenta aclarar esta contradicción, que pone en tela de juicio todo el empirismo, planteando un problema que perdura hasta el momento actual.

El hecho de que la mente humana pueda extraer conocimiento de la observación del mundo exterior implica que ésta tiene que tener algún ingrediente propio, ya que los hechos observados, por sí solos, no constituyen conocimiento. Este ingrediente, cuya existencia está presente en la mayoría de los escritos de los filósofos y científicos, es la *lógica*, que sí que es *innata* en los seres humanos. Así se introduce un nuevo problema: descubrir *la naturaleza de la lógica*.

Aristóteles había formalizado la lógica deductiva utilizando silogismos de tres proposiciones (dos premisas y una conclusión) y posteriormente Tomás de Aquino la había reformulado en el siglo XIII. Pero es un matemático, Boole, el que unifica las matemáticas y la forma en que funciona la mente en 1854, en una obra que titula:

Una investigación de las leyes del pensamiento en las que se fundamentan las teorías matemáticas y la lógica de probabilidades. La lógica de Aristóteles se formaliza por medio de fórmulas matemáticas siguiendo las leyes del álgebra.

El paso siguiente, en nuestro rápido recorrido por la historia, se lo debemos a Saussure (1857-1913), que en su *Curso de Lingüística General* (publicado por sus alumnos en 1916) explicó las relaciones entre los conceptos evocados por las palabras y el mundo real. Esta concepción del lenguaje es, además de la base del estructuralismo, la relación en la que se basó Wittgenstein (1889-1951) para iniciar el estudio del pensamiento: «todo lo que se puede decir se puede pensar y todo lo que se puede pensar se puede decir».

En 1937 Turing publica un artículo que titula *Números Calculables*, en el que demuestra que cualquier programa puede implementarse en cualquier tipo de ordenador, independientemente de su «hardware». Con este artículo se establece que lo importante es el algoritmo (el programa). Antes de este artículo, en el que se describe lo que se conoce como máquina de Turing, se pensaba que lo importante era la máquina (el hardware).

En 1938 Shannon utiliza los principios de Boole y demuestra que las operaciones lógicas booleanas, es decir, las operaciones del pensamiento se pueden realizar mediante circuitos eléctricos elementales, de manera que cualquier operación lógica puede implementarse por medio de combinaciones de esos circuitos. Es el principio del ordenador electrónico. Este camino convergerá, diez años más adelante, con los demás modelos del pensamiento.

En Suiza Jean Piaget formuló el programa de investigación de *epistemología genética*. En 1947 publica *La psicología de la inteligencia*, en realidad un resumen de su curso en el Colegio de Francia en 1942. Allí expone su modelo, en el que la lógica innata es la base del pensamiento; en consecuencia define la inteligencia como un conjunto de operaciones lógicas concatenadas: *percepción, abstracción, conceptualización, clasificación*, etc. Simultáneamente Konrad Lorenz exponía su visión de la *epistemología evolutiva* y Warren McCulloch empezaba a hablar de *epistemología experimental*.

A pesar de todos estos avances, hasta mediados del siglo XX el modelo de ser humano era prácticamente igual al de Descartes. Las percepciones llegan a la mente a través de los sentidos, se transforman en pensamientos y son manipulados utilizando las leyes de la lógica. Pero, ¿cómo pasa la información del mundo exterior a conocimiento? Y sobre todo, ¿qué es y donde reside el conocimiento?

Es justamente a mediados del siglo XX cuando convergen los diferentes caminos a los que hemos aludido en este artículo. Lingüistas, psicólogos, antropólogos, teóricos de la ciencia de la computación, matemáticos, etc. protagonizan un movimiento intelectual que se conoce como **revolución cognitiva**, produciéndose un cambio de paradigma en el enfoque de la naturaleza del conocimiento.

Aunque es imposible exponer brevemente la nueva forma de enfocar el problema de *mente y materia* que surgió de la revolución cognitiva, nos gustaría señalar su línea de razonamiento, originada en torno al Massachusetts Institute of Technology (MIT) y a Princeton. Los protagonistas principales fueron John von Neumann, Norbert Wiener, Alan Turing y Warren McCulloch. Wiener acuñó el término de cibernética.

Todos ellos produjeron un cambio de paradigma en un campo dominado entonces por el *conductismo*, admitiendo que el cerebro jugaba el papel del hardware del pensamiento y que el propio pensamiento estaba constituido por el conjunto de programas que se desarrollaban en ese hardware. Así, de acuerdo con Turing, quedaba claro que no era fundamental conocer las bases neurológicas del cerebro para estudiar el pensamiento y también se entendía que los trabajos de Piaget iban dirigidos a estudiar cómo se desarrollaba la mente a lo largo de los primeros años. Se entendía también que estos programas que constituían el pensamiento podían desarrollarse siguiendo las mismas reglas que la evolución imponía al hardware, sometiéndolos a las leyes de la lucha por la vida.

Una vez admitidas estas premisas, podemos considerar a los seres humanos como los únicos seres vivos cuya adaptación al medio se realiza por software, es decir, por medio del conocimiento. La idea que les presentamos es una generalización de lo que podríamos llamar «adaptación intelectual».

Un ejercicio interesante es comparar el comportamiento evolutivo del mamut y el hombre ante la última glaciación. Al producirse el descenso de temperatura en forma lenta y gradual, el mamut evolucionó cubriéndose con un pelo denso y aislante, que le permitió sobrevivir. La capacidad de producir este pelo protector se comunicaba a su prole a través de la herencia biológica, pues iba «impreso» en sus genes. El hombre, en cambio, se adaptó a las bajas temperaturas aprendiendo a fabricar vestidos hechos con pieles de animales apropiados (con todas sus complicaciones de curtido, diseño y cosido), y transmitió este conocimiento a sus descendientes, enseñándoles las técnicas que había desarrollado.

Pero la etapa de glaciación terminó de una manera brusca, demasiado rápida para que los mecanismos de evolución genética permitiesen al mamut perder su pelo, y su especie se extinguió. Para los descendientes del hombre, en cambio, desandar el

camino de la adaptación fue tan fácil como quitarse el abrigo o elegir ropas menos calurosas. La forma de transmisión del conocimiento era mucho más rápida de modificar y adaptar que el mecanismo genético que descubrió Darwin.

A continuación (**Imagen 1** e **Imagen 2**) mostramos una representación gráfica que ilustra esta idea:



Imagen 1. El largo camino de la evolución por hardware.



Imagen 2. El camino rápido de la evolución por software.

