

n.º 8

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



CSIC

Fundación **BBVA**




n.º 8

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula



SERIE EL CSIC EN LA ESCUELA, N.º 8

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)

Comité asesor del presente volumen:

Consuelo Palacios Serrano (Castilleja de la Cuesta, Andalucía)

Ana María Ruíz Sánchez (Múrcia)

Carlos Macías Laperal (Zamora, Castilla y León)

José Morocho Martín (Zamora, Castilla y León)

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR:

Presidente: Martín Martínez Ripoll (CSIC)

Gerardo Delgado Barrio (CSIC)

Enrique Gutiérrez-Puebla (CSIC)

Jaime Julve Pérez (CSIC)

M.^a Ángeles Monge Bravo (CSIC)

Pilar López Sancho (CSIC)

Almudena Orejas Saco del Valle (CSIC)

María Ruiz del Árbol (CSIC)

Javier Sánchez Palencia (CSIC)

Inés Sastre Prats (CSIC)

Pilar Tigeras Sánchez (CSIC)

n.º 8

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
MADRID, 2013

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, solo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

Catálogo general de publicaciones oficiales:

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

EDITORIAL CSIC: <http://editorial.csic.es> (correo: publ@csic.es)

Para publicar en Serie El CSIC en la Escuela:

<http://www.csicenlaescuela.csic.es/publicaciones.htm>



Fundación **BBVA**

© CSIC

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

e-ISBN (n.º 8): 978-84-00-09658-8

e-NIPO: 723-13-038-3

Diseño y maquetación: Alejandro Martínez de Andrés



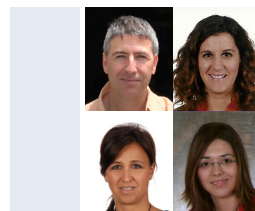
ÍNDICE

Experimentando con masas y fuerzas <i>Á. Torres, S. Díez, A. Antolín y N. Rubio</i>	7
Aprendemos jugando con el agua <i>E. López</i>	17
Estudio de la luz en Educación Infantil <i>R. Arnau, P.A. Borao, F. Sánchez, M.ª P. Sánchez, I. M.ª Sánchez, A. Tárraga y L. Caballero</i>	25
¿Es un color el blanco? <i>A. C. Rubin, M.ª D. Sanz y C. Lizón</i>	36
Mecánica y flotación en Educación Infantil <i>N. Egocheaga y L. Sampedro</i>	52

Experimentando con masas y fuerzas

Áureo Torres Sierra*, Sara Díez Rodríguez, Ana Antolín de la Hoz y Noelia Rubio Martín

Maestros/as del Colegio Marista Castilla (Palencia). Castilla y León



Palabras clave

Experiencia, masa, volumen, fuerza, peso, empuje.

Resumen

El trabajo describe y comenta las experiencias llevadas a cabo en el Colegio Marista Castilla de Palencia durante la primavera de 2012 con alumnos de los cursos 1º y 2º ESO en torno a los conceptos de masa, volumen, fuerza, peso, flotación de los cuerpos y empuje, según el Principio de Arquímedes. Las actividades se complementan con una serie de cuestionarios realizados antes y después de las mismas que dan cuenta de los cambios producidos en el pensamiento de los alumnos y de los conceptos que presentan mayor dificultad para su adquisición.

Centro Educativo

Las experiencias que aquí presentamos han sido realizadas en el Colegio Marista Castilla de Palencia (**Imagen 1**). Se trata de un centro educativo de larga tradición en esta ciudad: fue fundado en 1920. En la actualidad su oferta educativa abarca todas las etapas: Educación Infantil, Primaria, ESO y Bachillerato, con dos grupos en casi todos los niveles y en algunos casos tres.

El colegio está embarcado desde hace casi una década en un proceso de continua mejora de la calidad. Comenzó su camino hacia el modelo de gestión en



Imagen 1. Colegio Marista Castilla de Palencia

* E-mail del autor: aureo.profesor@gmail.com.

el año 2004. En el año 2006 obtuvo la Certificación ISO 9001. Desde ahí se orientó hacia el Modelo de Excelencia EFQM. En octubre de 2009 recibió la visita del equipo de evaluadores perteneciente al certificador Bureau Veritas consiguiendo el Sello de Excelencia Europea EFQM 300+.

Este reconocimiento se traduce, entre otras muchas cosas, en el compromiso de los docentes por la mejora del trabajo que realizamos, apostando por la innovación, la integración y la convivencia. La experiencia que aquí presentamos se enmarca en el ámbito de los proyectos que ya funcionan en el colegio buscando esta mejora continua de la educación.

Grupos

Las experiencias se han realizado en dos grupos de alumnos de 1º ESO y otros dos grupos de 2º de ESO. Inicialmente estaba previsto incluir en las mismas a dos grupos más de 6º curso de Educación Primaria. Finalmente no ha sido posible por diferentes motivos.

Cada uno de los cuatro grupos que han realizado las experiencias cuenta con 30 alumnos.

Los cuatro profesores que han preparado y realizado la experiencia imparten materias en estos y otros grupos de Secundaria, tanto en ESO como en Bachillerato, y pertenecen al Equipo de Fomento de la Competencia Científica que funciona en el Centro.

Planteamiento de la experiencia

Objetivos de la investigación

La propuesta de investigación que el CSIC nos planteó tenía por objeto:

- Determinar los conceptos intuitivos que tienen los alumnos para describir y explicar los fenómenos físicos que le son conocidos (masa, volumen, fuerza, peso, empuje).
- Modificar estos preconceptos utilizando métodos constructivistas.
- Investigar la flotación de los cuerpos, determinando la relación entre el empuje que sufre un cuerpo sumergido en agua y el volumen sumergido del mismo.

Relación con el currículo

Los contenidos de esta propuesta están en línea con los que presenta el currículo de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León en el DECRETO 52/2007, de 17 de mayo, precisamente para los cursos de 1º y 2º de ESO, y que apuntamos a continuación:

- Familiarización con las características básicas del trabajo científico.
- Utilización cuidadosa de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio.
- Propiedades generales de la materia: definición de superficie, volumen, masa y densidad. Unidades (S.I.).
- Realización de experiencias sencillas en las que se manifiesten las propiedades elementales de sólidos, líquidos y gases.
- Las fuerzas como causa del movimiento, los equilibrios.
- Masa y peso de los cuerpos. Atracción gravitatoria.
- Estudio cualitativo del Principio de Arquímedes.

Estructuración de las actividades

Nos pareció adecuado dividir el conjunto de las actividades a realizar en torno a tres bloques, según los conceptos que se estudian en cada uno:

- La materia: masa y volumen.
- Acciones sobre la materia: fuerza y peso.
- Flotación de un sólido en un líquido: empuje y principio de Arquímedes.

Materiales elaborados

Hemos concretado y adaptado los procedimientos de trabajo y actividades propuestas por El CSIC en la Escuela, elaborando un conjunto de diversos materiales que también han servido para unificar las actividades de aula y experiencias de laboratorio que los diferentes profesores han realizado con los alumnos. Algunos de los siguientes documentos se incluyen en los anexos: www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/palencia/anexos_arquimedes.pdf

- Cuestionario 1 de conceptos sobre masa y volumen (Anexo 1).
- Cuestionario 2 de conceptos sobre fuerza y peso (Anexo 2).
- Cuestionario 3 de conceptos sobre flotación y empuje (Anexo 3).
- Guión base de actividades (Anexo 4).
- Cuaderno de investigación en laboratorio (para el alumno).

Cuestionarios previos y posteriores a las experiencias

Antes de las actividades de experimentación propiamente dichas a cada uno de los grupos se les presentó, para que los contestaran, los tres cuestionarios de conceptos previos (Cuestionarios 1, 2 y 3). Igualmente, una vez finalizadas las actividades de experimentación y pasado un tiempo de las mismas, se les pidió que respondiesen de nuevo a los mismos tres cuestionarios. Posteriormente los profesores hemos comparado los resultados de ambos cuestionarios.

Cuaderno del alumno

Cada alumno ha dispuesto de un pequeño cuadernillo (**Imagen 2**) con el que ha seguido las actividades en el laboratorio, en el que ha anotado sus ideas previas, las experiencias realizadas, las explicaciones del profesor, los aprendizajes logrados, etc.

Masa y Volumen

A.3 Escribe lo que sabes:

1. ¿Qué es la masa de un cuerpo? Escribe una explicación:

2. ¿Qué es el volumen de un cuerpo? Escribe una explicación:

3. Dos cuerpos del mismo volumen ¿tienen siempre la misma masa, aunque sean de diferente material?

☐ SI

☐ NO. Por ejemplo:

4. Dos cuerpos de la misma masa ¿tienen siempre el mismo volumen, aunque sean de diferente material?

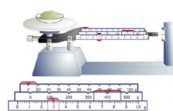
☐ SI

☐ NO. Por ejemplo:

A.5 MASA

Definición:

Instrumentos para medir MASA:



Se mide en estas unidades:

Imagen 2. Una página del Cuaderno del alumno.

Desarrollo

El desarrollo de las actividades ha seguido la pauta marcada en el Guión Base de Actividades, que aparece en el Anexo 4 (www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/palencia/anexos_arquimedes.pdf).

Las experiencias se han desarrollado fundamentalmente en el laboratorio, con los materiales preparados de antemano y en sesiones de 55 minutos. Se ha dividido cada grupo de 30 alumnos en subgrupos más pequeños de 5 alumnos, de forma que les sea más fácil realizar las actividades propuestas y seguir el ritmo general.

Como queda claro al leer el Anexo 4, se han diseñado las actividades mediante una sucesión de momentos de experimentación-diálogo-breve explicación-anotación. De esta forma se consigue que los alumnos estén en continua actividad y centrados en la tareas a realizar, alternando trabajo en grupo pequeño, puesta en común, explicación general y también momentos de fijación individual de los conocimientos que se van adquiriendo.

No vamos a describir todas las actividades realizadas; en su lugar hablaremos de algunas que nos parecen más destacables:

Medida de masas y el volúmenes

Mediante esta actividad los alumnos, en pequeños grupos, han manejo la balanza de precisión y han medido pequeños volúmenes de diferentes cuerpos mediante una probeta.

Esta actividad permite explicar las diferencias entre los distintos tipos de balanzas, así como describir distintos procedimientos para medir volúmenes (de cuerpos geométricos, de cuerpos irregulares). En la puesta en común de los resultados obtenidos han surgido referencias al concepto de densidad, al comparar las medidas de unos cuerpos con las de otros.

Construcción de un dinamómetro

Sobre las actividades realizadas en torno a los conceptos de fuerza y peso, merece la pena destacar la actividad de construir un dinamómetro con materiales caseros (**Imagen 3**).

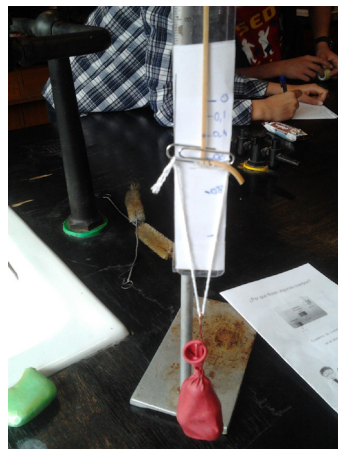


Imagen 3. *Dinamómetro casero.*

Los alumnos recibieron previamente una explicación sobre este aparato de medida y se les indicó que utilizaran materiales simples en su construcción: regla escolar, muelles, gomas elásticas, clips, etc. La respuesta fue excelente. Muchos lo trajeron construido ya de casa y otros lo realizaron en el laboratorio. También se dieron instrucciones sobre la forma de graduarlo. En algunos casos sirvió para realizar posteriores medidas de fuerzas.

La manzana en el agua

La experiencia de la manzana sumergida en el agua sirvió a los alumnos de motivo de análisis sobre las diferentes fuerzas que pueden actuar sobre los cuerpos y el resultado final sobre el equilibrio o movimiento de los mismos (**Imagen 4**).

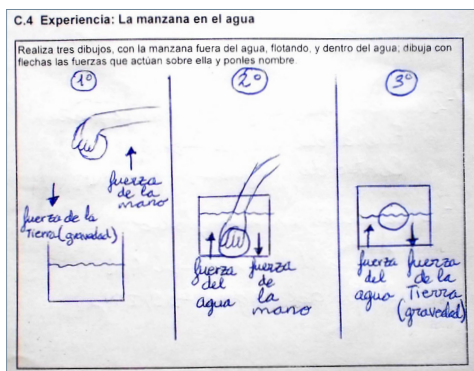


Imagen 4. Ficha de la experiencia.

Medida del empuje

La comprobación del principio de Arquímedes se realizó de una manera simple, mediante sucesivas medidas del peso de un cuerpo fuera y dentro del agua (**Imagen 5**). En una probeta previamente llena hasta el borde se introdujo este cuerpo y se recogió el agua desalojada. La diferencia de los pesos del cuerpo fuera y dentro del agua coincidía plenamente con el peso de la cantidad de agua desalojada por él.

C.7 Experiencia: medidas	
PESO del cuerpo fuera del agua	<u>0,4 N</u>
Peso APARENTE del cuerpo dentro del agua	<u>0,2 N</u>
Valor calculado para el EMPUJE	<u>$0,4 N - 0,2 N = 0,2 N$</u>
PESO del fluido desalojado	<u>0,2 N</u>

Imagen 5. Resultados de la medida del empuje en una de las actividades.

Resultados

Evaluación de las actividades

Tanto los alumnos como los profesores hemos valorado muy positivamente la realización de estas actividades, aunque para los profesores ha supuesto un esfuerzo extra de preparación, realización y evaluación. Pero somos conscientes de que es el mejor medio para el fomento de la competencia científica entre nuestros alumnos.

Se ha valorado de forma especialmente positiva que cada alumno dispusiera de su propio cuaderno de laboratorio, como herramienta de trabajo y fijación de aprendizajes.

Resultados de los cuestionarios

Han sido los propios alumnos los que voluntariamente, y realizando un destacable esfuerzo, han consignado los resultados de los cuestionarios realizados antes y después de las actividades. Un simple cálculo permite estimar que han tenido que obtener los resultados de 3 cuestionarios realizados por 120 alumnos 2 veces: 720 cuestionarios (cada uno de ellos con una media de 6 preguntas). Así que quede aquí constancia de nuestro agradecimiento.

A continuación (**Imagen 6**) quedan expuestos los resultados finales de los cuestionarios realizados. Merece la pena una explicación sencilla de cómo se han dispuesto los mismos. Recuerdese que los cuestionarios íntegros se encuentran en los tres primeros anexos de este trabajo (www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/palencia/anexos_arquimedes.pdf).

Cuestionario – 1			Cuestionario – 2			Cuestionario – 3		
	Pre	Post		Pre	Post		Pre	Post
1 A	16,8%	14,2%	1 A	2,7%	8,8%	1 A	57,1%	60,7%
B	3,5%	6,2%	B	82,1%	75,2%	B	18,8%	18,8%
C	73,5%	74,3%	C	13,4%	15,9%	C	9,8%	5,4%
D	6,2%	5,3%	D	1,8%	0,0%	D	14,3%	15,2%
2 A	8,0%	6,2%	2 A	9,8%	2,7%	2 A	15,2%	9,8%
B	4,4%	2,7%	B	4,5%	6,2%	B	23,2%	21,4%
C	4,4%	2,7%	C	77,7%	91,2%	C	16,1%	15,2%
D	83,2%	88,5%	D	8,0%	0,0%	D	45,5%	53,6%
3 A	33,6%	22,1%	3 A	2,7%	7,1%	3 A	9,8%	5,4%
B	5,3%	3,5%	B	29,5%	15,9%	B	19,6%	23,2%
C	8,0%	3,5%	C	62,5%	73,5%	C	47,3%	58,0%
D	53,1%	70,8%	D	5,4%	3,5%	D	23,2%	13,4%
4 A	18,6%	17,7%	4 A	6,3%	8,0%	4 A	21,4%	17,9%
B	9,7%	8,0%	B	5,4%	5,3%	B	12,5%	11,6%
C	35,4%	41,6%	C	40,2%	33,6%	C	43,8%	55,4%
D	36,3%	32,7%	D	48,2%	53,1%	D	22,3%	15,2%
5 A	91,2%	93,8%	5 A	8,0%	7,1%	5V a	33,0%	34,8%
B	0,9%	0,9%	B	53,6%	69,9%	b	43,8%	54,5%
C	8,0%	4,4%	C	21,4%	13,3%	c	35,7%	33,0%
D	0,0%	0,9%	D	17,0%	9,7%	d	46,4%	56,3%
6V a	76,1%	65,5%	6 A	6,3%	12,4%			
b	14,2%	14,2%	B	32,1%	17,7%			
c	82,3%	84,1%	C	58,9%	61,9%			
d	44,2%	38,9%	D	2,7%	8,0%			
			7V a	12,5%	19,5%			
			b	54,5%	69,9%			
			c	20,5%	15,9%			
			d	84,8%	75,2%			

Imagen 6. Resultados de los cuestionarios.

