

n.º 11

# Serie

## El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



n.º 11

# Serie

## El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

---



# SERIE EL CSIC EN LA ESCUELA, N.º 11

## **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)  
Salomé Cejudo Rodríguez (CSIC)  
Alfredo Martínez Sanz (colaborador de El CSIC en la Escuela)  
Ana M.ª Ruiz Sánchez (CPR Murcia II)

## **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 11

# Serie

## El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
MADRID, 2014

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](mailto:publ@csic.es))

Para publicar en *Serie El CSIC en la Escuela:*

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



 **CSIC**

Fundación **BBVA**

© CSIC

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

e-ISBN (n.º 11): 978-84-00-09786-8

e-NIPO: 723-14-013-7

Diseño y maquetación: Alejandro Martínez de Andrés

---

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

La intuición infantil sobre <i>El Empuje</i> de Arquímedes para la enseñanza-aprendizaje de la flotación en edades tempranas <i>S. Cardenete, E. Corredera, M.ª C. Cortés, M.ª I. Gejo, V. López, C. Macías, J. Morocho, P. Olaiz y M.ª C. Ortiz</i> .....	7
Mecánica en Educación Infantil: investigamos las fuerzas <i>N. Castellanos, A. C. Rubín y M. Sanz</i> .....	25
Investigamos las fuerzas: mecánica y flotación <i>A. C. Rubín, N. Castellanos y M. Sanz</i> .....	44
Análisis comparativo de la experiencia llevada a cabo en las aulas de 3 años y 5.º de Educación Primaria: «mecánica y flotación» <i>M. Sanz, N. Castellanos y A. C. Rubín</i> .....	60
Los cursos de El CSIC en la Escuela en el Aula Virtual del CSIC: reflexiones sobre el e-learning <i>S. Cejudo</i> .....	69

# La intuición infantil sobre *El Empuje de Arquímedes* para la enseñanza-aprendizaje de la flotación en edades tempranas

Sebastián Cardenete García<sup>1</sup>, Elena Corredera Díaz<sup>2</sup>, M.<sup>a</sup> Carmen Cortés Urbán<sup>3</sup>, M.<sup>a</sup> Isabel Gejo Martín<sup>4</sup>, Victoria López Gimeno<sup>3</sup>, Carlos Macías Laperal<sup>5</sup>, José Morocho Martín<sup>4</sup>, Patxi Olaiz Goñi<sup>3</sup> y M.<sup>a</sup> Carmen Ortiz Gálvez<sup>2</sup>

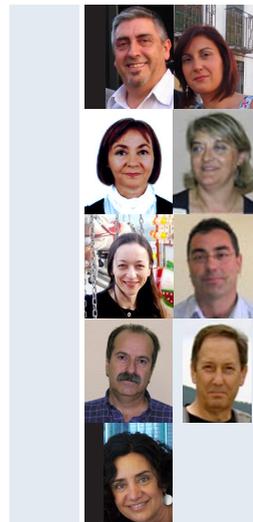
<sup>1</sup> Profesor de Biología y Geología del I.E.S. Litoral en Málaga

<sup>2</sup> Asesoras del CEP de Málaga

<sup>3</sup> Asesoras/les del CAP de Pamplona

<sup>4</sup> Asesores/as del CFIE de Zamora

<sup>5</sup> Director del CFIE de Zamora



---

## Palabras clave

Arquímedes, empuje, flotación, peso, aprendizaje ciencia, edades tempranas.

---

## Resumen

Este trabajo se ha planteado dos objetivos. Uno de ellos ha sido la creación y validación de una prueba que permita comprobar si los niños/as desde las primeras edades escolares (3, 4, 5, 6 y 7 años) reconocen la existencia de una fuerza en sentido inverso a la gravedad, sobre un cuerpo sumergido en el agua: el empuje.

Dentro de una investigación más amplia, nos interesa avanzar en el análisis de sus percepciones intuitivas y su conocimiento sobre el factor «peso» de un cuerpo antes de estar sumergido en un líquido, en este caso el agua, y el factor «empuje» sobre el mismo cuerpo una vez sumergido en dicho líquido. También de manera colateral analizaremos su capacidad para plantear hipótesis oralmente y la concordancia de estas con su representación gráfica.