Mientras que la Naturaleza necesitó millones de años para transformar un dinosaurio en un animal capaz de volar, o un pez en un ser que pudiera desenvolverse en tierra firme, en sólo unos miles de años hemos visto cómo el *Homo sapiens* pasa, de recolector de frutos silvestres, no ya a ser capaz de volar, sino a lanzar satélites artificiales e incluso a viajar hasta la Luna. Esta enorme capacidad de evolución se basa tanto en el hecho asombroso, en palabras de Einstein, que «el mundo pueda entenderse», como en la facilidad, e incluso la necesidad, que presenta el niño de absorber todo conocimiento que se pone a su alcance.

Ya que la evolución humana se produce a través del conocimiento, la educación debe desarrollar las capacidades básicas del proceso de aprender: creatividad, curiosidad, lógica, etc.

Pero no hemos contestado todavía a la pregunta que habíamos planteado al principio: ¿cómo almacenan los seres humanos el conocimiento? Nosotros, interesados principalmente en la enseñanza de la ciencia, nos referiremos solo al conocimiento científico, pero el argumento es fácilmente generalizable a los demás campos del conocimiento. Nuestra respuesta, en la que se basa el método de enseñanza que seguimos, considera que el conocimiento radica en los modelos que se construyen de las diferentes parcelas objeto de estudio, modelos que son una representación mental muy simplificada de la realidad. Se elaboran por un método conocido, el constructivista, y se mejoran y adecuan a la realidad por medio de la investigación.

El ejemplo más conocido de modelo de conocimiento científico es el del sistema solar, que emplea Kuhn para estudiar la estructura de las revoluciones científicas.

El primer modelo de la Grecia clásica es el de Eudoxo, hacia siglo III a. C., en el que los siete planetas de ese tiempo, el Sol, la Luna, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno, giran en torno a la Tierra, situada en el centro del universo, unidos a sendas esferas transparentes. Pero, basándose en que el Sol era el más grande de los cuerpos celestes, Aristarco propuso por esa misma época que era el Sol el que ocupa el centro del universo y la Tierra gira en rededor suyo una vez al año, en una trayectoria básicamente circular.

Por alguna razón de tipo más bien estético (la elegancia de los modelos es muy importante en la ciencia) a pesar de medirse las distancias entre Tierra, Sol y Luna, así como el tamaño de los tres cuerpos, y comprobarse que el Sol era el más grande de los tres, Ptolomeo enunció su modelo geocéntrico en el siglo II d. C.

El universo geocéntrico perduró a lo largo de la Edad Media hasta mediados del siglo XVI, tiempo en que Copérnico publicó su *De Revolutionibus Orbium Caelestium*, en que se enunciaba, de nuevo, un modelo de universo geocéntrico, en que los planetas y la Tierra giran en torno al Sol en complicadas trayectorias compuestas por movimientos circulares.

En 1609 Kepler, utilizando observaciones de Tycho Brahe, postula un universo geocéntrico en el que los planetas se mueven en órbitas elípticas, modelo que, en lo esencial y en lo que respecta al sistema solar, perdura hasta nuestros días.

Si meditamos sobre la naturaleza de estos modelos veremos que la parte esencial de ellos, la base sobre la que están contruidos, son los *conceptos*. En ambos modelos aparecen los conceptos de universo, centro, Tierra, Sol, planeta, satélite, órbita, círculo, elipse, movimiento, velocidad, etc. Estos conceptos son los ingredientes con los que construimos el modelo. Sobre estos conceptos se elabora una estructura que los relaciona, permitiéndonos explicar los movimientos tal como se ven desde nuestro observatorio en la Tierra y predecir la posición que tendrán los planetas y nuestro satélite en cualquier tiempo futuro. Y en el modelo está contenido todo el conocimiento que tenemos del sistema solar. Por eso podemos juzgar, por ejemplo, el conocimiento que los griegos tenían del universo a partir de los modelos que manejaban.

Proceso de conceptualización: un proceso fundamental en ciencia

Wittgenstein nos cuenta que lo que le dio la clave para su teoría sobre el pensamiento fue la escenificación que se hizo, durante un juicio legal, de un accidente de circulación (**Imagen 3**). En el juicio se emplearon coches de juguete para reconstruir el accidente y de acuerdo con los testigos, se representaron las distintas versiones del mismo. Para Wittgenstein los cochecitos hacían en el juicio el mismo papel que las palabras en nuestro pensamiento: sustituían las «cosas» del mundo. Pero como hemos dicho, las cosas del mundo son demasiadas para darles nombre a todas. Es necesario formar conceptos: *conjuntos de cosas, de infinitas cosas, a las que podemos dar un nombre común con el que designemos a todos ellos*. Cada uno de esos conjuntos corresponde a lo que Platón llama «ideas universales», según él innata en las personas.



Imagen 3. Ilustración del juicio que presenció Wittgenstein.

Veamos cual es, de acuerdo con Piaget, ese proceso. Es el mismo que tiene lugar entre los científicos ante un nuevo fenómeno. Supongamos que el niño tiene un perro que se llama Nai. Cuando vea otro perro, su imagen le evocará la etiqueta de la «cosa» más parecida que conoce, y dirá a la vez que lo señala (acción de señalar = esa cosa es) un «Nai». Está asociando bajo la misma etiqueta (Nai), más de una «cosa» real. Esta operación lógica constituye el proceso de conceptualización, consistente en etiquetar un conjunto infinito de cosas (todos los perros posibles, reales o no). Lo mismo ocurre con los señores (un papá) y las niñas y los niños...

El proceso de conceptualización es básico en ciencia. La expresión:

$$\text{fuerza} = \text{masa} \times \text{aceleración}$$

es una relación en la que intervienen conceptos e implica que se cumple para todos los elementos de los tres conjuntos.

La historia de la ciencia es una historia de conceptualizaciones. Cada una de ellas implica una forma de ver el mundo. Aristóteles, que tenía alma de biólogo, cometió el error de agrupar a los seres vivos y a los inanimados en el mismo tipo de conjun-

tos, a los que definió por su finalidad (teleología). También lo hacen los niños en su primer estadio, lo que nos hace sospechar que la ontogenia y la filogenia deben de estar relacionadas.

Eudoxo de Cnidos, alumno de la Academia y amigo de Platón, cometió otro fallo de conceptualización e incluyó al Sol, (brillante y caliente) en el misma categoría de Venus, Marte, Júpiter y Saturno. Aristarco de Samos, sesenta años después, conceptualizó correctamente los cuerpos celestes en un sistema heliocéntrico, pero Platón había muerto poco antes y no pudo leerlo.

El papel de la conceptualización en el lenguaje

El poder trabajar con conceptos dota al individuo con una potencia de cálculo lógico que es imposible si se maneja solo con «cosas» separadas. Esa potencia se debe a las operaciones que pueden hacerse con los conjuntos: intersección, producto, porciones, etc.