Se consignan los resultados en tres grandes bloques verticales, uno por cada cuestionario. En cada bloque aparecen dos columnas de resultados, distinguidas claramente con el «Pre» (cuestionario previo a las experiencias) y el «Post» (posterior a las actividades en el laboratorio).

El cuestionario 1, sobre masas y volúmenes, presenta 5+1 preguntas. Las preguntas 1 a 5 traen 4 opciones (A, B, C y D) a elegir solamente una como verdadera (la opción verdadera viene marcada con fondo azul). Los datos representan los porcentajes de alumnos que han elegido cada opción.

La última pregunta, la número 6, es distinta a las cinco anteriores: presenta cuatro enunciados y el alumno debe anotar en cada uno de ellos si le parece verdadero (V) o falso (F). En este caso los números que aparecen representan el porcentaje de alumnos que ha valorado el enunciado como verdadero. De nuevo se utiliza el fondo azul para señalar cuáles de los enunciados son verdaderos.

La misma explicación sirve para los cuestionarios 2 y 3: la última pregunta presenta cuatro enunciados, a valorar cada uno de ellos como V o F, y las preguntas anteriores tienen cuatro opciones a elegir solo una de ellas.

De un primer análisis de los resultados se desprenden algunas observaciones:

- En general los resultados del segundo cuestionario son más satisfactorios que los del primero, aunque destacan algunas preguntas que indican lo contrario, como la pregunta 4 del cuestionario 1, la pregunta 1 y los enunciados 7 del cuestionario 2, y los enunciados 5 del cuestionario 3.
- Llamen la atención los bajos resultados obtenidos en general en las preguntas del cuestionario 3.
- Los alumnos presentan dificultades en incorporar correctamente los conocimientos sobre fuerzas (referidos a peso y empuje).
- Aunque no se trata directamente el concepto de densidad, los alumnos también manifiestan cierta dificultad en razonar con este concepto, lo que se manifiesta cuando tienen que relacionar masas y volúmenes y adivinar el comportamiento de un cuerpo en base a esta relación.

Otras anotaciones que nos parecen oportunas:

- Algunos de los enunciados son poco claros, lo cual puede dar explicación a ciertos resultados poco coherentes.
- En los cuestionarios aparecen preguntas que no se tratan en profundidad en las actividades.

Posibilidades de mejora en futuras investigaciones

A todos los profesores nos quedó la sensación de que con estas actividades habíamos pretendido abarcar mucho en poco tiempo. En futuras realizaciones habría que simplificar los contenidos y actividades a realizar.

Igualmente nos queda clara la necesidad de señalar claramente las variables sobre las que vamos a realizar una nueva investigación.

Para futuras actividades deberemos incorporar en la investigación grupos de control, además de los grupos experimentales, de manera que podamos afinar más en las conclusiones.

Las dificultades que han mostrado los alumnos en la adquisición de conocimientos pueden superarse utilizando estrategias diferentes de aprendizaje. En concreto nos referimos a la elaboración y utilización de **modelos**, que se basen en las actividades realizadas y las complementen. Nos parece especialmente indicado para los conceptos de fuerza y densidad.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro reconocimiento al equipo El CSIC en la Escuela por darnos la oportunidad de embarcarnos en este proyecto y proporcionarnos las herramientas para ello.

El proyecto surgió a partir de un curso sobre «Electromagnetismo» en Palencia y de las «III Jornadas entre científicos, asesores y maestros» celebradas en octubre de 2011 en la localidad murciana de Águilas. En ambos eventos participamos a través del CFIE de Palencia, al que agradecemos su apoyo, mencionando especialmente a Teresa Manzano, asesora en materia de Ciencias y Tecnología por su cercanía y disponibilidad.

Igualmente agradecer la confianza y el apoyo mostrados por el **Equipo Directivo** y el resto de **profesores** del Centro.

Agradecemos especialmente el trabajo realizado por los alumnos que se ofrecieron **voluntarios** para corregir los cuestionarios.

El entusiasmo puesto por los **alumnos** en la realización de las actividades es la mejor recompensa que podemos recibir, y es lo que nos anima a mejorar nuestra tarea como educadores y docentes de ciencia.

Referencias Bibliográficas

DAVID HESTENES, MALCOLM WELLS and GREGG SWACKHAMER. *Cuestionario Sobre el Concepto de Fuerza* [en línea]: <<http://modeling.asu.edu/r&e/FCI%20Spanish.pdf/>> [Consulta: Enero de 2012].

JAMI OLIVIER. *Density*. [En línea]: <<http://betterlesson.com/document/422979/3-sedimentary-rocks-docx#/unit/41585/density>> [Consulta: Enero de 2012].

JOSÉ VILLASUSO. *Física Interactiva*. [En línea]: <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/arquimedes/arquimedes_quiz.htm/> [Consulta: Enero de 2012].

Math and Science Activity Center. *Mass Volume Density Quiz*. [En línea]: <http://www.edinformatics.com/math_science/mvd_quiz.htm/> [Consulta: Enero de 2012].

New York University. *The MathMol Hypermedia Textbook*. [En línea]: <<http://www.nyu.edu/pages/mathmol/textbook/>> [Consulta: Enero de 2012].

Profesor en Línea. *Concepto de Masa*. [En línea]: <<http://www.profesorenlinea.cl/fisica/MasaConcepto.htm/>> [Consulta: Enero de 2012].

TutorVista.com. *Science I*. [En línea]: <<http://www.tutorvista.com/content/science/science-i/science-i.php>> [Consulta: Enero de 2012].

Aprendemos jugando con el agua

Elizabeth López Sánchez*

Colegio Antonio Machado, La Puebla del Río (Sevilla). Andalucía



Palabras clave

Hipótesis, comprobación, resultado, agua, flotación.

Resumen

La experiencia que a continuación presento, ha sido desarrollada con niños y niñas de 3 años de edad pertenecientes a un Centro Público de Educación Infantil y Primaria (CEIP); este centro está ubicado en un pueblo cercano a la capital andaluza, con un nivel socioeconómico medio-bajo dedicado, principalmente, a la agricultura y a los servicios. El grupo clase cuenta con veinticinco niños y niñas de tres años de edad, pertenecen al primer nivel del segundo ciclo de Educación Infantil. El centro, de dos líneas, consta de un edificio en el que la etapa de Educación Infantil se sitúa en la planta baja y Educación Primaria en la primera planta.

Durante el desarrollo de esta experiencia quisimos experimentar con el agua, dado que es un elemento natural muy cotidiano y al mismo tiempo muy atractivo para niños y niñas. Nuestra intención era que observaran las características del agua, a través de algunas experiencias divertidas y sencillas, y algunas leyes físicas que ocurren cuando experimentamos con éste y otros elementos y objetos de nuestro entorno.

Como en cualquier proceso de investigación, comenzamos detectando las ideas previas que los niños y las niñas tienen sobre las características del agua: color, olor, sabor, textura, temperatura, etc. para ir comprobándolas posteriormente.

Con nuestra ayuda les fuimos orientando y dirigiendo en las diferentes actividades, centrándonos en comprobar las propiedades de flotación y no flotación de algunos objetos.

Introducción

El principio de Arquímedes es un principio físico que afirma que: «Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo, recibe un empuje de abajo hacia

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

arriba igual al peso del volumen del fluido que desaloja». Esta fuerza recibe el nombre de empuje hidrostático o de Arquímedes y se mide en newtons (en el SI).

El objetivo fundamental del proceso que comentaremos a continuación es que los niños/as de Educación Infantil tomen conciencia de cómo es el agua, que características tiene y, posteriormente, «descubrir» el principio de flotación (Principio de Arquímedes). Para ello realizaremos diferentes experiencias basándonos en el método científico: partiremos de sus ideas e hipótesis iniciales, las iremos anotando en un mural, las comprobaremos a través de diversas experiencias en el aula y, por último, estableceremos unas conclusiones.

Experimentos

Primer experimento: características del agua

El primer experimento que hemos realizado es la manipulación con agua para que puedan conocer sus propiedades.

A través de dos vasos de agua, los niños y niñas observan sus características, al mismo tiempo que anotamos las hipótesis que emiten en un mural.

Lluvia de ideas (hipótesis iniciales): a través de un vaso de plástico de agua veremos cuáles son las características del agua, iremos viendo cuáles son las ideas e hipótesis que tienen los niños y niñas acerca del agua. En principio señalan que el «agua es blanca o azul, que sabe a agua y que no huele a nada».

Comprobación de Hipótesis. Diálogo

MAESTRA.— ¿De qué color es el agua?

MANUEL.— Azul.

CARLA.— Blanca.

TODOS.— Blanca.

MAESTRA.— ¿Y si vierto en otro vaso de plástico pintura blanca, es igual que el agua «blanca»?

MARTA C.— No.

ROCÍO.— No, porque eso es pintura blanca y lo otro agua.

MAESTRA.— Entonces, ¿tiene color el agua?

TODOS.— No.

MAESTRA.— ¿Entonces, de qué color es el agua?

TODOS.— No sabemos.

MAESTRA.— El agua es transparente, no tiene color.

MAESTRA.— ¿A qué huele el agua?

CARLA.— El agua no huele a nada, a agua.

MAESTRA.— Bien, el agua es inolora.

MAESTRA.— ¿Y sabéis a qué sabe el agua?

ROCÍO.— A agua.

MAESTRA.— Vamos a probarla.

TODOS.— Sin respuesta.

MAESTRA.— El agua es insípida, significa que no tiene sabor.

Una vez realizado el experimento nos iremos al mural y comprobamos las hipótesis realizadas anteriormente.

Conclusión: el agua no tiene color, es transparente (a diferencia de lo que expresaron en la detección de ideas previas, azul o blanca); es insípida («sabe a agua») e inolora («no huele a nada, a agua») (**Imagen 1**).

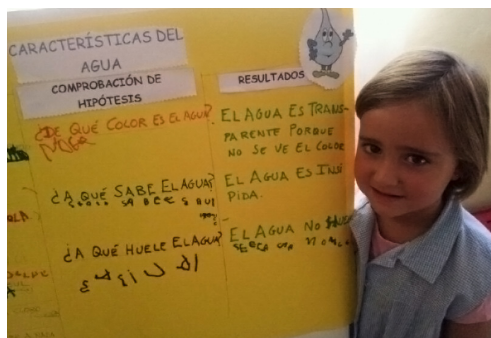


Imagen 1. Mural de hipótesis y comprobaciones.

Segundo experimento

En el segundo experimento les muestro dos recipientes, uno más ancho y bajo y el otro alto y estrecho (**Imagen 2**).

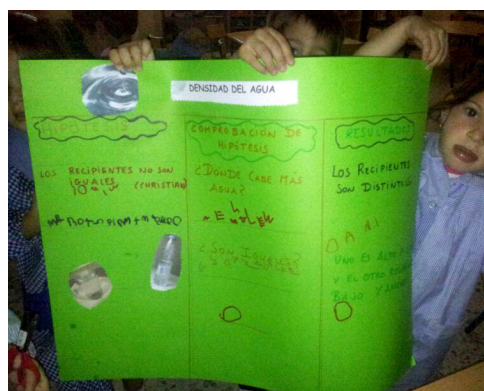


Imagen 2. Recipientes con distintas capacidades y mural de hipótesis.

Lluvia de ideas (hipótesis)

MAESTRA.— ¿Creéis que hay la misma cantidad de agua en ambos recipientes?

TODOS.— No.

Algunos niños/as: en el alto hay más.

MAESTRA.— ¿Por qué creéis eso?

NIÑO.— Porque es más «grande».

Anotamos sus ideas en el mural.

Comprobación de Hipótesis

- MAESTRA.— ¿Son iguales los recipientes?

- ROCÍO.— No.

- TODOS.— No.

- MAESTRA.— Entonces, voy a llenar una botella de agua y voy a verter el agua primero en un recipiente y luego en el otro, ¿Cabrà la misma cantidad de agua en ambos recipientes?

- CARLA.— No.

- ROCÍO.— No porque no son iguales, en éste (el más ancho) cabe más agua.

A través de dos recipientes iremos vertiendo la misma cantidad de agua y comprobaremos que cabe la misma cantidad en ambos, independientemente del tamaño y forma, ya que uno es bajo y ancho y el otro alto y estrecho.

Resultados:

Los niños comprueban ellos mismos que en ambos recipientes echamos la misma cantidad de agua, independientemente, de que uno sea bajo y ancho y el otro estrecho y alto.

Tercer experimento: ¿flota el huevo?, ¿no flota?

El último experimento que hemos desarrollado ha sido el de flotación. Les comenté que significaba flotación, lo buscamos en el diccionario y también lo vimos en el ordenador del aula, a través de imágenes.

Lluvia de ideas (hipótesis)

Les muestro tres vasos llenos de agua, en uno vierto sal y en los otros dos nada. Echamos un huevo en el primero y observan que flota, no así en los otros dos vasos (**Imagen 3**).



Imagen 3. Experiencia de flotación y tablón de hipótesis.

Diálogo

MAESTRA.— ¿Qué pasa en los vasos?

ROCÍO.— Que hay huevos.

MAESTRA.— Sí, hay tres huevos, pero ¿qué veis?

CARLA.— Que dos están en el fondo del vaso y uno arriba, como nosotros cuando vamos a la piscina.

MAESTRA.— Sí, ya hemos visto que se dice que está flotando ¿por qué creéis que flota el huevo?

TODOS.— No saben.

MAESTRAS.— Vamos a echar sal en el vaso del huevo que está en el fondo, vamos a ponerle un poco de agua y lo vamos a mover, a ver qué pasa.

MAESTRA.— Vemos que también flota, ¿por qué será?

Comprobación de hipótesis

Para realizar esta experiencia hemos necesitado tres vasos grandes, un huevo, agua y sal. La sal es fundamental para entender cómo funciona el experimento. Llenamos dos vasos con agua y en uno de ellos echamos la sal, revolviendo para que se disuelva la mayor cantidad de sal posible.

Ahora, colocamos el huevo en el vaso con agua pura y vemos cómo se va al fondo. En cambio, en el vaso con agua salada flota. Luego ponemos el huevo en un vaso vacío y echamos agua pura hasta que se tape el huevo, completamos el vaso con agua salada y podremos observar como el huevo sube hasta quedar semisumergido.

Experimentamos con distintas proporciones de agua salada y pura y anotamos que ocurre.

Resultados

Sobre el huevo actúan dos fuerzas: su peso (fuerza de la gravedad que lo empuja hacia abajo) y el empuje del agua (resistencia del agua que lo lleva hacia arriba). Si el peso es mayor que el empuje del agua, el huevo se hunde. En caso contrario flota, y si son aproximadamente iguales el huevo queda en el medio.

El empuje que sufre un cuerpo en un líquido depende de tres factores: la densidad del líquido, el volumen del cuerpo sumergido y la gravedad. El volumen y la gravedad se mantienen inalterables, pero al agregar sal al agua lo que hacemos es aumentar la densidad del agua, con lo que logramos que el empuje sea mayor al peso del huevo: el huevo flota.

Posteriormente, los niños experimentaron con otros objetos y fuimos anotando en el mural todas sus hipótesis y argumentos de si flotarían o no (**Imagen 4**).

¿FLOTA O NO FLOTA?	
MATERIALES	
	FLOTA NO FLOTA
HUEVO	
RODILLO	
PLASTILINA	
GOMA	
BARQUITO	
PLASTILINA	
CERAS	
ALFOMBRIÑA	
CONSTRUCCIÓN	



Imagen 4. Flotación con otros objetos.

Ideas previas (hipótesis)

MAESTRA.— De los objetos que hay encima de la mesa (rodillo, piedra, goma, barco de plástico, plastilina extendida y tenedor), ¿cuáles creéis que flotan y cuáles se sumergen o no flotan?

CARLA.— Todo flota.

ROCÍO.— No se hunden y se van al suelo.

MANUEL.— El rodillo se va al fondo, la goma también y la plastilina, el barco flota como todos los barcos.

MAESTRA.— Ahhh y ¿por qué flotan algunas cosas y otras no?

TODOS.— No sabemos.

MAESTRA.— Pues vamos a comprobarlo.

Comprobación de hipótesis

A continuación cogimos objeto por objeto y nos pusimos a comprobar si flotaban o no. Vimos que el rodillo, la piedra, la goma, el tenedor se hundía y el barco de plástico y la plastilina flotaban, y pregunté:

MAESTRA.— ¿Por qué el barco y la plastilina flotan?

ROCÍO.— Porque son de plástico.

MAESTRA.— Ahhh, entonces todo lo de plástico, ¿flota?

TODOS.— Si

MAESTRA.— Y si hago una bola de plastilina, ¿qué pasaría?

MARTA C.— Pues flota.

MAESTRA.— Vamos a verlo.

MARTA C.— ¡Se hunde!, la bola pesa más.

Resultados

Dialogamos con los niños/as y son ellos mismos los que establecen que dependiendo de la forma de la plastilina flotará o se hundirá.

Conclusiones

Con experiencias como las que he desarrollado nos damos cuenta que cuantos más conocimientos adquieren los niños y niñas de Educación Infantil más fundamentación tienen para desarrollar nuevos conceptos.

Tocando, manipulando y experimentando amplían y profundizan la comprensión de su entorno más cercano y del mundo que les rodea.

Hemos visto como a medida que han ido investigando las propiedades del agua, los niños y niñas de infantil han ido añadiendo nuevos conocimientos a su propio bagaje, conocimientos que les permitirá ser capaces en el futuro de resolver los problemas a los que se enfrentarán en el mundo real.

Agradecimientos

Este trabajo no podría haberse realizado sin la formación recibida por El CSIC en la Escuela en el curso organizado por el CEP de Castilleja de la Cuesta (Sevilla).

La realización de la presente publicación es fruto de las orientaciones, sugerencias y estímulo de la asesora del CEP, Consuelo Palacios Serrano, quien me ha asesorado y dado su apoyo y ánimo en cada momento ante las dudas que me surgieron en el proceso.

Y, por supuesto a mis familiares y amigos/as que me supieron apoyar y dar consejos durante la realización de éste.

Referencias bibliográficas

DÍEZ NAVARRO, C.: *«El Piso de Debajo de la escuela»*. Editorial Graó. 2006.

DÍEZ NAVARRO, C.: *«La oreja verde de la escuela»*. Editorial Graó. 2006.

DÍEZ NAVARRO, C.: *«Mi escuela sabe a naranja»*. Editorial Graó. 2006.

SAM, E. B.: *Experimentos de Ciencias en Educación Infantil*. Narcea Ediciones.

VEGA, S.: *«Ciencia, Laboratorios de ciencias en la escuela infantil»*. Editorial Graó. 2009.

El CSIC en la Escuela. *Ciencia en el Aula*. [En línea]: <<http://www.csicenlaescuela.csic.es/>> [consulta abril 2012].

Profesor en línea. *Arquímedes*. [En línea]: <www.profesorenlinea.cl/fisica/ArquimedesPrincipio.htm> [consulta abril 2012].

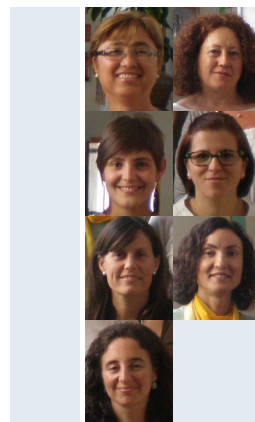
Estudio de la luz en Educación Infantil

Rosario Arnau Escribano*, Pilar Amparo Borao Redón, Francisca Sánchez Azorín, María de la Paz Sánchez López, Isabel M.^a Sánchez Lermas, Ana Tárraga Merino

EEI n.º 1 de San Pedro del Pinatar. Murcia

Laura Caballero Caballero

CEIP Nuestra Señora del Loreto de San Javier. Murcia



Palabras clave

Blanco, óptica, luz, color y Newton.

Resumen

Con este trabajo de investigación en colaboración con El CSIC en la Escuela, a los niños del 2º ciclo de Educación Infantil se les ha planteado la siguiente hipótesis: «¿Es el blanco un color?». Para dar respuesta a esta cuestión se ha realizado una secuencia de actividades donde los niños han experimentado paso a paso hasta llegar a modificar sus ideas previas sobre esta hipótesis.

Contextualización

Nuestros centros están situados en dos localidades cercanas al Mar Menor. La EEI n.º 1 se encuentra ubicada en el casco urbano de San Pedro del Pinatar. Entre las características de la población de la localidad destacamos que es bastante joven y tiene numerosa población infantil. Durante los últimos años ha habido un crecimiento demográfico grande procedente de la inmigración interna y principalmente de inmigración extranjera: marroquí, latinoamericana y de países del este de Europa. Gran parte de la población vive del turismo y de la agricultura. El tipo de edificación predominante es el de viviendas unifamiliares y algunos edificios de tres alturas.

El CEIP Nuestra Señora de Loreto se encuentra en la Ciudad del Aire, bastante alejada del municipio al que pertenece, San Javier. Esta característica permite que

.....
* E-mail de la autora: rosario.arnau@murciaeduca.es.

accedan alumnos de poblaciones limítrofes: San Pedro del Pinatar, Lo Pagán, San Javier y Santiago de la Ribera. Es un colegio de 30 unidades, de 3 y hasta 4 líneas en algunos niveles, siendo todas sus aulas numerosas. El centro acoge a los hijos que trabajan en la Academia General del Aire.

El nivel socioeconómico y cultural del centro CEIP Nuestra Señora del Loreto es medio y la EEI n.º 1 es medio/bajo.

Esta investigación se ha llevado a cabo en 5 aulas entre ambos colegios: dos aulas de 3 años, un aula de 4 años, dos de 5 años y una mixta de 4 y 5 años (**Tabla 1**).

NIVEL	N.º TOTAL DE ALUMNOS	NIÑOS	NIÑAS	EXTRANJEROS	ACNEAE
3 años	49	26	23	17	0
4 años	26	10	16	8	0
5 años	51	22	29	16	2*

Tabla 1. Distribución del alumnado por aula. *Uno de ellos es un alumno autista y por sus características no ha participado en la experiencia. El otro alumno tiene un retraso severo del lenguaje asociado a discapacidad auditiva ligera. Ambos centros se caracterizan por un alto índice de movilidad del alumnado a lo largo del curso escolar o entre cursos.

Desarrollo de la investigación

En nuestro Centro se trabaja con la metodología de Talleres Integrales por niveles. Hay tres talleres en cada nivel: el Taller de Merlín, el Taller de Gepeto y el Taller del Enano Saltarín. En el primero se trabaja todo lo relacionado con el pensamiento. En el segundo todo lo relacionado con la parte artística. Hay cuatro rincones en cada Taller. En el Taller de Merlín están los rincones de matemáticas, ordenador, gesto-gráfico y experiencias. En el Taller de Gepeto están los siguientes rincones: juego simbólico, manipulativo, pintura y plástica. En el Taller del Enano Saltarín se trabaja la psicomotricidad.

Los experimentos realizados para esta actividad se han planteado en gran grupo y en el rincón de experiencias en pequeño grupo.

Para llevar a cabo esta investigación hemos realizado seis experimentos con cada grupo de control. Cada uno de ellos ha trabajado durante una semana, siendo la presentación en grupo-clase los viernes, el repaso de actividades en pequeño grupo y la recogida de información de forma individual a lo largo de la semana siguiente.

Todo este proceso ha durado siete semanas entre los meses de febrero a mayo de 2012.

Ideas previas

En la EEI n.º 1 se han trabajado durante dos cursos, siguiendo el método científico presentado por el CSIC, experiencias relacionadas con la teoría molecular de la materia y el magnetismo. Por este motivo, en el presente curso se ha llevado a cabo esta investigación relacionada con la óptica.

Antes de comenzar con las experiencias hicimos una detección de conocimientos previos con las siguientes cuestiones:

❓ ¿Qué es un científico?

3 años

El 100% de los alumnos no sabe o no responde a esta cuestión.

4 años

El 85% de los alumnos no sabe o no responde a esta cuestión. El resto contesta de forma aproximada: «es el que manda las cosas que hay que hacer», «es el que dice todas las cosas».

5 años

El 76% de los alumnos no sabe o no responde a esta cuestión. El 12% tiene una idea correcta para definirlo. El resto de alumnos confunden científico con mago o inventor.

❓ ¿Conoces algún científico?

3 años

El 94% de los alumnos no conoce científicos. El resto lo relacionan con personajes de la televisión que son ficticios.

4 años

La mayoría de los alumnos no conocen ni nombran a algún científico. Tan sólo el 4% tiene una idea aproximada, es decir, lo interpreta como un personaje de la televisión.

5 años

El 90% de los alumnos no reconoce o identifica a un científico. El resto tienen una idea aproximada.

❓ ¿Qué es investigar?

3 años

El 92% no conoce el término o no contesta. El resto da alguna respuesta aproximada: «buscar en el ordenador información».

4 años

El 65% no sabe o no contesta. El resto (35%) relaciona investigar con «espíar», «buscar con lupa», «mirar huellas».

5 años

El 60% de los alumnos da respuestas como: «si no sabes sobre algo, descubrir cosas sobre eso que no sabes», «resolver misterios», «es cuando pasa un problema y alguien lo resuelve», «espíar».

? ¿En qué investigan los científicos?

3 años

El 92% no sabe o no responde a la cuestión. El resto opinan que investigan sobre «el hombre», «cosas», «frigorífico».

4 años

El 50% del alumnado no sabe o no contesta. El resto lo relaciona con «tiene que dar comida a los ratones», «en bichos», «en las cosas», «leones, tigres», «pensar las cosas con la cabeza».

5 años

El 62% no contesta a la cuestión o no lo sabe. El resto lo relacionan con «investigan tesoros», «huellas», «cosas que son muy pequeñitas», «cosas raras», «investigan a los humanos que son personas».

? ¿Qué es la luz?

3 años

El 37% no sabe o no contesta. El 51% da respuestas referidas a la luz eléctrica («encender y apagar»). El 12% hablan de la luz como luz solar.

4 años

El 35% no contesta a la pregunta o no sabe. El 65% relaciona la luz con luz eléctrica y luz solar: «lámpara», «cuando se enciende», «el interruptor».

5 años

En este nivel contestan todos a la pregunta. El 52% identifica la luz con «lámparas», «encender y apagar». El 12% asocian la luz con el Sol. El 36% contesta cosas como «sirve para ver», «algo que brilla».

? ¿Cómo viaja la luz?

3 años

El 69% no contesta o no sabe. El 31% dice: «dando con el interruptor», «de noche», «en avión, en moto», «como una tormenta y un rayo».

4 años

El 46% no contesta o no sabe. El 54% «dando vueltas», «se apaga y se enciende», «porque la Tierra da vueltas al Sol», «con la Luna»

5 años

El 66% de los alumnos de este nivel no conoce la respuesta o no contesta. El resto da respuestas como «poco a poco», «libre», «por cable», «por el techo», «se va así por el cielo».

? ¿El blanco es un color?

3 años

El 96% contesta que sí es un color. El 4% contesta que no es un color porque «no pinta»

4 años

El 77% contesta que el blanco es un color. El 23% dice que no porque «a veces pinta y a veces no»

5 años

El 92% contesta que si que es un color. El resto de los alumnos cree que no es un color porque no pinta sobre el folio blanco.

Experimentos

Experimento 1

Con este experimento se pretende que los alumnos observen qué le sucede a la luz blanca cuando pasa a través de un filtro de color (**Imagen 1**).

Para ello se han utilizado los siguientes materiales: un proyector con un haz de luz, una diapositiva blanca de PowerPoint proyectada en la pizarra digital interactiva y los filtros de colores.

Se hace pasar el haz de luz del proyector por el filtro y se recogen los siguientes datos:

3 años: el 85% dice que ve la luz blanca, el resto responde que es de otros colores. El 90% piensa que es el filtro el que tiñe la luz y el 10% no contesta.



Imagen 1. Filtros utilizados en el experimento.

El 35% no saben describir lo que pasa, el 65% da contestaciones basándose en que es el filtro el que cambia la luz de color: «el filtro hace los colores», «cuando pones el filtro, la luz se vuelve de colores».

4 años: el 77% dice que ve la luz blanca y el resto dice que es de otros colores. El 93% piensa que es el filtro el que tiñe la luz y el resto no contesta. El 93% describe lo que sucede: «los colores (el filtro) atrapan la luz blanca y sale la luz del color que tú pones».

5 años: el 70% dice que ve la luz de color blanco, el 16% dice que es de color transparente y el resto de otros colores. El 84% cree que es el filtro el que tiñe la luz, el 10% dice que no y el 6% no contesta. El 78% describe lo que observa: «cuando pones un color (el filtro), aparece ese color», «cuando se pone la seño delante sale su pelo negro, que no era un color era la sombra». El 22% no da una respuesta precisa.

Experimento 2

Con este experimento se pretende que los alumnos observen la dispersión de la luz blanca y comprueben que se ha formado el arco iris.

Para su realización se han usado los siguientes materiales: lágrima de vidrio, haz de luz y superficie de proyección.

Se pone la lágrima frente a un haz de luz y sobre la superficie de proyección se observa el fenómeno de la dispersión de la luz (**Imagen 2**).

3 años: el 82% dice que al poner la lágrima frente la luz salen los colores. El 18% no contesta. El 73% contesta que ven la luz blanca y el resto no contesta. El 84% del total de alumnos ha identificado algunos colores que surgen de la dispersión de la luz.

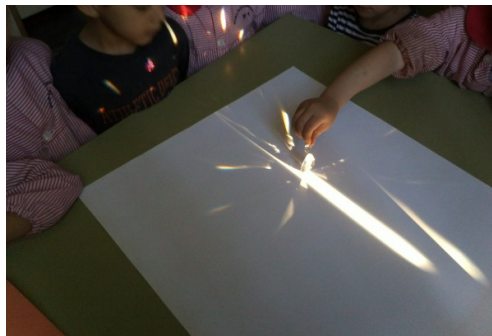


Imagen 2. Espectro de colores con una lágrima de vidrio.

4 años: el 100% dice que de la luz blanca salen colores. El 85% dice que la luz que ven es blanca. El 100% ha identificado los colores de la dispersión de la luz.

5 años: el 100% dice que de la luz blanca salen colores. El 81% dice que la luz que ven es blanca. El resto no sabe o no contesta. El 100% ha identificado los colores de la dispersión de la luz.

Al finalizar este experimento, se realizó una ficha individual (**Imagen 3**).



Imagen 3. Fichas del alumnado.

Experimento 3

Antes de realizar la experiencia, los alumnos estudiaron la vida de Newton y sus experimentos de óptica. Para esta investigación contamos con la colaboración de las familias.

Para realizar la práctica necesitamos lo siguiente: Prisma, proyector de diapositivas y cartulina blanca.

En esta actividad tratamos de reproducir el experimento de Newton del prisma. Se hace pasar un haz de luz a través de un prisma de cristal (**Imagen 4**). Se observa la dispersión que se produce. Primero se ha hecho el experimento con la observación directa y otro día se tomaron los datos:

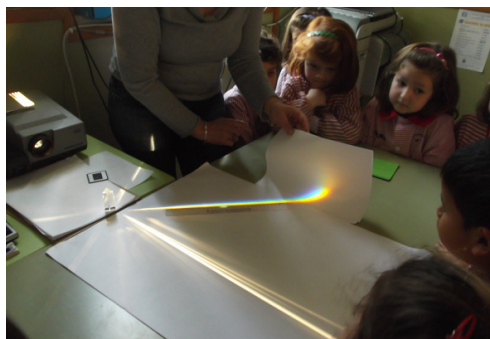


Imagen 4. Espectro de colores conseguido con un prisma de vidrio.

3 años: el 12% dice el orden correcto del espectro continuo de los colores. El 16% no contesta y el 72% no dice correctamente el orden. El 57% dice que el violeta se aleja más del rayo incidente y que el rojo es el que se aleja menos.

4 años: el 73% dice el orden correcto de los colores. Este nivel hizo la experiencia en pequeños grupos. El 88% dice que el violeta es el que se aleja más del rayo incidente y el 81% dice que el rojo es el que se aleja menos.

5 años: el 15% fue capaz de recordar los siete colores ordenados. El resto o no dice todos los colores o confunde el orden de los mismos. El 42% sabe que el violeta es el que se aleja más del rayo incidente y el 62% sabe que el rojo es el que menos se aleja del rayo.

Al finalizar el experimento, se realizó una ficha individual (**Imagen 5**).