Esto nos permite referirnos a la mesa grande del despacho del abuelo en la casa de la sierra, de una manera tan precisa como si tuviera un nombre propio, como había tenido que hacer el hombre de Borges. En el conjunto de todas las mesas hemos hecho una clasificación entre grandes y pequeñas; nos hemos quedado con las grandes.

A pesar de estas disquisiciones definir el concepto es una pregunta interesante, aunque casi imposible de contestar: ¿qué es un concepto? Como el lector habrá adivinado, estamos preguntándonos por el concepto de concepto. Es algo muy difícil de definir, pues corresponde a un proceso mental de abstracción. Lo que sí sabemos es lo que nos ocurriría si no pudiésemos formar conceptos, y Borges, nos lo presenta de la manera siguiente:

«Recuerdo a Funes el memorioso con una oscura pasionaria en la mano, viéndola como nadie la ha visto, aunque la mirara desde el crepúsculo del día hasta el de la noche, toda una vida entera. [...]

[...] Ireneo Funes me pidió que pasara. [...] Me refirió que antes de esa tarde lluviosa en que lo volteó el azulejo, él había sido lo que son todos los cristianos: un ciego, un sordo, un desmemoriado.

[...] Nosotros de un vistazo percibimos tres copas en una mesa. Funes, todos los vástagos, racimos y frutos que componen una parra.

[...] No sé cuántas estrellas vería en el cielo.

[...] Locke, en el siglo XVII, postuló (y reprobó) un idioma imposible en el que cada cosa individual, cada piedra, cada pájaro y cada rama tuviera un nombre propio; Funes proyectó alguna vez un idioma análogo, pero lo desechó por parecerle demasiado general, demasiado ambiguo. En efecto, Funes no sólo recordaba cada hoja de cada árbol, de cada monte, sino cada una de las veces que la había percibido o imaginado. Resolvió reducir cada una de sus jornadas pretéritas, a unos setenta mil recuerdos, que definiría luego por cifras. Lo disuadieron dos consideraciones: la conciencia de que la tarea era interminable, la conciencia de que era inútil. Pensó que en la hora de la muerte no habría acabado aún de clasificar todos los recuerdos de la niñez.

Los dos proyectos que he indicado (un vocabulario infinito para la serie natural de los números, un inútil catálogo mental de todas las imágenes del recuerdo) son insensatos, pero revelan cierta balbuciente grandeza. Nos dejan vislumbrar o inferir el vertiginoso mundo de Funes. Éste, no lo olvidemos, era casi incapaz de ideas generales, platónicas. No sólo le costaba comprender que el símbolo genérico perro abarcara tantos individuos dispares de diversos tamaños y diversa forma; le molestaba que el perro de las tres y catorce (visto de perfil) tuviera el mismo nombre que el perro de las tres y cuarto (visto de frente). Su propia cara en el espejo, sus propias manos, lo sorprendían cada vez.»

Funes El Memorioso (*Artificios*, 1944; *Ficciones*, 1944)

Jorge Luis Borges

Así pues, en el fondo del conocimiento se encuentra el proceso de conceptualización. La capacidad de comprender tiene su límite en el proceso de formar conceptos. Por ello, cuando queremos explicar un modelo a nuestros alumnos debemos primero analizar los conceptos que contiene (por medio de un análisis conceptual como el de los mapas de Novak) y conseguir que los adquieran por los medios que consideremos más oportunos. Si explicamos el principio de Arquímedes debemos conceptualizar el volumen, gravedad, vector, peso, peso específico o densidad, fuerza, empuje, y diferencia de vectores.

Por último, en esta breve reseña sobre el conocimiento científico, queremos señalar que debemos tener en cuenta que un modelo o representación no debe confundirse con la realidad. Como hemos visto un modelo es, simplemente una representación simplificada de la misma y codificada por signos de una parte del mundo real.

Pero, aunque la representación no sea igual que el original, debe existir alguna relación entre el mundo real y la representación para que ésta proporcione información sobre aquel.

¿Cómo se forman las representaciones?

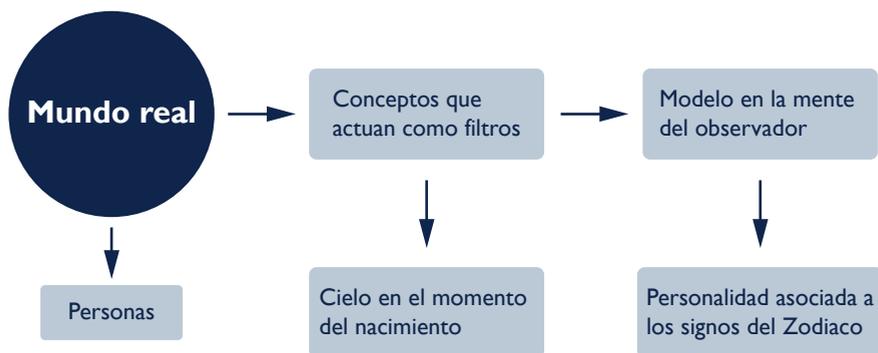
La representación es una forma universal de estructurar el conocimiento (aunque sea falso), incluso en las pseudociencias, como la astrología.

Las representaciones científicas (siempre asociadas al modelo conceptual) presentan características especiales.

Un modelo conceptual es una construcción mental que representa una parte del mundo real. La parte del mundo real (**Esquema 1**) que representa constituye el campo de aplicación del modelo (imanes, gases, etc.).

El mundo real se caracteriza por los elementos conceptuales que se hayan definido, en el caso de los imanes, los polos, el campo magnético, etc.

En el caso de los gases, presión, volumen y temperatura. Los conceptos son propiedades idealizadas del mundo real.



Esquema 1. Caracterización del mundo real.

La ciencia se ocupa solamente de un tipo de elementos conceptuales, el de las magnitudes, que se caracterizan por ser elementos que presentan características que se pueden medir, pesar o contar.

El comportamiento del mundo real que queremos representar está expresado por la leyes. Las leyes se expresan por ecuaciones; una ecuación es una igualdad entre dos expresiones matemáticas, que se cumple para cualquier valor que tomen las variables. El primer miembro es el que aparece antes del signo de igualdad, y el segundo miembro es el que aparece en segundo lugar, aunque es perfectamente válido permutarlos. Los valores que toman las variables que intervienen son medidas de magnitudes.

La relación entre el modelo y el mundo real está determinada por la operación de medir.

El modelo consta de un conjunto de elementos que se relacionan entre sí por una ciertas reglas. El modelo reproduce las mismas leyes que el mundo real.