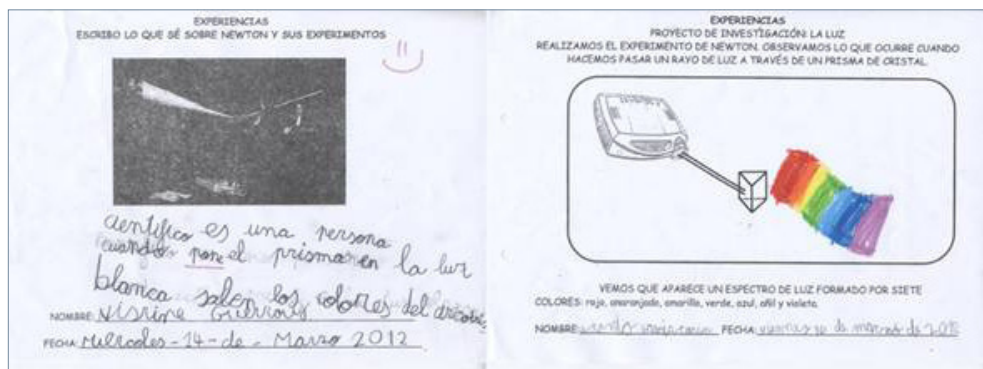


Imagen 5. Fichas del alumnado.

Experimento 4

La finalidad de este experimento es que los alumnos lleguen a la conclusión de que la luz blanca está compuesta de siete colores.

Se hace pasar un haz de luz a través de un prisma de cristal. Se observa la dispersión que se produce. Se coloca la lupa delante de los colores dispersos (**Imagen 6**).

Al llevar a cabo el experimento se informó a los niños de que la luz blanca está formada por fotones de los siete colores.

Para realizarlo se necesita el siguiente material: proyector de diapositivas, prisma de cristal, una lupa y una cartulina blanca.



Imagen 6. Composición de luz blanca con una lupa.

En este punto la mayoría de los niños no tienen claro la composición y la descomposición de la luz. Piensan que los colores salen del prisma.

Experimento 5

La finalidad de este experimento es que los niños observen que al aislar un color del espectro este ya no se descompone.

Se coloca delante del proyector el primer prisma para ver el espectro, se aísla un solo color utilizando una tarjeta con una rendija. A continuación, delante del haz de luz aislado se coloca el segundo prisma para observar que este cambia de dirección pero no hay descomposición (**Imagen 7**).



Imagen 7. La luz roja no se descompone tras pasar por un segundo prisma.

Los materiales utilizados para este experimento son: proyector de diapositivas, dos prismas y una tarjeta con una rendija.

A partir de este experimento, los niños empezaron a entender mejor la dispersión de la luz blanca en los siete colores.

Después del experimento número 5 y durante toda la semana siguiente, volvimos a realizar todos los experimentos anteriores y reformulamos todas las preguntas iniciales para comprobar si se habían modificado sus conocimientos previos.

Los resultados son los siguientes:

Experimento n.º 1: el 95% dice que la luz es blanca y el resto no sabe o no contesta en todas las edades. Solo los niños de cinco años y no todos (42%) saben dar la explicación correcta sobre los filtros con el modelo de fotones.

Experimento n.º 2: el 100% de los niños de todas las edades explican el fenómeno de la dispersión de la luz al atravesar la lágrima de cristal.

Experimento n.º 3: el 88% de los alumnos de cuatro y cinco años saben decir el orden correcto del espectro continuo de la luz. En tres años sólo el 20% es capaz de

nombrar correctamente el orden de los colores. El 59% de los niños de tres años y el 88% de los de cuatro y cinco años dicen que el violeta es el color que más se aleja del rayo incidente y el rojo el que menos.

Experimento n.º 4: en general, la mayoría de los alumnos observan y comprenden los colores de la dispersión del rayo de luz. Saben que está compuesta de siete colores. En cinco años son capaces de predecir lo que va a suceder al colocar el prisma y la lupa.

Experimento n.º 5: a partir de cuatro años empiezan a comprender que el rayo incidente tiene siete colores y al aislar uno de ellos éste no se descompone al pasar por un segundo prisma.

Experimento 6

La finalidad de este experimento es que comprendan que el blanco no es un color y que lo comprueben de forma manipulativa. Para ello, reproducimos el experimento del disco de Newton.

Los materiales empleados son los siguientes: cartón blanco, rotuladores con los siete colores del espectro, un palillo redondo y pegamento.



Imagen 8. Jugamos con el disco de Newton.

Para que la experiencia resultara más motivadora, los niños de 5 años presentaron el disco de Newton a los alumnos de 3 y 4 años. Todos los niños comprobaron que, al girar el disco con la mano a mucha velocidad, se ve blanco (**Imagen 8**).

Conclusiones

Tras realizar todas estas experiencias, hemos planteado algunas cuestiones que consideramos relevantes para comprobar si los niños han modificado su pensamiento.

Al inicio de la investigación, ningún niño sabía explicar que la luz viaja en línea recta. Ahora, en 3 años, solamente el 2% sabe cómo viaja la luz; en 4 años, el 73%; y en 5 años, el 65%.

Al inicio de la investigación, ningún niño conocía a ningún científico en concreto. Ahora, en 3 años, el 58% nombra a Newton; en 4 años, el 62% y en 5 años, el 81%.

Al inicio de la investigación, en 3 años, el 96% consideraba que el blanco es un color. Después de todos los experimentos, el 49% sigue pensando lo mismo. En 4 años, el 77% pensaba que el blanco es un color. Ahora, el 11% no ha modificado ese pensamiento. En 5 años, el 92% contestaba que el blanco es un color. Ahora, el 19% sostiene la misma idea.

Con los resultados obtenidos, podemos concluir que, a partir de 4 años, los niños son capaces, delante de la experiencia, de entenderla, verbalizarla, y comprender algunos aspectos; pero pasado un tiempo, no todos son capaces de recordar porque no terminan de entender el modelo de fotones.

Observamos que, dentro del modelo, los niños comprenden aquellos conceptos que son observables y cuantificables como la luz blanca, la dispersión de la luz en los siete colores y que el blanco no es un color.

Referencias bibliográficas

GOLDSMITH, M. *Luz y sonido*. Edilupa Ediciones. 2007.

Serie de T.V. *Érase una vez los inventores: Newton: el Color y la luz*. Editorial Planeta De Agostini. 1995.

El CSIC en la Escuela. *Ciencia en el aula*. [En línea]: <www.csicenlaescuela.csic.es> [consulta: marzo 2012].

VEGA 0.0. *Obras de Isaac Newton*. [En línea]: <<http://www.vega00.com/2011/12/las-obras-de-isaac-newton-estan.html>> [consulta: marzo 2012].

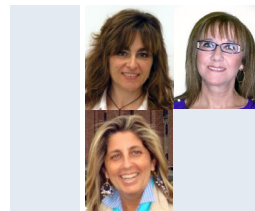
Blog de Jorge González. *Isaac Newton, un hombre de fe que dio luz a la ciencia*. [En línea]: <<http://jorge-gonzalez-reymond.blogspot.com.es/2011/03/isaac-newton-un-hombre-de-fe-que-da-la.html>> [consulta: marzo 2012].

Platea. Mec. *Newton*. [En línea]: <<http://platea.pntic.mec.es/aperez4/html/newton/newton2.html>> [consulta: marzo 2012].

Profesor en línea. *Descomposición en la luz*. [En línea]: <<http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Luzdescomposic.htm>> [consulta: marzo 2012].

Taller de iluminación. [En línea]: <<http://ilufinal.blogspot.com.es/2009/11/taller-de-iluminacion.html>> [consulta: marzo 2012].

¿Es un color el blanco?



Ana Cristina Rubín Torrado y María Dolores Sanz Rodríguez y Cristina Lizón Abad*

CEIP Nuestra Señora de los Ángeles, El Esparragal. Murcia

Palabras clave

Blanco, color, luz, pigmento, Newton, primaria, competencia.

Resumen

Esta actividad surge a partir de la asistencia a una formación organizada por el CPR Murcia II, cuya asesora es Ana M.^a Ruiz Sánchez, impartida por investigadores de El CSIC en la Escuela: «La investigación científica en el aula de Infantil y Primaria».

Partimos de un análisis previo de los conocimientos del alumnado descubriendo que muchos de ellos tenían conceptos erróneos como, por ejemplo, que el blanco es un color. Decidimos utilizar el método científico basado en la observación de un fenómeno, elaboración de hipótesis y experimentación para llegar a la elaboración de una teoría y modificar el modelo erróneo que el alumnado poseía con respecto al color.

Antes de realizar los experimentos sobre el color, era necesario explicar al alumnado una serie de conceptos que les permitieran comprender todo el proceso. Por ello, empezamos por explicar como trabaja un científico, puesto que iban a investigar de esa manera, también experimentamos sobre la luz y las fuentes luminosas, el comportamiento de los objetos frente a ella y algunas de sus leyes como la reflexión y la refracción.

Introducción

Nuestro Proyecto de investigación queda enmarcado dentro de las propuestas del actual Decreto 286/2007 de 7 de septiembre de 2007, por el que se establece el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Para conseguir, pues, los objetivos didácticos que se marcan para la etapa

.....
* E-mail de las autoras: anacristina.rubin@murciaeduca.es; mdolores.sanz2@murciaeduca.es; cristinalizon@gmail.com.

de Educación Primaria en nuestro proyecto, llevado a cabo en el aula, nos hemos planteado los siguientes objetivos didácticos:

- Acercar al alumnado al conocimiento científico.
- Identificar, plantearse y resolver interrogantes y cuestiones relacionadas con elementos significativos del entorno, utilizando estrategias de búsqueda, formulación de conjeturas, puesta a prueba de las mismas, exploración de soluciones alternativas y reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje.
- Conocer cómo se propaga la luz.
- Entender el origen de los colores.
- Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y como instrumento para aprender y compartir conocimientos.
- Transmitir el gusto y la curiosidad por el saber científico.

Grupo de experimentación

Este proyecto se ha dirigido a un grupo de 20 alumnos/as de 6º curso de Primaria, de los cuales hay 14 niños y 6 niñas de edades comprendidas entre 11 y 12 años (**Imagen 1**). Entre ellos hay integrados:

- Un niño de necesidades educativas especiales con un nivel de competencia curricular de 1º ciclo de Primaria.
- Un niño y una niña de necesidades educativas especiales de un nivel de competencia curricular de 2º ciclo de Primaria.
- Una niña de altas capacidades intelectuales.
- Un niño y una niña que a lo largo de su escolaridad permanecieron un año más en el 1º ciclo de Primaria.



Imagen 1. Nuestra clase de 6º de Primaria.

Destacar, que dentro del aula, así como en el resto del centro, conviven alumnos/as de las familias originarias del Esparragal y nuevos vecinos inmigrantes y residentes de las urbanizaciones, constituyendo un auténtico laboratorio social, por lo que podemos encontrar una rica variedad en cuanto a niveles socioeconómicos.

Esto más que un problema representa una ventaja, pues los alumnos/as aprenden a convivir en una sociedad plural, en la que hay que adaptarse y respetar la diversidad.

La formación académica de las familias podríamos dividirla en tres grupos. Por un lado, familias con un nivel bajo de instrucción y formación profesional (35%), familias con un nivel medio (40%) y, por otro, familias con un nivel de formación académica alto (25%).

Objetivos

- Reconocer la importancia de los modelos para explicar y predecir fenómenos sencillos.
- Analizar la dispersión de la luz blanca.
- Explorar los efectos de la mezcla de los colores luz.

Contenidos

- La propagación de la luz: reflexión y refracción.
- La composición y descomposición de la luz blanca.
- Isaac Newton.
- Contemporáneos de Newton.
- El disco de Newton.

Metodología

A la hora de establecer los principios metodológicos que debían regir la situación de aprendizaje generada a través de nuestro proyecto de trabajo hemos tenido en cuenta una serie de variables: los niveles de competencia, la heterogeneidad grupo-clase, los conocimientos previos, el grado de motivación, la funcionalidad de todos los aprendizajes, el enfoque lúdico de las distintas tareas, la motivación intrínseca; es decir, la necesidad de aprender, la observación, experimentación y manipulación.

Por tanto, más que establecer una línea metodológica estricta y rígida, hemos buscado el equilibrio y la complementariedad de métodos diversos a través de unos principios generales que propicien acciones: integradoras, constructivas, participativas, coeducativas, activas y globales, cooperadoras y vinculadas al entorno. Nuestra intención ha ido encaminada a contemplar diferentes formas de aprendizaje que asegurasen el protagonismo de todas las personas que intervenían en el proceso y que contribuyeran a que el alumnado desarrollase formas de hacer, de pensar y de aprender de forma autónoma.

Competencias básicas

La puesta en marcha, de cualquier proyecto de trabajo debe contribuir al desarrollo de las Competencias Básicas, y en concreto nuestra experiencia es un claro ejemplo de su aplicación al favorecer:

- **Comunicación lingüística:** la reflexión lingüística y la utilización de un vocabulario específico en el ámbito científico es necesaria para ser rigurosos en cualquier trabajo científico. Reflexionar sobre qué vamos a comunicar y cómo vamos a hacerlo contribuye a mejorar la competencia en comunicación lingüística.
- **Competencia matemática:** el alumnado ha podido comprobar que es necesario utilizar herramientas matemáticas para probar la certeza o el error de nuestras hipótesis. Hemos utilizado conceptos como la línea recta, la cuantificación de colores, la suma y resta de colores; para todo ello hacemos uso de las matemáticas.
- **Competencia social y ciudadana:** en este proyecto de trabajo han participado por igual todos los alumnos, cada uno desde sus diferentes niveles de competencia curricular y/o capacidades. El alumnado de NEEA ha participado activamente contando con la ayuda y apoyo del resto de compañeros, realizando algunos experimentos en los que la manipulación adquiriría mayor protagonismo que la exposición oral.
- **Competencia en autonomía e iniciativa personal:** la capacidad de elegir con criterio propio, de imaginar proyectos y de llevar adelante las acciones necesarias para desarrollar los propios planes personales y las hipótesis planteadas, responsabilizándose de ellas, son aspectos íntimamente ligados al método científico y, por tanto, al modelo científico utilizado en este proyecto de investigación.
- **Competencia de aprender a aprender:** el deseo de investigar, experimentar y comprobar las hipótesis planteadas, así como la realización de diferentes actividades y elaboración de conclusiones permiten desarrollar esta competencia. Por otro lado, la autoevaluación, basada en la observación de los aspectos trabajados, dándose cuenta de cómo hacer las cosas y lo que quiere mejorar, es fundamental para el desarrollo de esta competencia. En nuestro proyecto el diseño de modelos que permitan explicar los fenómenos observados es una buena contribución para mejorar la competencia de aprender a aprender.
- **Competencia digital y tratamiento de la información:** la utilización de las TIC, uso de la pizarra digital interactiva, Webs Quest, etc. nos facilitan una información fundamental en los aprendizajes de esta área. El planteamiento de hipótesis por

parte del alumnado requiere la búsqueda de soluciones, siendo necesario recurrir a diferentes fuentes de información y su posterior análisis. En este sentido las nuevas tecnologías contribuyen al desarrollo de esta competencia. En nuestro proyecto de trabajo hemos recurrido, en diferentes momentos, a esta búsqueda guiada de información para comprender mejor los fenómenos estudiados e incluso a la hora de realizar algún experimento.

- **Competencia cultural y artística:** analizar e investigar la época en que vivió Newton, sus contemporáneos (en el mundo de la política, la música, la literatura, el arte, etc.); conocer, comprender, apreciar y valorar críticamente las diferentes manifestaciones culturales y artísticas del momento, y utilizarlas como fuente de enriquecimiento y disfrute son aspectos que contribuyen de forma decisiva al desarrollo de esta competencia.

- **Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico:** dentro del área de conocimiento del medio trabajamos conocimientos relacionados con la habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana, de tal modo que se posibilita la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones del entorno. Se trata de un enfoque del proceso enseñanza-aprendizaje más práctico adquiriendo conocimientos que emanan de situaciones prácticas que aparecen en la vida real.

Ser competente en el conocimiento e interacción con el mundo físico es lo que hemos trabajado en nuestro proyecto (método científico): observar la realidad, formular hipótesis, experimentar, comprobar y elaborar conclusiones.

Evaluación

Al ser plenamente cuantificables los objetivos y procedimientos, la evaluación no ha generado ninguna dificultad, por lo que en cada momento hemos podido determinar su grado de consecución y establecer las actuaciones que, en su caso, procedían.

A lo largo del trabajo se entregó al alumnado tres cuestionarios, uno previo al inicio del mismo, otro a realizar durante el desarrollo y un tercer cuestionario al concluir la experiencia. Con ello pretendíamos conocer, por un lado, los intereses del alumnado y sus conocimientos previos; constatar la idea del modelo de luz de Newton antes, durante y al finalizar la experiencia.

La evaluación final ha ido destinada a conseguir una valoración de los siguientes aspectos:

- Eficacia de la experiencia llevada a cabo desde el punto de vista del alumnado: conocimientos adquiridos, nivel de implicación, nivel de motivación, etc.
- Eficacia de la experiencia llevada a cabo desde el punto de vista del profesorado implicado: dificultades halladas, soluciones, adecuación de los recursos, espacios y tiempo, etc.