Idealizar es una operación que consiste en realizar suposiciones que se sabe que son falsas o incompletas. Así una molécula de agua en un modelo simple de gases se idealiza como una esfera elástica. Estas simplificaciones se justifican solamente por los resultados que producen.

También son conocidas las representaciones basadas en el modelo molecular de la materia. Estas representaciones son las que contienen conocimiento y sirven para hacer predicciones. A partir de los modelos se deducen las leyes de la naturaleza, que deben coincidir con las que se han extraído de los experimentos realizados en el mundo real.

Referencias bibliográficas

BORGES, Jorge Luis. *Ficciones*. Textos en línea [en línea]: <<http://www.textosenlinea.com.ar/borges/Ficciones.pdf>> [Consulta: septiembre 2010].

GARDNER, Howard. *La nueva ciencia de la mente. Historia de la revolución cognitiva*. Barcelona: Paidós, 1995. 447 pp.

KUHN, Thomas S. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de cultura Económica, 2005. 361 pp.

PIAGET, Jean. *El lenguaje y el pensamiento del niño pequeño*. Barcelona: Paidós Ibérica, 1987. 104 pp.

El tiempo meteorológico. De la observación de los fenómenos a su comprensión



Mercedes Díaz Fuentes*

Maestra del aula de 5 años en la EEI M.ª Carmen Gutiérrez.

Espartinas. Sevilla

Palabras clave

Educación, meteorología, medida, temperatura, molécula, agua, aire.

Resumen

Es habitual trabajar con los niños de Infantil la observación del tiempo y que lo relacionen con los días de la semana, para la comprensión de conceptos temporales.

A partir de esta rutina, a los niños les surgió la necesidad de comprender los fenómenos meteorológicos que habían observado. Aprovechamos los conocimientos adquiridos con la teoría molecular para explicar fenómenos atmosféricos: así, los experimentos sobre el vapor de agua, nos ayudaron a comprender la formación de las nubes; los experimentos relacionados con el aire (si pesa, si ocupa lugar, qué ocurre cuando se calienta) nos ayudaron a comprender la formación de los vientos y las corrientes. Todo ello vino acompañado de una observación diaria de esos fenómenos y un registro de los datos observados, para llegar a conclusiones sobre magnitudes relacionadas con el tiempo.

¿Cómo llevamos a cabo el trabajo día a día?

Empezamos trabajando el termómetro ambiental y la temperatura. Cada mañana, durante el primer trimestre anotábamos la temperatura que marcaba nuestro termómetro. Para ello utilizamos distintos termómetros, tomamos distintas temperaturas (corporal, del agua en distintos estados, ambiental, etc.) trabajamos con termómetros digitales y de mercurio, y tomamos la temperatura ambiental en diferentes momentos del día.

Al final concluimos que deberíamos tomar la temperatura exterior, con un mismo termómetro y a la misma hora del día para llegar a tomar conclusiones.

.....
* E-mail de la autora: medifusa@gmail.com.

En el segundo trimestre, además, decidimos incluir en nuestras observaciones el nivel de agua de lluvia. Investigamos cómo podríamos hacerlo y conocimos el pluviómetro, pero surgió la pregunta de por qué llueve.

Los experimentos sobre el vapor de agua nos ayudaron a comprender la formación de las nubes, los tipos de nubes que existen, sus formas, sus colores y su diferente presencia en las distintas épocas del año.

En el último trimestre nos centramos en el viento, incluimos en nuestras observaciones la fuerza del viento, y descubrimos el anemómetro, con la veleta descubrimos que los vientos varían de nombre según su dirección y que influyen en la temperatura ambiental. Los experimentos relacionados con el aire y su comportamiento en las distintas temperaturas, nos ayudaron a comprender la formación de tornados, oleaje, etc.

Justificación

El tiempo es un concepto difícil de asimilar por los niños, por lo que en Infantil, es común trabajar el calendario y los días de la semana y relacionarlo con el tiempo que hace. Es una rutina que se suele trabajar todos los días en asamblea.

Se ha trabajado con una clase de 5 años. Aprovechando los conocimientos previos que los niños y niñas tenían del tema, sacando partido de la rutina interiorizada de observar el día que hace y anotarlo en el calendario, hemos intentado profundizar más, y procurar que los niños fueran anotando datos reales referidos al tiempo meteorológico, como la temperatura, la cantidad de lluvia caída, la velocidad del viento, etc.

Con este trabajo diario surgió la necesidad, por parte de los niños, de comprender los fenómenos meteorológicos, ¿por qué llueve?, ¿de qué están formadas las nubes?, ¿por qué son de distinto color?, ¿cómo se forman los vientos?, ¿por qué en la playa hay brisa?

Nos surgió el problema de cómo hacer ver a los niños estos fenómenos tan complejos. Por ello pensamos introducir experiencias que hicieran comprender a los niños estos contenidos tan abstractos.

Objetivos

- Avanzar en el proceso lecto-escritor.
- Trabajar el concepto de número desde una perspectiva real.
- Saber realizar diagramas de barras (**Imagen 1**).
- Comprender la información que nos proporciona una tabla estadística.
- Aprender a utilizar instrumentos de medida como el termómetro, anemómetro y pluviómetro.
- Comprender los fenómenos naturales relacionados con la meteorología.
- Realizar experiencias que nos ayuden a comprender fenómenos más complejos.
- Utilizar, comprender y producir distintos textos como medio de información y comunicación en distintas situaciones funcionales: explicación de un fenómeno, difusión y búsqueda de información.

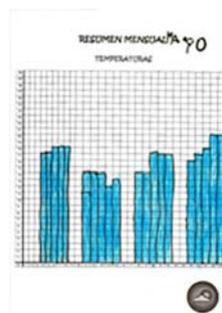


Imagen 1. Diagrama de barras con las temperaturas.

Diseño de la secuencia

- Este trabajo se realizará en las aulas de 5 años.
- La secuencia durará todo el curso.
- En cada trimestre introduciremos un contenido más a trabajar. Así durante el primer trimestre nos centraremos en la temperatura, durante el segundo en la lluvia y por último en el viento y las conclusiones.
- A lo largo de la secuencia, se irán introduciendo, los experimentos que creamos necesarios para la comprensión de los fenómenos trabajados. Así al realizar los experimentos de condensación y evaporación, comprendieron como se originan las nubes y por qué llueve. Los experimentos que muestran que el aire ocupa lugar y que cuando se calienta tiende a ascender ayudaron a los niños a comprender la formación de los vientos.

Nuestro calendario

Al llegar, cada día, anotábamos (**Imagen 2**) los datos relevantes que nos interesaban, como temperatura, nivel de agua, fuerza del viento... y al final de mes realizábamos un resumen estadístico de las temperaturas.