Para evaluar hemos utilizado diferentes instrumentos de registro: observación directa, anecdotal, trabajos individuales y en grupo, pruebas orales y escritas, etc.

Desarrollo de la Experiencia

Análisis previo

Se han hecho una serie de preguntas por escrito a todo el alumnado, para conocer sus conocimientos sobre científicos, investigación y color, cuyas respuestas se recogen en la **tabla 1**, de manera precisa. Cabe destacar que la niña que mejor contesta es aquella de altas capacidades; sin embargo, el niño cuyas respuestas son más simples tiene un nivel cognitivo inferior al resto de sus compañeros/as. Otro niño ha contestado sólo a la mitad de las preguntas formuladas.

De manera general, casi todos relacionan al científico e investigación con la ciencia y la experimentación pero pocos conocen un nombre en concreto. La mayoría define la luz como una fuente de energía y algunos la asocian a la electricidad, seguramente porque ha sido estudiada anteriormente. Sólo tres alumnos/as saben que el blanco no es un color y dos de ellos precisan que es la suma de todos los colores. A lo largo de la experiencia, el alumnado escribirá sus observaciones en una hoja.

CUESTIONARIO PREVIO A LA EXPERIENCIA														
1. ¿Qué es un científico?	75% investiga			10% experimenta		5% ciencia		5% hombre			5% n/c			
2. ¿Conoces a algún científico?	40% si						60% no							
3. ¿Qué es investigar?	45% buscar		20% investigar		15% obtener información		5% descubrir		5% solucionar		5% mirar		5% n/c	
4. ¿En qué investigan los científicos?	25% experimentos	15% ciencia	15% naturaleza	10% física química	5% cosas importantes	5% cosas curiosas	5% Universo	5% laboratorios		5% enfermedades	5% crímenes	5% n/c		

CUESTIONARIO PREVIO A LA EXPERIENCIA							
5. ¿Qué es la luz?	60% energía		15% ver		5% unión de colores		20% n/c
6. ¿Cómo viaja la luz?	35% cables	20% rapidez	15% cielo		10% 300.000km/s	10% en todas direcciones	10% n/c
7. ¿El blanco es un color?	15% no				85% si		
8. ¿Qué colores conoces?	100% del alumnado enumera los colores básicos: azul, verde, naranja, rojo, amarillo, negro, marrón, gris, rosa y lila; también nombran otras tonalidades como magenta, violeta, añil, turquesa, granate, carne, púrpura, oro, plata, beige, fucsia, sepia, pistacho, bronce, carmesí, incluso rosa fosforito y 60% mencionan el blanco.						

Tabla 1. Test de control en alumnos/as de 6º de Educación Primaria.

Experimento 1: el color de la luz

¿Es el filtro el que tiñe la luz?

Material utilizado

<ul style="list-style-type: none"> Linterna. Papel transparente incoloro, verde, rojo y azul. 	<ul style="list-style-type: none"> Pantalla blanca.
---	--

Desarrollo del experimento

- Dejamos que pase un rayo de luz a través de distintos filtros de diferentes colores (incoloro, rojo, verde y azul) y se proyecte sobre la pantalla blanca.
- Observamos que el color que aparece en la pantalla es el mismo que el del filtro.

Conclusiones

- 100% del alumnado ve la luz del color del filtro cuando éste se coloca delante de la linterna.
- 100% del alumnado coincide en que es el filtro el que tiñe la luz
- 100% del alumnado coincide en que ve la luz blanca sin filtro.

Experimento 2: la dispersión de la luz blanca

¿De qué color se compone la luz?

Material utilizado

<ul style="list-style-type: none">• Un prisma de vidrio.• Un proyector de diapositivas.	<ul style="list-style-type: none">• Pantalla blanca.
--	--

Desarrollo del experimento

- Interrumpimos el recorrido del haz de luz con el prisma de vidrio (**Imagen 2**).
- Observamos que se ha formado el arco iris, fenómeno conocido (incluso algunos/as relacionaron el prisma con las gotas de agua) pero al que no sabían darle nombre: la dispersión de la luz blanca.
- Nos acercamos y escribimos de qué colores se compone la luz (**Imagen 3**).



Imagen 2. Experiencia en el aula



Imagen 3. Formación del arco iris.

Conclusiones

- Comprobamos que no perciben el mismo número de colores.
- Nombran de diferente manera un mismo color (morado = lila = violeta; cian = azul cielo = celeste; añil = azul fuerte = azul marino) (**Tabla 2**).
- Llegados a este punto, les explicamos que la dispersión de la luz había sido observada por Isaac Newton en el siglo XVII, por lo que decidimos investigar sobre él (**Imagen 4**). Buscaron información sobre su vida y completamos



Imagen 4. Buscamos información sobre la vida de Newton.

su biografía en clase. Puestos a investigar, buscamos contemporáneos en diversas disciplinas como Velázquez y Rembrandt en Pintura; Vivaldi y Bach en Música y Quevedo y Góngora en Literatura.

Nombre	2.3. Pregunta: ¿De qué colores se compone la luz?
Adrián	Lila, azul, verde, amarillo, rojo, naranja.
Alex	Lila, azul, verde, amarillo, naranja, rojo.
Ana I.	De rojo, naranja, amarillo, verde azul, lila.
Anabel	Verde, azul, rojo amarillo.
Borja	Azul, verde, amarillo, naranja, rojo, lila, cian, añil.
Bruno	Amarillo, verde, rojo, lila, naranja, azul cielo, azul fuerte.
Carmen	Rojo, lila, amarillo, verde, naranja, rosa, azul.
Dyma	Amarillo, verde, lila, naranja, rojo, azul.
Elena	Rojo, naranja, amarillo, verde, celeste, azul marino, lila.
Enrique	Violeta, azul, rojo, verde y amarillo.
Francisco	Azul, verde, rojo.
Gabriel	Rojo, verde, lila, amarillo, azul.
José A.	Violeta, azul, verde, amarillo, naranja, rojo, añil.
Juan A.	Rojo, verde, amarillo, azul, naranja, lila.
Mario	Naranja, amarillo, lila, verde, rojo, azul.
Miguel	Lila, morado, azul, añil, verde, amarillo, naranja, rojo.
Noelia	Azul, amarillo, verde y rojo.
Pepe	Rojo, azul, amarillo, verde y lila.
Teresa	Amarillo, azul, rojo, lila, verde, naranja.
Tomás	Azul, verde, naranja, violeta.

Tabla 2. Nombres de los colores según el alumnado.

Experimento 3: el orden de los colores

¿Cuál es el orden de los colores? ¿Qué colores se alejan más de la dirección del rayo incidente? ¿Qué colores se alejan menos?

Material utilizado

<ul style="list-style-type: none"> • Un prisma de vidrio. • Un proyector de diapositivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pantalla blanca.
---	--

Desarrollo del Experimento

- Colocamos el prisma a unos 30 centímetros de manera que el rayo lo atravesase y se proyecte en la pantalla el espectro de colores.
- Escribimos el orden de los colores (**Imagen 5**).



Imagen 5. Alumnado escribiendo el orden de los colores.

Conclusiones

- Observamos qué colores se alejan más y cuáles menos del rayo incidente. Llegados a este punto nos dimos cuenta de que, quizá la pregunta resultaba ambigua: el término «alejarse» es entendido por ellos como «prolongación» en el espacio, no como «desviación» del rayo. Por ello la mayoría del alumnado contestó que: «el rojo se alejaba más porque se situaba arriba en el arco».
- Recordamos que la luz viaja en línea recta. Si lo que observamos es un arco, es porque hay unos colores que se desvían antes de esta trayectoria y otros menos. La mayoría lo entendió pero del 40% del alumnado no contestó bien a estas preguntas.

Experimento 4 La composición de la luz blanca

¿El blanco es un color?

Material utilizado

• Un prisma de vidrio.	• Pantalla blanca.
• Un proyector de diapositivas.	• Una lupa.



Imagen 6. Composición de la luz blanca.

Desarrollo del Experimento

- Realizamos el experimento anterior y acercamos una lupa a unos 30 centímetros del prisma de manera que aparezca el color blanco en el foco de la lupa (**Imagen 6**).
- Relacionamos la lente convergente de la lupa con este fenómeno: el punto blanco es en el que convergen los rayos que inciden paralelos al eje óptico.

Conclusión

- 100% del alumnado llega a la conclusión de que la luz blanca, formada por fotones, está compuesta por la suma de los siete colores que nos llega a nuestro ojo, por lo tanto, el blanco no es un color, es una sensación.

Experimento 5: cada fotón tiene un color

¿Se descomponen también los colores del arco iris?

Material utilizado

<ul style="list-style-type: none"> • Dos prismas de vidrio. • Una tarjeta a la que se ha practicado una rendija vertical muy fina en la mitad, para que pase un haz de luz (Imagen 7). 	<ul style="list-style-type: none"> • Un proyector de diapositivas. • Una pantalla blanca.
---	---

Desarrollo del Experimento

- Realizamos el experimento de la dispersión de la luz blanca y con una tarjeta aislamos el color rojo.
- Colocamos el prisma y observamos que el color no cambia.
- Realizamos el mismo experimento con el color violeta y observamos lo mismo.



Imagen 7. Desarrollo del experimento en el aula.

Conclusión

- No pudimos hacer lo mismo con los colores situados entre el rojo y el violeta por la dificultad de aislarlos, pero pensamos que sucedería lo mismo.
- Cada fotón tiene un color.

Experimento 6: diseñamos el disco de Newton

¿Rojo + naranja + amarillo + verde +
cian + añil + violeta = blanco?

Material utilizado

<ul style="list-style-type: none">• Un CD.• Un círculo adhesivo del tamaño del CD dividido en siete sectores.• Rotuladores de los siete colores del espectro.	<ul style="list-style-type: none">• Una canica.• Un lector de CD.
---	--

Desarrollo del Experimento

- Coloreamos los sectores de los siete colores del espectro.
- Pegamos el círculo al CD.
- Colocamos la canica en el agujero y hacemos girar el CD como una peonza.

Conclusión

- Observamos que para que aparezca el color blanco tiene que girar a bastante velocidad. Aquellos que no lo consiguen, prueban a hacerlo en el lector de CD y ahí, se puede ver perfectamente blanco (**Imagen 8**).

Reflexiones

- Seguimos investigando sobre el color con las teorías aditivas y sustractivas, lo que nos permitió entender que cuando veíamos la luz roja, verde o azul «teñida» por el filtro, en realidad era porque era el único color reflejado ya que los demás colores eran absorbidos por el filtro.



Imagen 8. El disco de Newton.

• Una vez finalizado el proyecto, decidimos hacerles cuatro preguntas, las tres primeras planteadas en el cuestionario previo, para saber cómo habían asimilado los conceptos:

1. ¿Cómo viaja la luz? El 100% del alumnado contesta que en línea recta y tres de ellos especifican que a una velocidad de 300.000 km/s.
2. ¿El blanco es un color? El 100% del alumnado contesta que no es un color sino una sensación.
3. ¿Qué colores conoces? El 65% del alumnado contesta los colores luz y pigmento o cita los colores del espectro. El 35% añade a éstos otros colores como marrón, negro, gris, rosa, etc.

En relación a esta pregunta decir que el cambio ha sido espectacular, en la primera tabla de conocimientos previos hacen un listado de todos los colores incluyendo sus gamas, plateado, dorado, color carne... (**Tabla 3**)

Nombre	1.8. Pregunta: ¿qué colores conoces?
Adrián	Rojo, rosa, oro, plateado, lila, azul, negro, gris, amarillo, marrón, naranja, verde, blanco, granate, carne, añil, púrpura.
Alex	Rojo, azul, blanco, verde, amarillo, púrpura, lila, marrón, negro, gris, naranja, violeta, añil, rosa, oro, plateado y el carne.
Ana I.	Los colores primarios son el amarillo, azul y magenta: la mezcla de estos colores forma otros como el verde, el lila, el naranja, el marrón, el gris, etc.
Anabel	Granate, añil, púrpura, blanco, negro, lila, rosa, azul, gris, verde, amarillo, naranja, marrón, rojo, turquesa.
Borja	Rojo, azul, verde, cian, rosa, violeta, púrpura, marrón, beis, amarillo, azul marino, naranja, negro, gris, blanco. La luz es el conjunto de todos los colores.
Bruno	El azul, el rojo, el rosa, el negro, verde, amarillo, lila, marrón, etc.
Carmen	Azul, verde, blanco, negro, fucsia, rosa, carne, marrón, amarillo, lila, gris, naranja, granate.
Dyma	Negro, azul (claro, oscuro, marino), verde (claro, oscuro), rojo, amarillo, naranja, rosa, marrón, gris, carne, magenta, púrpura, violeta.
Elena	Azul, marrón, rosa, fucsia, amarillo, naranja, rojo, verde, lila, blanco, negro.
Enrique	Todos.
Francisco	Negro, azul, rojo, amarillo, gris, blanco, verde, lila, naranja, turquesa, añil, púrpura, rosa fosforito, granate, color sepia y azul marino.
Gabriel	Rojo, azul, naranja, fucsia, marrón, blanco, negro, carne, gris, verde, rosa, verde pistacho.
José A.	Verde, naranja, azul, violeta, añil, marrón, amarillo, rosa, gris, fucsia, granate, beis.
Juan A.	Azul, negro, rojo, naranja, verde, violeta, lila, marrón, amarillo, rosa, carne, granate, gris, añil.

Nombre	1.8. Pregunta: ¿qué colores conoces?
Mario	Gris, verde, naranja, rojo, granate, negro, cian, magenta, lila, pistacho, marrón, azul, dorado, plata, rosa, negro, amarillo.
Miguel	Azul, rojo, verde, añil, azul oscuro, rojo oscuro, verde pistacho, violeta, púrpura, amarillo, naranja, marrón, dorado, plateado, marrón claro, marrón oscuro, gris, blanco y negro.
Noelia	Negro, azul, rojo, naranja, verde, lila, blanco, rosa, gris, granate, y marrón.
Pepe	Banco, negro, amarillo, plata, azul, oro, rojo, naranja, verde, bronce, lila, púrpura, marrón, granate y fucsia.
Teresa	Blanco, rosa, negro, naranja, amarillo, lila, púrpura, azul, marrón, carmesí, gris, etc.
Tomás	Carne, amarillo, blanco, azul, verde, naranja, negro, rosa, gris, violeta, granate, marrón, rojo, púrpura, lila.

Tabla 3. Pregunta previa al inicio de la experiencia.

En la última tabla al concluir la investigación hacen una clasificación por tipos: Luz-pigmento, primarios-secundarios, los colores del espectro ordenados.

Como curiosidad añadir que hay una alumna que incluye el gris, seis alumnos/as el marrón y tres alumnos el negro (**Tabla 4**).

Nombre	3.3. Pregunta: ¿qué colores conoces?
Adrián	Luz y pigmento.
Alex	Amarillo, azul, cian, violeta, rosa, verde, magenta, rojo.
Ana I.	Colores luz: rojo, verde, azul. Colores pigmento: magenta, amarillo, cian. La luz está formada por rojo, naranja, amarillo, verde, cian, azul y violeta.
Anabel	Azul, cian, amarillo, naranja, rojo, verde, violeta, magenta.
Borja	Rojo, naranja, magenta, amarillo, verde, azul, cian, lila, violeta, marrón.
Bruno	Primarios: rojo, verde, azul. Secundarios: magenta, amarillo, cian.
Carmen	Los colores luz: rojo, verde, azul. Los colores pigmento: magenta, amarillo, cian.
Dyma	Rojo, naranja, amarillo, verde, violeta, morado, azul, añil, marrón.
Elena	Rojo, naranja, amarillo, azul, cian, magenta, verde, violeta.
Enrique	Todos.
Francisco	Azul, rojo, verde, magenta, amarillo, y cian.
Gabriel	Colores luz: rojo, verde, azul. Colores pigmento: cian, amarillo, violeta.
José A.	Colores primarios: azul, verde, rojo. Colores secundarios: cian, magenta, amarillo.
Juan A.	Azul, rojo, naranja, amarillo, verde, añil, violeta, cian.

Nombre	3.3. Pregunta: ¿qué colores conoces?
Mario	Colores Luz: rojo, verde y azul. Colores pigmento: magenta, cian, amarillo.
Miguel	Rojo, naranja, amarillo, verde, cian, azul, violeta.
Noelia	Violeta, naranja, rojo, rosa, amarillo, marrón, gris, verde, azul, negro, cian.
Pepe	Amarillo, lila, marrón, rojo, verde, cian, azul, violeta, negro y rosa.
Teresa	Magenta, naranja, violeta, amarillo, cian, azul, rojo, negro, rosa, verde, marrón, etc.
Tomás	Amarillo, magenta, azul, cian, verde, rojo, naranja, rosa, marrón.