Fecha	Temperatura	Nivel de agua	Fuerza del viento
1	10	4	2
2	11	5	3
3	12	6	4
4	13	7	5
5	14	8	6
6	15	9	7
7	16	10	8
8	17	11	9
9	18	12	10
10	19	13	11
11	20	14	12
12	21	15	13
13	22	16	14
14	23	17	15
15	24	18	16
16	25	19	17
17	26	20	18
18	27	21	19
19	28	22	20
20	29	23	21
21	30	24	22
22	31	25	23

Imagen 2. Calendario con las medidas tomadas.

Nuestros experimentos

Al realizar los experimentos seguimos el siguiente proceso:

1. Explicamos a los niños lo que vamos a hacer y recogemos las hipótesis que ellos plantean.
2. Realizamos el experimento.
3. Recogemos las conclusiones.

Primer experimento: La condensación del agua

La experiencia consiste en calentar sopa en un microondas y ponerle una tapa transparente. Les preguntamos a los niños ¿qué ha pasado?:

- «La sopa, al calentarse, se convierte en gotas que suben hacia arriba y se quedan pegadas a la tapa». Esta es la hipótesis que ellos manejan. Realizamos el experimento (**Imagen 3**) y anotamos sus conclusiones.



Imagen 3. Diferentes etapas del experimento.

Los niños dibujan la experiencia realizada, de esta forma, a través del dibujo, podemos comprobar cómo han entendido la experiencia. Anotamos el proceso seguido, paso por paso, para comprobar que han entendido lo que ha ocurrido. Apuntan los materiales que se han necesitado para llevar a cabo la experiencia.

Utilizamos una metodología activa en la que el alumno es el protagonista, pues realiza el experimento, lo documentamos con fotografías y, para explicar qué ha pasado, dibujan la experiencia.

Segundo experimento: el aire ocupa lugar

Se rellena una cubeta transparente de agua. Se pone un vaso transparente boca abajo y se va comprobando cómo se va llenando de agua cuando se inclina y expulsando el aire que lo contenía. Son ellos los que realizan la experiencia y después la dibujan.

Estos experimentos nos ayudan a comprender los fenómenos de la naturaleza. Por ejemplo los experimentos sobre condensación y evaporación del agua nos ayudan a comprender la naturaleza de las nubes, esto es así porque los niños relacionan

el vapor de agua que hay suspendido en la atmósfera con el de las experiencias realizadas y comprenden qué le ocurre a ese vapor de agua cuando es sometido a distintas temperaturas. También nos ayudan a transferir aprendizajes.

Este dibujo (**Imagen 4**) representan las moléculas del viento al chocar contra las palas del anemómetro, reflejando, que son éstas las que mueven al instrumento. Son los niños los que llegan a dar esta explicación y no piensan que el anemómetro es movido por el viento que tiene «manos invisibles».



Imagen 4. Dibujo de un niño representando las moléculas del aire.

Creo que ha sido un trabajo bastante interesante porque hemos aprendido a tomar muestras diarias, manejando diferentes instrumentos de medida, hemos utilizado el número en su contexto y así comprendimos las diferentes utilidades de los mismos.

Así mismo aprendimos a hacer diagramas de barras para ver de forma más clara nuestros datos y ayudarnos, de forma gráfica, a sacar conclusiones. Los experimentos realizados nos han ayudado a comprender los fenómenos naturales relacionados con el tiempo meteorológico. Para mí lo más sorprendente ha sido comprobar que el pensamiento mágico de los niños está más alimentado por los adultos que por los propios niños. Que cuando un alumno sabe el por qué de las cosas, desde edades tempranas, es capaz de relacionar unos conceptos con otros y de sacar conclusiones bastante interesantes.

Referencias bibliográficas

LÓPEZ SANCHO, José María; GÓMEZ DÍAZ, María José; REFOLIO REFOLIO, María del Carmen; LÓPEZ ÁLVAREZ, José Manuel. *Descubriendo las moléculas: un proyecto para el aula*. Material Didáctico. Madrid: Comunidad de Madrid. Consejería de Educación. Dirección de orientación académica, 2006. 200 pp.

WYATT, Valerie. *Meteorología divertida*. Barcelona: Oniro, 2004. 128 pp.

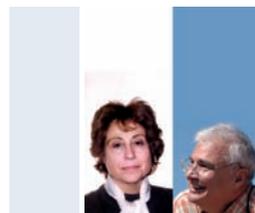
Salas del museo. Museo Virtual de la Ciencia. CSIC [en línea]: <<http://museovirtual.csic.es/sala1.htm>> [consulta: Marzo 2009].

El papel de la ciencia en la cultura: un recorrido didáctico por la física

**M.^a Carmen Refolio Refolio y
Jose María López Sancho***

Investigadora del programa El CSIC en la Escuela

Investigador y director del programa El CSIC en la Escuela



Palabras clave

Ciencia, desarrollo, conocimiento, revolución, didáctica, física.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo realizar un recorrido rápido por la historia de nuestra sociedad, poniendo de manifiesto la relación que existe entre ciencia y desarrollo social. Consideramos que la educación consiste en realizar ese recorrido, de tal manera que el niño reciba los valores y conocimientos que lo sitúen en el momento histórico en el que va a vivir.

Introducción

Esta manera de ver la historia es relativamente moderna, ya que Arnold Joseph Toynbee (1889-1975), considerado como uno de los más importantes filósofos de la historia, en su obra *Estudio de la Historia*, de doce volúmenes, apenas cita el nombre de algún científico.

En nuestra opinión el objetivo de la educación consiste en preparar al alumno para entender el mundo en el que va a vivir y desenvolverse en él, de manera que sea útil para la sociedad.

Como profesores y científicos podemos decir que la cultura consiste en una serie de ingredientes intelectuales (valores y conocimientos), que se transmiten de una generación a la siguiente por todos los sistemas de enseñanza y comunicación establecidos y que constituyen las señas de identidad de dicha sociedad. Estos ingredientes intelectuales son responsables de que las sociedades tengan caracterís-

.....
* E-mail del autor: lopezsancho@cfmac.csic.es.

ticas diferenciadoras y presenten una fuerte coherencia a lo largo de su historia. El hecho de que se adquieran a edades muy tempranas hace que se asocien a sentimientos íntimos y vivencias muy profundas, tan arraigadas que perduran a lo largo de la vida. Esto hace muy difícil la aceptación de otras señas de identidad diferentes, lo que dificulta la integración en sociedades en las que nos sentimos ajenos.

Los conocimientos y los valores están íntimamente unidos. La imagen del universo, de la sociedad y de la distribución de trabajo y riqueza que tiene el ciudadano depende de los modelos científicos y sociales que caractericen su época.

El CSIC en la Escuela considera que la ciencia se debe incluir como un ingrediente esencial de la historia, de la que forma parte y a la que está íntimamente unida. Por esa razón, en nuestras clases la historia forma la estructura o entramado sobre el que vamos situando los descubrimientos científicos, los modelos sociales y las revoluciones del pensamiento.

Generación de conocimientos

Veremos (**Imagen 1** e **Imagen 2**) que, de la misma manera que la ontogenia (evolución del individuo) sigue el camino de la filogenia (evolución de la especie), los seres humanos recorren, al aprender, las mismas etapas que tuvieron que cubrir los científicos cuando construyeron los modelos y teorías de los que disponemos.



Imagen 1. Desarrollo filogenético.

El papel del maestro es conducirlos por los caminos más directos, evitando calles sin salidas y adarves que han retrasado el desarrollo de la historia.

Aprendizaje

El primer problema con que nos encontramos, tanto en la historia como en la enseñanza, es el del obligado cambio de modelos para adaptarse

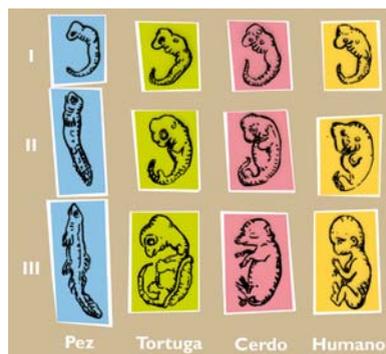


Imagen 2. Desarrollo ontogenético.

a nuevos tiempos. Y este cambio siempre es difícil, no ya por tener que admitir nuevas concepciones sino porque hay que destruir los antiguos preconceptos (Derrida). Por ello costó tanto admitir la igualdad de las personas ante la ley, sin importar género, raza o creencia religiosa, un problema que todavía está vigente.

Conocimiento y cambio social

Conviene señalar que estos modelos que marcan el momento histórico son tanto sociales como científicos. Por eso se identifican los periodos más importantes de la humanidad por el tipo de modelos científicos y sociales aceptados y por las tecnologías utilizadas (es decir, el conocimiento del que disponen).

Si realizásemos un viaje en el tiempo y aterrizásemos en un punto de la historia desconocido para nosotros, las preguntas que tendríamos que hacer para determinar la época en la que habríamos caído se nos ocurren a todos; preguntaríamos por el modelo de sistema solar que tienen, por la estructura de la sociedad, es decir, si existen esclavos, si votan todos los ciudadanos, incluidas las mujeres, si saben todos leer y escribir, si se alumbran con velas o con electricidad, si viajan con tracción de sangre o con tracción a motor, si existe el teléfono, y tantas otras que nos servirían para fijar el momento histórico en que nos encontramos.

Los comienzos

El primer gran paso lo constituyó el conocimiento necesario para mantener primero y luego producir el fuego. El Paleolítico se caracterizó por el uso de la piedra tosca para la construcción de herramientas y las técnicas de recolección estacional. Y en este periodo la transmisión del conocimiento se realiza exclusivamente por vía oral, utilizando casi con seguridad las pinturas rupestres.

El Neolítico utilizó técnicas más depuradas para trabajar la piedra e inventó la agricultura y la ganadería (como indica el mito de Caín y Abel) en un alarde de investigación, desarrollo e innovación de nuestros antepasados. Aparecen los primeros rudimentos de escritura de los que tenemos noticias a través de las tablillas de barro en escritura cuneiforme.

A partir de la Roma clásica, Europa comienza a adquirir una identidad que en el medievo era ya completa. En el siglo XII un viajero que viniera de oriente podía identificarla por los molinos de viento, los puentes de arco romano, los aperos de labranza y la forma en que se cultivan los campos.

Pero la clave de la identidad de Europa recaía en las abadías románicas que llevaban la vida religiosa y social de las personas, a la vez que el censo de las poblaciones. En estas abadías podía apreciarse tanto los conocimientos de los arquitectos como la cultura de sus bibliotecas y la habilidad de sus copistas. Ya existía, en esa época, una forma de transcribir la música, un paso importante en la cultura

Nacimiento de las ciudades: el mundo Gótico

La influencia de la aparición la Cámara Alta en Inglaterra en la sociedad medieval fue inmediata.

Los reyes intentaron disminuir el poder de los nobles y apoyaron la formación de ciudades, repobladas con los siervos huidos de los feudos nobiliarios.

Así como en los dominios feudales la totalidad de los conocimientos requeridos para ejercer un oficio (casi exclusivamente el de agricultor) pasaban directamente de padres a hijos, en las ciudades ese sistema era insuficiente. Su desarrollo requería una estructura social que hacía necesaria una especialización desconocida en la sociedad rural.

Los oficios que fue necesario desarrollar en las ciudades requerían conocimientos técnicos extensos y muy diversos. Pero además era necesario tener la seguridad de que los que ejercían esos oficios dispusieran de los conocimientos necesarios para ejercerlos. Y así aparece la figura docente fundamental de la época: *la estructura gremial*.

Era el gremio el que concedía permiso para ejercer un oficio tras un aprendizaje que podía durar diez o doce años. Se comenzaba en un taller, a las órdenes de un maestro, como aprendiz; se continuaba como oficial y se terminaba como maestro, tras un examen que consistía en presentar la *obra maestra*. A esta categoría pertenecían los escultores, canteros, vidrieros, carpinteros, herreros, cirujanos, etc.

Pero este cambio cultural dejó al margen a las mujeres. Toda esta cultura estaba sujeta a la división de género, ya que las mujeres tenían sus propias labores que no evolucionaron porque los gremios, en general, no admitían aprendices femeninos. *Sus conocimientos los transmitían a sus hijas.*

La transmisión del saber clásico quedaba al margen de esta estructura y necesitaba una nueva institución. Así aparecen las *universidades*, con una estructura copiada de la gremial, donde se enseñaba el *trivium y el cuadrivium*.

Este paso del centro de gravedad de la sociedad, que se desplaza del campo a la ciudad, es el que recoge Umberto Eco en *El Nombre de la Rosa*. La iglesia de la ciudad domina ahora la vida religiosa en detrimento de los monasterios.

A la vez que iban pasado estas cosas, en España (Toledo) y Sicilia se formaron las Escuelas de Traductores que recopilaban todo el saber clásico y lo tradujeron al latín, «lingua

franca» de la época. En ese medio cultural los manuscritos de la escuela de traductores de Toledo viajaron a toda Europa a través de tres importantes vías: La de los peregrinos a Santiago de Compostela (**Imagen 3**), la de los romeros a Roma y la de los palmeros a Jerusalén. De esta manera el saber clásico se extendió por toda Europa.