Tabla 4. Pregunta realizada al concluir la experiencia.

4. ¿Son lo mismo los colores de la luz que los colores pigmento? 99% contesta que no, con explicaciones variadas y muy acertadas.

- Hicimos observaciones directas del comportamiento. La niña de altas capacidades recababa información de INTERNET para poder contestar a las diferentes hipótesis que se les podían plantear en la siguiente sesión.
- El niño que sólo contestó a la mitad de las preguntas en la evaluación inicial, posiblemente por falta de interés, evolucionó de manera espectacular durante el proyecto siendo uno de los que más interés demostró al final del mismo contestando satisfactoriamente a todas las preguntas.
- El alumnado de NEEA ha mostrado un enorme interés en el desarrollo de toda la experiencia. El estilo de trabajo del método científico ha permitido que dicho alumnado participara en igualdad de condiciones que el resto de sus compañeros: han observado, han formulado conjeturas, las han puesto a prueba y han elaborado sus propias conclusiones, que descritas «a su manera» han coincidido con las de sus compañeros. Todo ello ha ayudado a elevar su autoestima, a valorar su trabajo y, lo más importante, a sentirse cómplices y «parte» importante de un proyecto de trabajo en grupo.
- Para nuestro alumnado ha supuesto una experiencia diferente, divertida y muy amena y para nosotras, como maestras, una manera de trabajar diferente. Hemos disfrutado con nuestros alumnos y alumnas y hemos aprendido con ellos y de ellos.
- Si analizamos los excelentes resultados teniendo en cuenta la heterogeneidad del grupo, podemos concluir que la metodología científica resulta ser la más acertada para integrar a todo alumnado independientemente de su sexo, origen socioeconómico o capacidad intelectual.

- Todos se han sentido protagonistas a lo largo del proceso y desarrollo del proyecto, han adquirido cierta autonomía a la hora de enfrentarse a los problemas, al desarrollar diferentes formas de observar, analizar, pensar, hacer y aprender.
- El enfoque globalizador, que encierra el método científico, permite dar sentido y significado a lo aprendido. En torno a la experiencia desarrollada hemos podido articular una serie de actividades que nos han ayudado a integrar el resto de áreas curriculares.
- Y lo más importante la posibilidad de transferir lo aprendido a otras situaciones de la vida cotidiana ha facilitado la adquisición de nuevas competencias «en el día a día» (Aprendizaje significativo).

Agradecimientos

Agradecemos el asesoramiento, colaboración y apoyo del Grupo de El CSIC en la Escuela y de nuestra asesora del CPR II de Murcia, Ana M.^a Ruiz Sánchez.

Referencias bibliográficas

AUSBEL, D. «*Psicología Educativa*». México: Trillas. 1981. 769 pp.

CUVI, N. «*Newton el de la gravedad*». Colección Sabelotodo. España: El Rompecabezas. 2010. 123 pp.

DISPEZIO, M.A. «*Experimentos sencillos sobre ilusiones ópticas*». El juego de la ciencia. Barcelona: Oniro. 2002. 128 pp.

EL CSIC en la Escuela. *Formación del profesorado*. [En línea]: <<http://www.csicenlaescuela.csic.es/>>[consulta: marzo 2012].

REFOLIO REFOLIO, M. C.; GÓMEZ DÍAZ, M. J.; MORENO GÓMEZ, E.; CEJUDO RODRÍGUEZ, S.; LÓPEZ ÁLVAREZ, J. M.; LÓPEZ SANCHO, J. M. «*Óptica para maestros. Una aproximación del modelo de rayos para el aula de Educación Infantil y Primaria*». C. de Madrid. 2010. 114 pp.

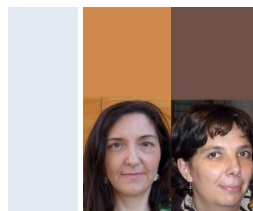
VECCHIONE, G. «*Experimentos sencillos con la luz y el sonido*». El juego de la ciencia. Barcelona: Oniro. 2003. 121 pp.

ZABALA, A. «*El enfoque globalizador*». Cuadernos de Pedagogía n.º 168. 1998.

Mecánica y flotación en Educación Infantil

**Natalia Egocheaga González* y
Lucía Sampedro Carrera**

Maestras del Colegio Público Santa Bárbara, Lugones. Principado de Asturias.



Palabras clave

Fuerzas, peso, vectores, palancas, poleas, flotación.

Resumen

Se exponen las experiencias sobre mecánica y flotación llevadas a cabo por dos grupos de Educación Infantil. Los grupos mostraban diferencias en el sentido de llevar distinto tiempo trabajando proyectos de ciencia.

En este artículo se reflejan además las respuestas dadas a distintas cuestiones antes y después de realizar los experimentos, de esta forma se puede apreciar la evolución en la asimilación de determinados conceptos.

Descripción del Centro Educativo y de los grupos

El trabajo se desarrolla, al igual que en cursos anteriores, en el Colegio Público «Santa Bárbara» ubicado en las afueras de Lugones, localidad próxima a Oviedo, en la zona centro de Asturias. Al encontrarse el Colegio situado en las afueras del casco urbano, la mayoría de los alumnos/as utilizan el transporte escolar.

El colegio está rodeado del bosque de La Acebera, por lo que el contacto con la naturaleza es muy habitual en nuestros alumnos. Se trata de un centro que este curso cuenta con seis aulas del segundo ciclo de Educación Infantil y diez de Educación Primaria.

El nivel económico de los padres de los alumnos puede considerarse medio, dedicándose preferentemente a la industria y servicios.

.....
* E-mail de la autora: nataliaeg@educastur.princast.es.

Se continúa trabajando con dos grupos de Educación Infantil de 5 años. Breve descripción de ambos grupos:

El Grupo A está formado por 24 alumnos. Es el grupo que viene trabajando proyectos de ciencia desde los tres años. En el curso 2009/2010 trabajó «El Magnetismo» y durante el curso 2010/2011 trabajó «La Conservación de la Materia». Este curso se marchó un alumno y se incorporaron 4 nuevos alumnos: dos mellizos marroquíes, dos alumnas chinas y un alumno de etnia gitana con las implicaciones metodológicas que conlleva su adaptación al aula y más concretamente a la dinámica de trabajo del método científico. El grupo, por tanto, estará formado por 9 niños y 15 niñas.

El grupo B cuenta con menos experiencia, sólo participó el curso 2010/2011 en el trabajo sobre «La Conservación de la Materia». Las conclusiones respecto a ambos pueden verse en el trabajo publicado en el n.º 5 de la *Serie El CSIC en la Escuela*. Este grupo por su parte cuenta con un alumno nuevo cuyas características condicionarán en determinados momentos la dinámica de trabajo en el aula; constará de 22 alumnos: 11 niños y 11 niñas.

Reflexiones previas

Los dos grupos cuentan con experiencia previa en la metodología de investigación científica, aunque existen diferencias en el grado de adquisición del método de trabajo científico.

El grupo A continúa siendo el más destacado en la interiorización del método de trabajo científico, no sólo por contar con más experiencia previa sino también por su mayor conocimiento de vocabulario científico, preconceptos básicos y su utilización en el planteamiento de hipótesis, dinámica de trabajo, registro de las observaciones, etc., puesto que han trabajado con esta dinámica desde los tres años, siendo su tutora la que impulsaba esta iniciativa.

El grupo A también continúa estando más interesado y motivado por esta dinámica de trabajo en el aula, que tiene totalmente interiorizada. Preguntan: «¿cuándo vamos a hacer experimentos?».

Por su parte, el grupo B, cuya experiencia se limita a La Conservación de la Materia, trabajada el curso pasado en colaboración con una breve aportación de la

tutora y la profesora de apoyo guiadas a su vez por la tutora del grupo A, muestra, salvo en casos específicos, menos interés científico. Sí son receptivos a la dinámica, pero no tanto al método científico en sí.

Estas diferencias entre los grupos se observan de forma paralela en las familias, en cuanto a implicación e interés por la dinámica de grupo se refiere.

En el grupo A esa implicación es extensible a todas las familias salvo las del alumnado de nueva incorporación, mientras que en el grupo B la implicación familiar se reduce a un pequeño grupo: el de aquellos alumnos más interesados en los experimentos.

Pero quizás el aspecto que más nos ha condicionado y ha marcado, sin duda, cierta diferencia respecto al curso anterior es el hecho de que este curso ninguna de las dos profesoras que trabajamos con la ciencia en el aula somos tutoras de los grupos. Una es profesora de apoyo de los dos grupos desde que empezaron en tres años y la otra fue tutora del grupo A durante los dos cursos anteriores y actualmente es su profesora de apoyo. Este hecho plantea más dificultades al trabajo pues nos tenemos que limitar al horario de apoyo y no siempre lo podemos utilizar para trabajar la ciencia en el aula. Además a esto hay que añadir la baja de la tutora del grupo B, que condicionó aún más el trabajo en el aula de la profesora de apoyo.

Inicialmente la propuesta y dinámica de trabajo será igual en los dos grupos para así ver las diferencias entre ambos.

Teniendo en cuenta el interés que había despertado el curso pasado la dinámica y el método científico en ambos grupos, aun con las diferencias ya conocidas, decidimos continuar con este trabajo planteado a partir del curso impartido por El CSIC en la Escuela sobre Mecánica en el CPR de Oviedo durante el curso 2010-2011.

Sobre esta base, vimos la necesidad de buscar algo que motivase al Grupo B y al mismo tiempo sirviese al Grupo A como un campo en el que aplicar sus conocimientos previos, e ir más allá, sin que, por otro lado, alterase mucho la programación y propuesta didáctica planteada para el curso. Por eso este año se llevará al aula totalmente integrado en el **Trabajo por Proyectos** planteado para el nivel de 5 años. Se inicia el primer trimestre pues el proyecto desarrollado durante el mismo es el titulado: «LOS CASTILLOS». Veíamos la necesidad de empezar ya a trabajar con los alumnos, pues la mecánica enlazaba con el tema del proyecto y se podían aplicar muchos conceptos de mecánica a los castillos.

Desarrollo de la experiencia

Primer día

Queríamos conocer el concepto que los alumnos tenían de fuerza, qué era para ellos y empezamos preguntándoles: ¿qué es la fuerza?

Las respuestas son similares en ambos grupos y están dentro de lo que cabría esperar de unos niños de cuatro y cinco años:

- «Comer».
- «Entrenar».
- «Hacer esfuerzos».
- «Practicar».
- «Crecer».
- «Comer mucha verdura».
- «Beber leche todos los días y cuando vas a dormir».
- «Tomar mucha fruta, porque la fruta tiene vitaminas para crecer».
- «Comer y dormir».
- «Hacer gimnasia».

Luego les preguntamos: ¿dónde hay fuerza? Respondieron:

- «Músculos».
- «Brazo».
- «El músculo porque protege el hueso si algún compañero te hace algo malo».
- «Al hacer gimnasia se te quita la fuerza, estás más cansado».
- «Tenemos fuerza en las manos».

Ante estas respuestas, especialmente la última, les propusimos que pusieran las yemas de los dedos juntas y que empujaran. Aquí ellos ya comprobaron/descubrieron que la fuerza era otra cosa distinta a lo que acababan de definir como fuerza.

Incluso ya comentan que:

- «La magnetita es más fuerte que nuestros dedos».

Aplicado a los castillos, comentan que la fuerza la usan para:

- «Para hacer las almenas».
- «Para levantar piedras y ponerlas encima de otras».

Registramos la información en nuestro Tercer Libro de Experimentos. Observamos que a partir de las experiencias realizadas el segundo día este tipo de respuestas no se vuelven a dar. Los niños empiezan a cambiar el concepto que tenían de fuerza.

Segundo día

Volvemos a repetir el ejercicio de juntar las yemas de los dedos y empujar (**Imagen 1**). Observan que se ponen blancos y les preguntamos ¿por qué se ponen blancos?

- «Porque estás haciendo mucha fuerza».

Les pregunto ¿quién hace fuerza? Responden:

- «Los dedos».

Ahora les pregunto ¿qué hago? Responden:

- «Fuerza».

¿Por qué lo sabemos?

- «Porque estás apretando la mano».

¿Esta sólo?

- «No, las dos».

¿Hacen la misma fuerza las dos manos?

- «Sí».

¿Por qué?

- «Cuando aprietan con las manos podemos ver como se ponen blancas, la fuerza pasa por las dos manos».

Ahora sólo aplico fuerza con un dedo,

¿Qué ocurre?

- «Se dobla un poco».
- «Hace fuerza el otro dedo».
- «Hacen fuerza los dos dedos».

¿Hacen fuerza los dos dedos, uno sólo o ninguno?

- «Nerea dice que no».
- «Los otros dicen que sí, que hacen los dos dedos la misma fuerza».

¿Por qué sabéis que hacen fuerza?

- «Porque se dobla la mano».



Imagen 1. Realizamos fuerza con los dedos.

¿Y con el corcho?

- «Lo sujetas y haces fuerza, los corchos están juntados a tus dedos».

¿Hace fuerza el corcho?

- «No, tú haces fuerza porque estás apretando con los dedos».
- «Rebotó y cayó, tiene más fuerza que el otro».
- «Los corchos cayeron y sonaron mucho».
- «Un corcho rebota menos que el otro, porque una manos tiene más fuerza que otra».
- «Cuando se cayeron los corchos hicieron tanta fuerza que hicieron mucho ruido».

Ahora con un corcho y una canica, ¿qué pasará?

- «Se caen, el corcho más».
- «Estás como haciendo una pinza tus manos con el corcho».

¿Hacen el mismo ruido el corcho y la canica?

- «No, porque la canica es cristal y suena más que el corcho».
- «El corcho iba más despacio que la canica, porque la canica es redonda y va rodando».

Ahora lo hacemos con dos corchos, pero uno es de champán, ¿qué pasará?

- «Ese corcho tiene más fuerza, sonó más».
- «Cuando la canica cayó, cayó más fuerte, hizo más ruido».

¿Cómo puedo dibujar lo que les pasa al corcho y la canica?

- «Con los dedos sujetando la canica y otros sujetando los corchos».

¿Cómo dibujo el camino que hacen el corcho y la canica?

- «Con una línea»

¿Es recta?

- «Sí, totalmente recta».

También surge una primera idea de la fuerza como vector, aunque se trabajará más adelante.

Empiezan a decir situaciones en las que aparece la fuerza:

- «Con la muñeca, para trabajar, porque cuando trabaja la mano se mueve y hace fuerza».
- «Con el puño para pegar en la otra mano».

- «Luchar con caballos como en los castillos».
- «Dar patadas al suelo».

La profesora se pone encima de una silla. ¿Qué pasará?

- «Te caes».
- «Porque el suelo es más fuerte».
- «El suelo tiene cemento que pega».

Dejamos caer un corcho. ¿Qué pasará?

(Imagen 2)

- «Nada».
- «Se cae».
- «Tú caíste más fuerte que el corcho».

Dejamos caer una canica. ¿Qué pasará?

- «El corcho bota y la pelota no».



Imagen 2. Dejamos caer varios objetos.

Tercer día

Las actividades van encaminadas a reforzar lo trabajado los días anteriores y ver qué ocurre cuando aplico fuerza a distintos cuerpos.

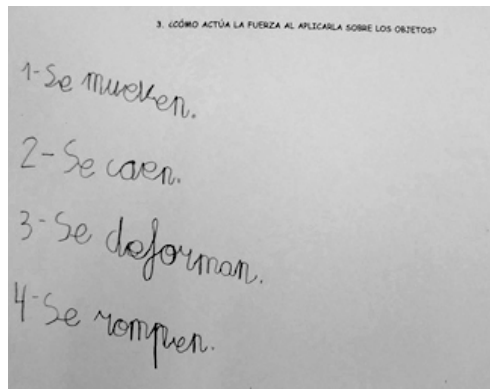
Nos dedicamos a plantear qué pasa con los objetos al aplicar fuerza **(Imagen 3)**.

Les dimos plastilina, papeles, gomas del pelo, etc. Manipulan y observan que:

- «El papel se deforma y no recupera la forma inicial».
- «Las gomas del pelo se estiran y vuelven a ser como antes».
- «La plastilina se aplasta, cambia de forma, ya no es una bola».
- «La mesa sigue igual, no le pasa nada».



Imagen 3. Aplicamos fuerzas a distintos objetos.



Descubren que les pasa a los cuerpos cuando les aplican fuerza:

- «Se estiran».
- «Se aplastan».
- «Nada».
- «Se transforman».

Cuarto día

Seguimos experimentando con las fuerzas. Pretendemos que «descubran» la fuerza de la gravedad, otros conceptos a trabajar: peso y vector.