Imagen 3. Principales rutas de peregrinación a Santiago de Compostela.

También el desarrollo de las ciudades hizo necesaria la construcción de edificios públicos que albergasen más personas, lo que llevó a invento del estilo gótico (ejemplo de I+D+i). Un siglo después monasterios, iglesias, palacios y edificios públicos eran góticos (que requerían mucho menos material), un alarde de ingeniería de la que todavía nos maravillamos.

El Renacimiento

Las traducciones de los textos clásicos realizadas por los monjes provocaron el Renacimiento, que fue una explosión arquitectónica (Brunelleschi), artística (Miguel Ángel) y científica (Copérnico, Leonardo da Vinci).

La invención de la imprenta dio lugar, sobre todo en los países protestantes, al comienzo de la *alfabetización literal* de grandes capas de la sociedad para que pudieran leer e interpretar la Biblia. Es justamente en esta época, ya en el reinado de Carlos V, cuando Nicolás Copérnico, en un año fácil de recordar (1543) publica el libro *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, de cuyo título deriva la palabra *revolución*. Aunque inicialmente ignorado el libro iba a provocar, años después, la primera revolución científica de la época.

El Barroco y la Revolución Científica

Todo este movimiento desembocó, un siglo después, en el Barroco (Albinoni, Vivaldi, Bach, Hendel, Velazquez, Rembrant,...)

Y Galileo....

En el siglo XVII Galileo, Kepler, Boyle y Newton, entre otros, reintroducen el concepto de Ley de la Naturaleza, una ecuación entre medidas que siempre se cumple. Con ellos culmina la revolución científica que supuso la caída del paradigma de Aristóteles y Ptolomeo que había dominado el mundo medieval.

La gran aportación de Galileo (ocurrió hacia 1600), fue utilizar el lenguaje de las matemáticas para expresar las leyes de la naturaleza: $V = e/t$

El empleo de las fórmulas no es solo una cuestión de lenguaje. Cada uno de los símbolos que aparecen representa una medida, es decir, un número. Con ello el mundo de la ciencia se limitó al mundo de las cosas que se pueden medir, es decir, al mundo de las magnitudes.

Fue precisamente el uso del lenguaje matemático lo que permitió a Newton (**Imagen 4**) a finales del siglo XVII formular las leyes de la mecánica y de la gravitación universal. Estas leyes son las mismas que se utilizan actualmente para calcular la trayectoria de los viajes a la Luna.

Pero no todo el mundo sabía matemáticas, el lenguaje de la ciencia, por tanto no podían interpretar sus símbolos. La ciencia pasa a ser patrimonio de los científicos y los ilustrados, apareciendo la clase de los científicamente analfabetos. *Y el conocimiento dejó de estar embebido en la sociedad para pasar a recluírse en las universidades.* Este cambio fue demasiado rápido para que la sociedad lo asimilara en tiempo real y dio lugar a un nuevo problema social: el analfabetismo científico de la sociedad.



Imagen 4. Isaac Newton.

La primera revolución industrial

La aplicación del conocimiento científico (I) a la resolución de problemas reales (D+i) provocó la revolución industrial.

El mundo cambió como jamás había cambiado. Por ello los obreros tuvieron que especializarse y surgió una nueva clase: la de los obreros industriales. *Y de esta manera el conocimiento retorna a las clases sociales relacionadas con la ciencia y la industria.*

La revolución industrial provocó pues un nuevo cambio social.

En un principio las condiciones de trabajo fueron terribles y como siempre, los niños y las mujeres se llevaron la peor parte.

Afortunadamente la ciencia siguió contribuyendo al desarrollo industrial. Las nuevas fábricas eran cada vez más humanas y su desarrollo condujo paulatinamente a la desaparición de la esclavitud. Aunque costó mucho cambiar la mentalidad hoy se puede considerar formalmente destruido el preconcepto de la superioridad blanca.

Pero quedaba una enorme masa de personas sin acceso a la cultura. *Y el héroe de todo este tiempo fue el maestro de escuela.*

Sin embargo la enseñanza no era la misma para todo el mundo. El problema de género, camuflado en las sociedades preindustriales se hizo evidente.

Con el tiempo la ciencia y la técnica fueron evolucionando hasta permitir que hombres y mujeres pudiesen desarrollar los mismos trabajos. Pero el proceso de igualdad no comenzó hasta que las sufragistas emprendieron su lucha, que todavía continúa, contra ideas obsoletas que siempre benefician a alguien.

El electromagnetismo y la segunda revolución industrial

Otro ejemplo de cambio social provocado por el conocimiento científico es el descubrimiento del electromagnetismo. En la historia del electromagnetismo se pueden distinguir dos caminos (**Imagen 5**) diferentes: el del magnetismo y el de la electricidad. Ambos caminos se encuentran a finales del curso académico de 1820, en un experimento de cátedra realizado por Hans Christian Oersted. Nosotros, en nuestras clases, recorreremos separadamente los dos caminos de la historia.

Ya en el siglo XVI Gilbert había estructurado el magnetismo, estableciendo el modelo de imán de polos que es el primero que enseñamos. Con este modelo se explica la imanación inducida y el magnetismo terrestre, construyendo en el aula una pequeña *terrella*, ejemplo explícito de modelo analógico. La representación del imán de polos permite, además, enunciar las leyes del magnetismo que los niños descubren en clase sin más que dejarlos jugar con dos imanes marcados.

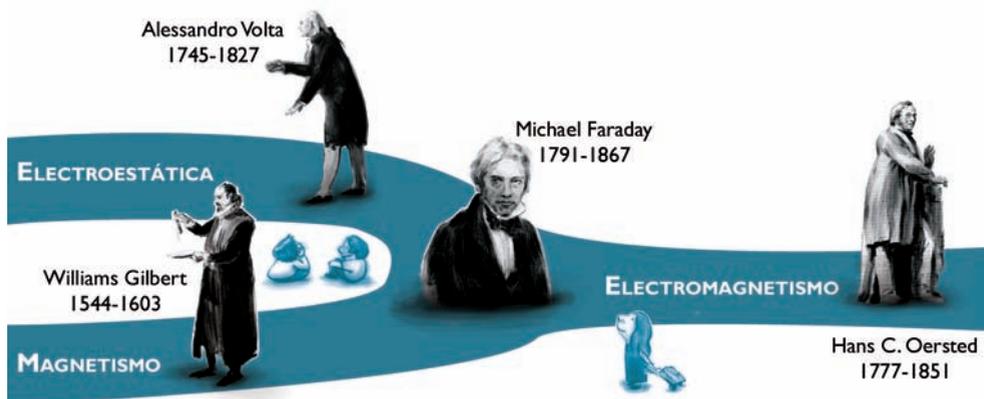


Imagen 5. El recorrido histórico de la electricidad y el del magnetismo.

A finales del siglo XVIII Galvani y Volta inventan un procedimiento para producir, y más tarde almacenar, electricidad. Oersted, utilizando estas pilas, realiza su famoso experimento (**Imagen 6**) y descubre la relación entre la electricidad y magnetismo, separados hasta este momento histórico. Ahora, ese experimento crucial lo repiten nuestros alumnos de primaria y deducen la primera ley de Ampere que Oersted no pudo descubrir.

En 1831 Faraday describe con su modelo de líneas de campo (**Imagen 7**) el experimento de Oersted y explica parte del electromagnetismo.

Maxwell lo desarrolla y completa. Esta rama de la física, el electromagnetismo, constituyó una de las grandes síntesis científicas que permitió no solamente unificar la electricidad y el magnetismo sino también entender la luz como una onda electromagnética.



Imagen 6. Experimento de Oersted.

Pero la luz era solo una parte de esta radiación que se extendía en un amplio espectro, desde las ondas de radio hasta los rayos gamma. En el centro del espectro hay una pequeña franja ocupada por la radiación luminosa que es la única que aprecia el ojo humano.

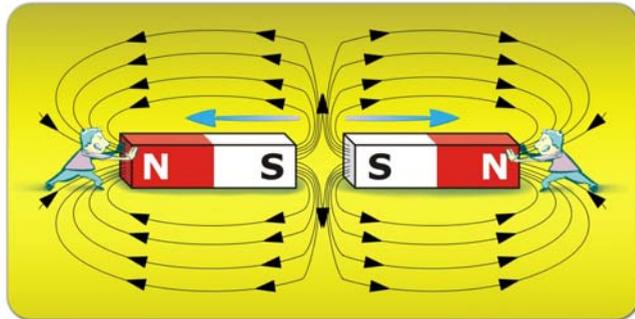


Imagen 7. Líneas de campo magnético.

Con Maxwell comenzado la segunda revolución industrial que ha originado los grandes avances tecnológicos del siglo XX.

Consideraciones didácticas

En este apartado vamos a realizar algunas consideraciones sobre la deconstrucción de preconceptos y su sustitución por otros nuevos. Este proceso, tan fundamental en las revoluciones científicas, es también de vital importancia en la enseñanza de la ciencia en las primeras etapas de la educación.

Durante 20 siglos, desde Aristóteles a la revolución científica, la sociedad aceptaba el modelo de universo aristotélico que se basaba en una serie de preconceptos:

- La idea de que la Tierra permanece inmóvil en el centro del universo.
- La creencia de que las fuerzas producen velocidades.
- El preconcepto del *horror vacuum*.
- La falsa creencia de la independendencia de la materia y la forma.

Como hemos señalado anteriormente, al referirnos a la ontogenia y la filogenia, nos encontramos con el hecho curioso de que los niños llegan al aula con los preconceptos aristotélicos interiorizados. Así no les sorprende que un príncipe pueda adquirir la forma de una rana sin dejar de ser príncipe, que la Tierra es plana y que el Sol gira en torno a nosotros. ¿Será que el desarrollo de las sociedades es paralelo al desarrollo de las personas?

La idea de que la Tierra permanece inmóvil en el centro del universo (modelo de Ptolomeo) debe ser *deconstruida* para que admitan el modelo de Copérnico. Para ello el profesor debe realizar una labor nada fácil, sin más instrumentos que la experimentación y el método socrático siendo éste el primer cambio de modelo científico que tienen que vivir nuestros alumnos. No debemos creer que fue fácil, en 1543, ni que sea fácil en nuestras aulas. De hecho fue tan costoso que, como hemos dicho, desde entonces se denominan revoluciones a los cambios de paradigma en honor al título del libro de Copérnico.

La creencia de que las fuerzas producen velocidades impide adquirir el concepto de inercia o primera ley de Newton, imprescindible para entender la mecánica moderna. El profesor debe contar con los conocimientos y recursos didácticos necesarios para ayudar a que los alumnos descubran el concepto de inercia, ya que sin él se encontrarán perdidos en los vericuetos de la dinámica.

El preconcepto del *horror vacuum* es la forma natural por la que los niños entienden por qué podemos beber un refresco utilizando una pajita: absorbemos el aire, hacemos vacío en la pajita y el líquido, empujado por el horror al vacío, ocupa el lugar que antes ocupaba el aire. Debemos destruir este preconcepto para que sean capaces de entender la presión atmosférica y los procesos de líquidos y gases. Y es también el profesor el que debe propiciar este difícil cambio.



Imagen 8. Protones, neutrones y electrones. CP Virgen de la Cabeza. Tudela.

La falsa creencia de la independencia de la materia y la forma es otro importante preconcepto, como hemos indicado con el ejemplo de la rana. Es necesario destruir esta idea aristotélica, ya que la ciencia actual se basa en que las propiedades de las sustancias se deben únicamente a la composición atómica (**Imagen 8**) y molecular de las mismas. Un material es conductor o aislante dependiendo de su estructura cristalina y composición atómica.

Otro gran cambio que tienen que asimilar nuestros alumnos es el de emplear el lenguaje matemático para describir situaciones reales.

Ese momento ocurre cuando usan por primera vez la aritmética para resolver problemas. Y lo vuelven a experimentar cuando emplean por primera vez las ecuaciones. Es este un momento importante de la formación de nuestros alumnos, el utilizar las ecuaciones como un lenguaje más, y los niños lo suelen interiorizar hacia los nueve o diez años. Como hemos dicho esta fue la gran revolución de Galileo, utilizar el lenguaje de las matemáticas para expresar las leyes de la naturaleza.

Conclusiones

Queremos resaltar que la ciencia es el mayor factor de transformación de la sociedad. Los científicos, lejos de estar aislados en sus torres de marfil, están perfectamente integrados en la sociedad y son perfectamente conscientes de los problemas planteados. La mayoría de los cambios de paradigma y alteraciones en la estructura de la sociedad han estado impulsados por avances importantes en el conocimiento científico, constituyendo una parte esencial de nuestra cultura.

Otra característica de los seres humanos es la capacidad de aplicación de los conocimientos científicos que ha desarrollado para modificar el medio en el que vive. Esto convierte a la especie humana en la especie más agresiva para el preservar o destruir nuestro planeta, por lo que hay que educar a los niños de manera que sean conscientes de ello.



e-ISBN: 978-84-00-09297-9