Colocamos un libro muy gordo encima de la mesa. Lo toco con el dedo y se desliza. ¿Qué hace el dedo?

- «Fuerza».

¿Mucha o poca?

- «Mucha».

¿Qué pasa si lo hago con el dedo pequeño?

- «Porque también puede el dedo pequeño, también tiene fuerza».

¿Y si toco con el dedo a Noa sentada en la mesa? ¿Qué pasará?

- «Haces más fuerza, Noa pesa más».

Aquí los alumnos del grupo A han introducido otro concepto: «**el peso**» y lo relacionan con la cantidad de fuerza que hacen. Además relacionan que:

- «**Pesa más** que el corcho porque es muy grande y necesitan **más fuerza** para moverlo».

Observan que al aplicar una fuerza con el dedo en la espalda de Noa no se cae como ocurría con el libro. Lo explican así:

- «No se cae porque está haciendo fuerza con las manos».

¿Por qué sé que hace fuerza Noa?

- «Porque me inclino hacia atrás» (respuesta de Noa).

Han descubierto que hay dos fuerzas, pero ¿son iguales? Tendremos que esperar unos días para poder comprobarlo.

Se les plantea la siguiente pregunta: ¿por qué lo que está en el aire no se cae?
Estas son sus respuestas:

- «Con el viento caen las hojas».
- «Porque no se pueden sujetar».
- «Es que aquí no hay una cosa que hay en el espacio», apunta Darío.

Le preguntamos: ¿qué es eso? Responde:

- «La gravedad».
- «En el espacio flotan, cuando saltan del cohete no se caen», dice Pelayo.
- «Los pájaros hacen fuerza con las alas, mucha fuerza. Y los aviones hacen fuerza con los motores para subir», apunta Nacho.

Se les explica que lo que ha dicho Darío es al revés. La gravedad la hay en la tierra y disminuye muchísimo en el espacio.

Aquí queda patente que los alumnos han oído hablar del concepto de «la gravedad» pero no lo relacionan con la aceleración que adquieren las masas en la Tierra.

Se les plantea otra pregunta: ¿cómo puedo dibujar la Fuerza de la Gravedad? (el peso).

Recordamos que ya plantearon que con una línea recta. A continuación les preguntamos: ¿cómo puedo saber que la fuerza es hacia abajo? Se les dice que los científicos después de ponerse de acuerdo decidieron dibujarlo con una línea a la que le ponen una flecha y que lo llamaron **vector**.

Se les pregunta: ¿será igual la línea/vector cuando cae el corcho que cuando cae el libro al suelo?

- «No».

Para aclarar esto retomamos el corcho sujeto con los dedos y comparamos si sujeto a Aya como hago con el corcho y luego dejo de aplicar la fuerza que la sujeta, ¿caen igual?

- «No».

¿Las atrae la Tierra igual?

- «Aya cae más rápido porque es más grande».
- «Si Aya pesa más se va a caer más rápido».

¿Son diferentes las fuerzas?

- «Aya pesa más que el corcho, la fuerza (peso) es mayor».

- «Hago más fuerza para sujetarla porque pesa más».
- «Si haces mucha fuerza y dejas de hacer fuerza se cae».

¿Por qué se cae al suelo? (**Imagen 4**)

- «Porqué dejas de hacer fuerza, en el espacio no se cae, flota como los cohetes».
- «Ya os he dicho que hay gravedad, atrae a las cosas y en el espacio no la hay, por eso flotan en el espacio».

Aclarar que las respuestas relativas a la gravedad son aportación de Darío y rápidamente son corroboradas por algún niño más como también se ve en respuestas anteriores. Este tipo de respuestas sólo se dan en el grupo A que es el que trabajó el magnetismo en tres años.

Representando esto con vectores tienen claro que el vector fuerza (peso) del corcho es mucho más corto que el vector fuerza (peso) de Aya, aunque coinciden en la dirección y el sentido. Si pesa más el vector es mayor.

Hasta aquí ambos grupos representan vectores asociados a fuerzas, y conocen la fuerza debida a la gravedad, aunque en el grupo B el concepto de gravedad haya sido dirigido por la profesora.



Imagen 4. Representación del experimento.

Quinto día

Trabajaremos con vectores para representar distintas fuerzas (también con el peso) y el Newton como unidad de medida de la fuerza.

Inicialmente les invitamos a manejar una báscula para pesar objetos, medimos con reglas y metros objetos del aula, hablamos del reloj como unidad de tiempo, del litro y medio litro de las botellas de agua que traen a clase..., llegan a relacionar la magnitud con su unidad de medida. Y así les presentamos el NEWTON como unidad de fuerza. Les explicamos que los científicos estudiaron y realizaron muchos experimentos midiendo las fuerzas y que concretamente uno fue el que descubrió la fuerza de la gravedad. Y en honor a ese científico se utiliza su apellido para medir las fuerzas, se trata de Isaac Newton.

Elaboramos flechas de cartón, que llamamos vectores, para representar las fuerzas en los experimentos que hicimos con corchos, canicas, libros, latas que caen; y también en otros casos en los que los alumnos aplican fuerzas: al empujar el borrador con el dedo, nos empujamos unos a otros con el dedo, etc.

Utilizan correctamente los vectores de cartón (**Imagen 5**), aplican correctamente la dirección, el sentido y la intensidad. Aprenden así mismo a sumar vectores aplicando el método «punta-cola». Esto lo retomarán más adelante cuando trabajen con los dinamómetros.

Les planteamos una actividad con tres cajas de distinto tamaño, al preguntarles en cuál aplicarían más fuerza para moverla todos dijeron que en la más grande. Pero comprobaron que no pasaba eso, pronto descubrieron que las cajas estaban llenas de cosas que tenían pesos distintos y que la fuerza que aplicaban para moverlas no dependía del tamaño de la caja sino del peso de lo que tenía dentro. A algunos alumnos esto les costó un poco más, pero cuando comprobaron el contenido de las cajas ya no tenían dudas de la fuerza que necesitaban aplicar. Lo representaron con vectores y lo registraron en su libro.

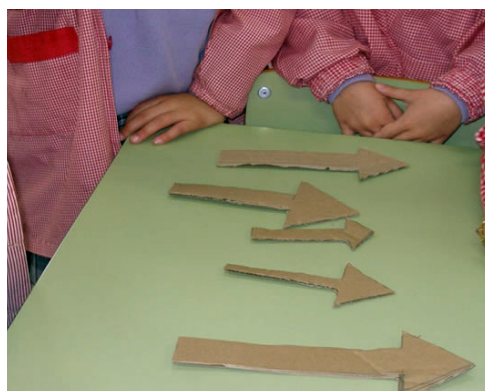
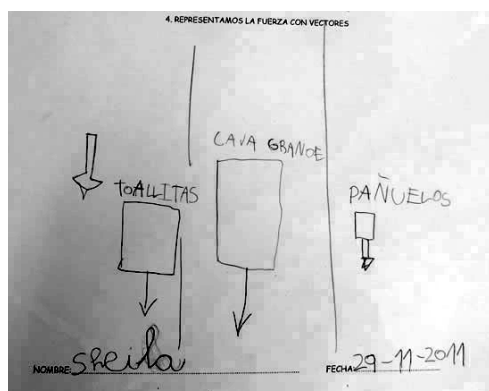


Imagen 5. Trabajo con vectores y representación de los mismos en el cuaderno.

Esta actividad despertó mucho más interés en el grupo B, dedicaron más tiempo a trabajar con vectores. Jugamos a descubrir un tesoro siguiendo las pistas que nos daban los vectores (la dirección, el sentido, la longitud...), jugamos a ser lazarillos usando los vectores de cartón para dar pistas.

Hicimos pequeños Newton de cartón para trabajar esta magnitud. A veces nos des-pistamos y lo que creíamos que implicaría muchos Newton no era así porque la fuerza real que debíamos aplicar no era tal.

Por ejemplo: ¿cuántos Newton necesitaremos para mover la silla de X y la caja llena de pegamentos?

- «Para mover la silla necesitamos cuatro N y para la caja de pegamentos dos».

En seguida algunos se daban cuenta de que no estaba bien, otros tenían que comprobarlo para verlo.

Por su parte el grupo A en cuanto cogió la dinámica de trabajo con los vectores rápidamente pasaron a plantear nuevas situaciones en las que aplicar fuerzas.

Sexto día

Avanzamos un poco más y planteamos experiencias para introducir la palanca. Veremos cómo con los conocimientos que ya tienen de fuerza pueden explicar no sólo el funcionamiento de la palanca, sino que también descubrirán sus elementos (punto de apoyo y fuerzas/resistencias) y lo aplicarán a sus vivencias cotidianas.

En el grupo A recordamos brevemente el cuento de Mages y cómo descubrió la magnetita. Partiendo de ahí se les cuenta cómo otro «pastor casualmente» estando en el bosque descubrió que la ramita en la que se apoyó lanzó una piedra. En el grupo B no se menciona a Mages, pues no lo trabajaron con anterioridad.

Recreamos la experiencia del pastor en clase utilizando una regla apoyada en una caja (**Imagen 6**) de clips y ponemos una caja de chinchetas en cada extremo. ¿Qué ocurre?

- «Está en equilibrio, no se cae».

¿Os recuerda a algo que conozcáis? Que es del parque.

- «El balancín».



Imagen 6. Experimentando con la palanca.

Si me subo yo y juego con Nacho, ¿qué pasará? Ponemos una caja grande de clips en un extremo, es Natalia, y para Nacho una caja pequeña en el otro extremo.

- «No podéis, porque Nacho no pesa tanto y no te levanta».

¿Cómo lo podemos solucionar?

- «Subiendo más Nachos». Nacho pone más cajas de grapas.
- «Alguien opina que se pueden subir más niños cerca de la mitad de la regla. Que así es más fácil subir a Natalia».

Prueban con más cajas hasta conseguir levantar a Natalia. Descubren que jugando con las distintas cajas y según lo que pesen pueden colocar más cajas o menos para levantar a Natalia. También utilizan menos cajas y una bola grande de plastilina.

- «Si tú pesas y nos ponemos tres en el balancín te podemos subir y tú nos puedes bajar».
- «Si cogemos la caja entera con todas las cajas de grapas levantamos a Natalia».
- «Si los dos pesan lo mismo no se mueve, no pueden jugar. Para poder jugar uno tiene que pesar más».

Observamos la facilidad con la que los alumnos del grupo A utilizan «medidas» para solucionar el reto de levantar a la profe con el balancín: «pongo tres Nachos», luego la caja grande con todas las grapas, etc. Son capaces de plantear cómo lograr mover el balancín (hipótesis) antes de comprobarlo.

El grupo B por su parte necesitó manipular mucho más con las palancas además de la ayuda de la profe para descubrir y explicar como funciona el balancín. Lo más interesante de todo esto fue oír las conversaciones de los niños sobre «que pasaría en el parque si...» o verles abrir o cerrar pinzas y tijeras haciendo más o menos fuerza para ver qué pasaba.

Dominado el balancín como palanca, ahora planteamos actividades para que descubran el punto de apoyo.

Propongo a un niño de cada grupo que se acerquen a la puerta (**Imagen 7**) y que aplique una fuerza con el dedo cerca de la manilla. Luego le propongo que aplique la fuerza en el otro extremo de la puerta, cerca de la pared. ¿Qué ocurre?

El niño nos comenta que aplica «una fuerza pequeñita y la puerta se abre despacito», si aplica fuerza cerca de la manilla. Pero si aplica la fuerza en el otro extremo

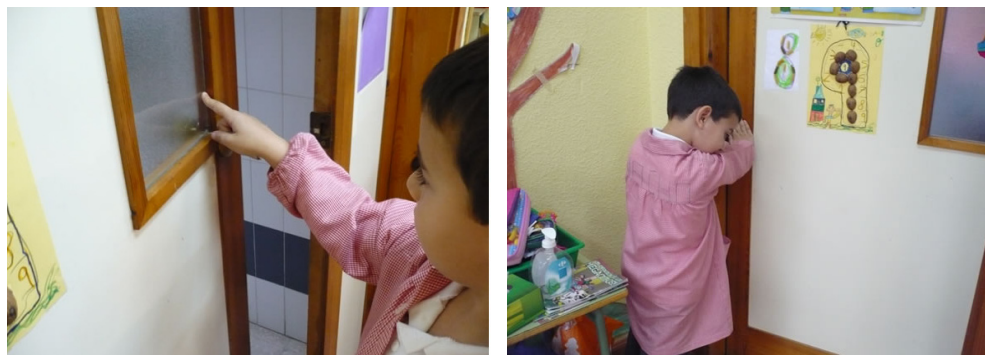


Imagen 7. Relación entre donde se aplique la fuerza y el punto de apoyo.

le cuesta mucho trabajo, tiene que aplicar mucha fuerza, necesita «las dos manos y una fuerza mucho mayor».

El grupo B también realiza la misma actividad y entiende que dependiendo de dónde apliquen la fuerza para abrir la puerta, «deberán hacer más o menos fuerza».

En el grupo A cabe resaltar algo que ocurrió cuando los niños estaban registrando en su libro lo que habían trabajado con las palancas. Cuando llegó su profesora tutora este curso se encontró en su mesa con una grapadora grande de las que se usan para grapar todos los trabajos del trimestre, la profesora la cogió y les preguntó qué era, la respuesta emitida por Adrián fue:

- «Una palanca».

Aquí vemos una vez más cómo transfieren los conocimientos científicos adquiridos a su día a día. La respuesta nos sorprendió a las profesoras no sólo por lo que respondió cuando lo lógico hubiese sido responder una grapadora (máxime cuando esta grapadora no es un objeto cotidiano para ellos), sino sobre todo por la seguridad con la que respondió. Si bien es verdad que habían estado buscando por clase cosas que fuesen palancas: tijeras, juguetes, etc. Luego todos manipularon varios tipos de grapadoras.

Séptimo día. Nos visita un científico

Llegados a este punto y con todo lo que teníamos trabajado, le propusimos a un antiguo profesor nuestro, que además es físico, que nos visitara. El objetivo era que tuviesen contacto con algún científico y aprovechar que éste les planteara actividades que les llevasen a aplicar todo lo que aprendían con las fuerzas al tema del proyecto del aula, los castillos. Esta sesión fue la primera que hicieron ambos grupos juntos.

Los conceptos a trabajar son las palancas pero en objetos utilizados por los habitantes de la época de los castillos: distintos tipos de catapultas y la importancia de la longitud del brazo a la hora de usarlas.

Nos enseñó cómo se podían fabricar palancas (**Imagen 8**) con objetos cotidianos y otros de reciclaje. Nos dijo que esas palancas se llamaban catapultas, que podían ser diferentes según la longitud de la regla y con él descubrimos cómo las podíamos usar para atacar y/o defender los castillos. Nos fabricó otro modelo con una pinza, con este era más difícil lanzar la pelota.

Esta sesión despertó mucho interés en los alumnos, para ellos fue muy importante tener en clase un científico. Se involucraron totalmente en las experiencias propuestas y participaron no sólo experimentando sino también aportando ideas. Registraron fielmente todo lo que habían trabajado en su libro.

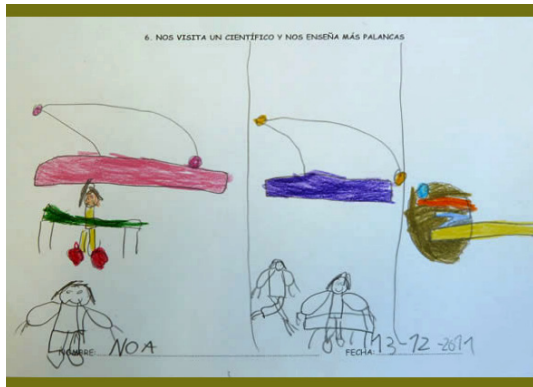


Imagen 8. Visita del científico e ilustraciones del trabajo.

Siguientes sesiones

Estos conocimientos los siguieron trabajando después en el aula durante varias sesiones, utilizando los materiales que nos dejó y las maquetas de castillos que habían realizado los alumnos junto con sus familias para el proyecto del aula.

Fue muy divertido aprender a usar las catapultas, pero no era fácil acertar al castillo.

- «Descubrimos que si la catapultilla tenía el brazo largo lanzaba la pelota muy alta pero cerca, la usamos para atacar/defender cuando el enemigo está cerca».
- «Si la catapultilla tiene el brazo corto lanza la pelota más lejos pero no tan alta, es útil cuando el enemigo no está cerca».

Los alumnos del grupo B fabricaban y jugaban con palancas de plastilina habitualmente en clase. Volvemos a ver, como ya ocurrió con los vectores, que las experiencias que más les llegan son las más manipulativas, las que les permiten probar una y otra vez y ver qué ocurre y lo registraron en su libro (**Imagen 9**).

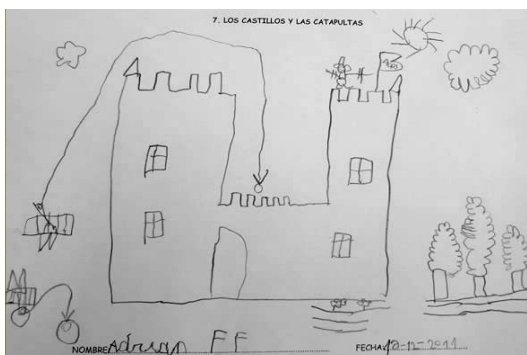


Imagen 9. Castillos y catapultas.

Hasta aquí hemos mostrado detalladamente las respuestas de los alumnos en las experiencias planteadas para reflejar cómo han ido adquiriendo conceptos y a partir de ahora veremos cómo los aplican en otras experiencias realizadas en el aula o bien en sus casas.

Undécimo día

Los conceptos con los que vamos a trabajar son: fuerza, peso, vectores,... e introduciremos la polea.

Aprovechando la motivación que tenían hacia todos los experimentos que estaban realizando, les planteamos otra actividad con materiales cotidianos: percha plástico, cartón de papel higiénico, hilo de bramante, pastillas de plastilina, tijera. Ellos nos ayudaron a realizarla.

Se trataba de levantar una cesta atada al hilo que pasaba por el rollo sujeto a la percha (**Imagen 10**). Estaban muy atentos y descubrieron que la fuerza que hacían dependía del peso de la plastilina que tenía la cesta. Aprendieron a pesar pastillas de plastilina en la báscula, a comparar si pesaba más una grande o lo mismo que dos pequeñas, a igualar los pesos de las pastillas de plastilina, etc.

Pronto descubrieron que tenían que hacer mucha fuerza para levantar la cesta, la percha se dobla, se cansaban muy rápido. Momento de que los científicos piensen y busquen soluciones.



Imagen 10. Levantando pesos con la «polea».

Esta experiencia despertó un interés especial en los alumnos, algunos la realizaron en sus casas, dibujando primero lo que necesitaban y luego la repitieron con sus padres. Vemos como el alumnado traslada el conocimiento del aula a su vida diaria e implica a su familia en su proceso de enseñanza-aprendizaje. Este tipo de situaciones son cada vez más frecuentes, alguno acaba asociándolo con el pozo y el cubo: «eso ye lo que fa mi güelu cuando sube agua del pozu» («lo que hace su abuelo cuando sube agua del pozo»).

Duodécimo día

Les presentamos, en una sesión conjunta, la solución que idearon: **la polea**. También trabajamos con el dinamómetro, suma de fuerzas/vectores.

De inmediato ven que la pueden aplicar para construir los castillos, sacar el agua del pozo, abrir puertas, levantar el puente levadizo.

- «Es más fácil levantar peso».

Como ya sabían que la balanza servía para pesar, el metro para medir, surgió la necesidad de medir la fuerza que hacían, pero ¿con qué aparato podemos medir la fuerza?

Llegó el momento de presentar el **dinamómetro**. Otra palabra nueva para nuestro vocabulario científico, la aprendimos muy rápido pues empieza igual que el nombre de una alumna: DINA. Sólo disponemos de dos dinamómetros de uno y dos Newton, por lo tanto no nos sirven para medir la fuerza que realizan con las poleas. Pero sí para comprobar qué pasa cuando medimos fuerzas cuya dirección y sentido

es el mismo y cuando la dirección y el sentido son distintos, retomamos así algo que nos quedó pendiente al trabajar los vectores.

Descubren que si no coinciden la dirección y el sentido hacen menos fuerza para levantar la bolsa de tapones de plástico reciclados en el aula (**Imagen 11**).

Marzo 2012

Trabajamos varias sesiones con palancas y poleas, algunas de ellas fueron conjuntas entre ambos grupos.

En marzo las profes nos dijeron que el CSIC nos había invitado a Madrid para la entrega del Premio Arquímedes, que por cierto ganamos junto con otros muchos niños-científicos de coles de distintas comunidades.

A la vuelta de las vacaciones de Semana Santa repasamos un poco lo que habíamos trabajado y llegó el momento de trabajar con Arquímedes y la flotación.

Ya éramos tan famosos después del premio que nos visitaron dos periódicos locales para vernos trabajar la ciencia en el aula.

Días después las profes nos dijeron que íbamos a experimentar lo que Arquímedes descubrió en el cuento que nos contaron de «Eureka».

Primera sesión de flotación

Trabajaremos con el modelo aristotélico de los cuatro elementos y veremos qué ocurre. Otros conceptos a trabajar: flotan/no flotan (se hunden).

Les preguntamos ¿qué ocurriría si dejamos de sujetar el corcho con la fuerza de nuestros dedos encima de la cubeta con agua? (**Imagen 12**)

- «Se cae por la gravedad».
- «Si no habría gravedad flotaríamos».
- «La magnetita hace una fuerza hacia abajo porque el imán está abajo. Es un vector supergrande y fuerte».

Si lo dejo caer con más fuerza, ¿qué pasará?

- «Se va a hundir un poco pero luego vuelve a subir».



Imagen 11. Descomposición del peso de la bolsa en dos fuerzas.

Probamos con un vaso grande de plástico lleno de aire. ¿Qué pasará ahora?

- «Salen burbujas, es tan grande que llega abajo».
- «Tiene más aire porque es más grande, como era más grande el vaso se hundió con el agua que entró, ahora no tiene aire».



Imagen 12. Objetos que flotan o se hunden.

Probamos ahora con un vasito de plástico pequeño lleno de agua y una canica, ¿qué pesa más?

- «La canica porque se hunde».
- «El vasito, porque la canica es más pequeña, pero lo que pesa más es el agua del vasito».
- «No puede pesar mucho el vasito porque ya lo metimos en el agua y flota, y la canica es más pequeña y si cae al agua se hunde».
- «El agua del vaso es más fuerte que el vaso, pesa más, entonces el agua dentro del vaso es más fuerte y el agua **empuja** el vaso porque es más fuerte que el vaso».
- «Pesa más el agua del vaso porque lo empuja hacia abajo».
- «El vaso pequeño no tiene suficiente agua o **presión** para hundirse como el vaso grande o la canica».

Los alumnos del grupo A tienen claro que la canica se hunde porque pesa, el corcho y el papel no se hunden porque pesan poco; el agua que echamos en la cubeta queda en la cubeta y el aire que introducimos en el agua soplando una pajita vuelve a subir al aire (burbujas que suben). Como podemos observar estos alumnos introducen nuevos conceptos: **empuje**, **presión** para responder a las cuestiones que se les plantean.

Por su parte el grupo B necesita apoyarse mucho más en la experimentación para ver qué ocurre, esta primera sesión no fue tan enriquecedora. Esto nos llevó a planificar una sesión conjunta para volver a trabajar los conceptos flotan/se hunden y retomar el empuje planteado por los alumnos del otro grupo.

Segunda sesión de flotación

Repasamos y trabajamos con la fuerza del empuje.

Les presentamos un globo vacío y les preguntamos ¿qué ocurrirá si lo soltamos encima de la cubeta?

- «No pasa nada, flota».
- «Si le entra agua se va a hundir».

Ahora cogemos otro globo y lo llenamos de aire, ¿qué ocurrirá ahora si lo soltamos encima de la cubeta?

- «También flota».

¿Por qué?

- «Porque está lleno de aire y el aire no se queda en el agua, sube como las burbujas de la pajita».
- «El aire pesa poco como el papel y no se hunde».

A continuación les proponemos que intenten hundir el globo en la cubeta, ¿qué tendrán que hacer?

- «Hacer una fuerza sobre el globo».

¿Cómo será el vector de esa fuerza?

- «Hacia abajo y grande».

¿Y qué ocurre cuando aplicas esa fuerza sobre el globo?

- «El aire quiere subir cuando le aplicas una fuerza hacia abajo».
- «Al aplicar fuerza hacia abajo encontramos la fuerza del aire, no puede quedar abajo porque quiere volver con el aire arriba, no le gusta el agua».



Imagen 13. Sentimos el empuje.

Les recordamos que esa fuerza que sienten hacia arriba es la que llamamos empuje como ya habían apuntado ellos en la sesión anterior (**Imagen 13**). Las representamos con vectores de cartón y comprueban que los cuerpos flotan o se hunden según sea el peso y la fuerza de empuje.

Tercera sesión de flotación

En esta sesión les plantearemos experiencias con las que ellos podrán descubrir y comprobar en qué consiste el Principio de Arquímedes, utilizaremos todos los conceptos trabajados previamente.

Tenemos nuestra cubeta y les presentamos varias botellas de agua de medio litro vacías. ¿Qué les pasará a las botellas si las soltamos sobre la cubeta?

- «Flotan pues están llenas de aire como el globo».
- «Si no tienen tapón se llenarán de agua como el vaso y se van a hundir si les entra mucho agua».

Ahora les proponemos llenar una botella de agua y les preguntamos ¿qué ocurrirá?

- «Se hunde».
- «La botella cuando la metes como pesa mucho se va a quedar abajo».
- «No se hunde del todo, queda inclinada porque tiene una burbuja de aire».

Probamos a llenarla para eliminar la burbuja pero no lo conseguimos. Observan que el agua de la cubeta sube. Entonces marcan el nivel del agua, sacan la botella y marcan el nivel inicial. Vuelven a meter la botella y el agua vuelve a la primera marca. Deciden hacer lo mismo con una segunda botella y marcan de nuevo el nivel (**Imagen 14**).

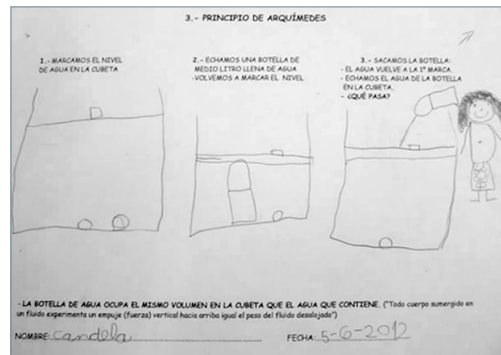


Imagen 14. Experiencia y anotaciones en el cuaderno.

Les preguntamos qué creen que está ocurriendo.

- «Si metes muchas cosas sube el agua».
- «El agua va subiendo más al meter las botellas».

Ahora sacamos todas las botellas, comprueban que el nivel del agua vuelve a ser el de la cubeta antes de meter las botellas. Les proponemos vaciar una botella y echar el agua dentro de la cubeta, ¿Qué creéis que ocurrirá, subirá el agua de la cubeta hasta la primera rayita?

- «Si, porque si echamos más agua sube».

Siguieron vaciando/llenando las botellas y comprobando el nivel de agua de la cubeta.

Al final dedujeron lo que ocurría y lo explicaron así:

- **«La botella de agua ocupa el mismo volumen en la cubeta que el agua que contiene».**

Observar la diferencia en las respuestas entre las que ya introducen los conceptos trabajados: peso, fuerza, empuje, etc.

Esta sesión en el grupo B no la realizó su profesora de apoyo sino la otra profesora, dada la dificultad que encontraban los alumnos para aplicar los conceptos trabajados a lo que estaban haciendo en ese momento. No fueron capaces de deducir lo que ocurría, se quedaban con que subía y bajaba el nivel del agua según las botellas estuviesen dentro o fuera de la cubeta. Sólo un reducido número de alumnos seguía realmente interesado en la experiencia, a la mayoría ya sólo les atraía manipular los objetos de la cubeta.

Cuarta sesión de flotación

En esta sesión trabajamos los dos grupos juntos, la dedicamos a recordar y reforzar la anterior y les preguntamos qué sabían de los submarinos. Surgieron varias ideas, algunas las relacionaron con el experimento de las botellas. Les propusimos que buscasen información sobre los submarinos y su funcionamiento, y que en la próxima sesión intentaríamos fabricar en clase un submarino. Esto despertó un gran interés en la mayoría de los alumnos.

Quinta sesión de flotación

La dedicamos a construir un submarino y explicar su funcionamiento aplicando los conceptos trabajados durante todo el curso y especialmente los de las últimas sesiones.



Imagen 15. Nuestro submarino.

Fueron varios los alumnos que trajeron la información que con ayuda de sus familias habían localizado sobre los submarinos. Este tipo de actividad de búsqueda de información con implicación de las familias fue constante a lo largo del curso, dada la metodología de trabajo por proyectos del aula.

Fueron ellos los que empezaron la sesión exponiendo a los compañeros lo que habían investigado. Aprovechamos su información para construir nuestro submarino y explicar cómo funcionaba. Tenían claro que al abrir las compuertas para cargar agua pesaba más y se hundía y, si quería salir a la superficie tenía que descargar el agua para pesar menos y poder subir.

Una vez que ya teníamos nuestro submarino construido (**Imagen 15**) les preguntamos ¿qué tenían que hacer para sumergirlo?

- «Va el agua a la botella y baja».
- «Si el globo está lleno de aire pesa más y se hunde».

- «Si va a entrar mucha agua por las compuertas se va a hundir».
- «Al hinchar el globo con aire va a subir la botella».
- «No, porque va a tener más peso con el aire».
- «Se deshinchas el globo entonces puede bajar el submarino y si se hincha entonces sube».

Comprueban que hipótesis son válidas y cuales no se cumplen.

Reflexiones finales

Si bien se sigue observando una gran diferencia general entre el grupo A y el B, es cierto que durante este curso en el grupo B ha habido cierto número de niños que han sido capaces de transferir los conceptos aprendidos a otras situaciones y actividades de su vida diaria.

Es cierto que el grupo B en términos generales ha necesitado más tiempo y ejemplos más gráficos para poder deducir ciertos conceptos o transferir dichos conceptos a hipótesis que se les pudiesen plantear, sin embargo han aprendido y han sabido transmitir muchos otros en su día a día tanto dentro como fuera del aula (afirmación como madre y profe del aula).

Por su parte, los alumnos del grupo A son capaces de realizar en su casa un experimento previamente trabajado en el aula, o sólo propuesto pero no realizado. No sólo lo llevan a cabo implicando a sus familias, sino que además lo plasman en su libro de registro siguiendo los pasos del método científico.

Es notorio el interés que muestran por todo lo que les rodea y su afán de relacionarlo con lo que trabajamos en clase (castillos, medios de transporte,...) su capacidad para explicárselo a otras personas (familias, compañeros mayores, otros profesores, periodistas,...) y las ganas que tienen de seguir haciendo experimentos.

Conclusiones

Desde el punto de vista didáctico:

- Es increíble la cantidad de contenidos y conceptos que los alumnos fueron capaces de asimilar conceptos trabajados: fuerzas, peso, kilogramo, metro, kilómetro, litro, Newton, gravedad, imán, vector, dinamómetro, empuje, Arquímedes,

funcionamiento del submarino, aplicación de los experimentos a su vida: balancín, parque, tijeras, grapadoras, castillos, trenes, globos (viajes de Willy Foog), submarinos, etc.

- La satisfacción de ver que los alumnos transferían los conceptos adquiridos y los trasladaban a su vida diaria así como a sus familias.
- El interés por esta dinámica de trabajo del método científico despertado en los alumnos que les ha llevado a interiorizarlo y disfrutarlo, a entenderlo como una nueva forma de aprender y que pueden usar incluso fuera del cole.
- El interés despertado en las familias por la satisfacción con la que los niños les contaban lo que hacían en el cole. Aun habiendo diferencias entre las familias de ambos grupos sí observamos que en el grupo B este interés aumentó, tal y como manifestaron en la encuesta anónima de valoración que se les pasó al final del curso.

Referencias bibliográficas

Programa El CSIC en la Escuela. [En línea]: <http://csicenlaescuela.csic.es> [consultas: octubre, noviembre, enero, abril].

Máquinas transformadoras de fuerzas. *Máquinas simples*. [En línea]: <http://www.slideshare.net/karollkqa/palancas-1059190> [consultas: octubre, noviembre, enero, abril].

Curso de perfeccionamiento del profesorado impartido por el grupo de El CSIC en la Escuela. *Iniciación a la ciencia en la Educación Infantil y Primaria: «Iniciación a la ciencia: introducción a la mecánica»*. Oviedo, 2010.

Curso de perfeccionamiento del profesorado impartido por el grupo de El CSIC en la Escuela. *Ciencia para todos: «los cuerpos se mueven: la dinámica»*. Gijón, 2011.

Curso de perfeccionamiento del profesorado impartido por el grupo de El CSIC en la Escuela. *Iniciación a la ciencia en la Educación Infantil y Primaria: «iniciación a la ciencia: experimentos con elementos básicos. Mecánica II. Dinámica»*. Oviedo, 2012.