Defendemos que desde las edades más tempranas, los niños y niñas son conscientes de la existencia de un empuje en sentido contrario a su peso, una vez que se sumergen en un líquido. Entendemos que esta intuición procede de sus vivencias personales y que se puede extrapolar a la enseñanza de la ciencia, en concreto a la flotación y «el principio de Arquímedes». Al mismo tiempo, investigamos si la variable sexo es relevante. Los resultados muestran que la flotación y «el principio de Arquímedes» pueden estudiarse y trabajarse en las primeras edades ya que de manera intuitiva y experiencial reconocen su existencia. Estos resultados reflejan asimismo que la variable sexo no es determinante, ya que no se obtienen diferencias significativas entre niños y niñas.

---

\* E-mail de la autora: marivi.creena@gmail.com.

## Introducción

Antes de nacer todos los seres humanos experimentan la sensación de flotar en un líquido, el líquido amniótico. Esta sensación se convierte en vivencia comparativa cuando desde recién nacidos perciben el empuje del agua sobre su cuerpo al ser sumergidos en la bañera para su higiene.

Consideramos que esta vivencia pueden trasladarla a un cuerpo u objeto externo ya que desde pequeños los niños/as juegan en la bañera con diferentes objetos experimentando la fuerza que deben ejercer sobre un cuerpo para sumergirlo y el empuje que este recibe y que lo dirige hacia arriba. A partir de esta situación, sostenemos que la enseñanza/aprendizaje de la flotación y «el principio de Arquímedes» puede ser abordada en la escuela desde las primeras edades.

El debate y discurso por parte de la comunidad educativa y científica sobre la conveniencia o no de enseñar ciencia a los más pequeños/as, se ha centrado en los últimos tiempos en la capacidad de estos para entender conceptos y contenidos científicos en edades tempranas.

Nos interesa especialmente analizar los valores implícitos y explícitos que subyacen en la manera de prejuizar desde una perspectiva sociocultural, la capacidad de los niños y niñas para entender los fenómenos de la naturaleza y su aplicación en el estudio de la ciencia. Echamos en falta investigaciones relevantes que indaguen sobre esta teoría. Por ello, hemos intentado desarrollar un modelo de prueba que permita una recogida de datos y su posterior análisis cuantitativo y cualitativo.

Al mismo tiempo hemos aprovechado la prueba evaluadora para obtener información sobre la capacidad de los niños y niñas para elaborar hipótesis relacionadas con el experimento y su competencia para trasladar lo expuesto oralmente a una representación gráfica.

Una vez creado, revisado, adaptado y acordado el modelo de prueba y el protocolo para la recogida de datos, hemos pasado dicha prueba a 216 sujetos con edades comprendidas entre los 3 y los 7 años, analizando la variable sexo.

## Método

### Participantes

Participaron en el estudio 216 niños y niñas de entre 3 y 7 años, escolarizados en colegios públicos de Málaga, Navarra y Zamora. De ellos, 116 eran niñas y 100 niños.

Realizaron las pruebas según su edad en grupos de tres sujetos en cada sesión. La duración media de cada sesión era de veinte minutos. El número de niños y niñas en cada tramo de edad se repartió de la siguiente manera: 3 años (31), 4 años (82), 5 años (45), 6 años (20) y 7 años (38).

## Procedimiento

Debemos señalar el previo proceso de validación y control de los instrumentos y el protocolo de actuación durante el desarrollo de las pruebas, que se realizó varios meses antes de la recogida final de datos.

En los primeros experimentos realizados por el equipo de investigación para la explicitación de ítems fuimos descubriendo dificultades en la puesta en práctica. Tras la realización del primer análisis de las grabaciones realizamos un ejercicio de clarificación de apartados en los que no coincidíamos:

- Pasador/a de la prueba: no señalar de manera gestual a los niños/as la confirmación o no de hipótesis.
- Pasador/a de la prueba: mantenerse neutral en la experimentación.
- Roles: clarificar el rol del pasador/a del experimento y el rol del profesor/a acompañante en los grupos.
- Simplificar las preguntas para evitar reinterpretaciones.
- Simplificar el número de objetos a sumergir y colgar de cara a potenciar respuestas más seguras en los niños teniendo en cuenta la edad temprana de los mismos.

Mantuvimos una reunión con los asesores y profesorado implicado en el estudio, en la cual puntualizamos y redefinimos:

- Los materiales del experimento:
  - De tres botellas iniciales, pasamos a dos.
  - De muelles para colgar las botellas, pasamos a elásticos.
  - De cubeta grande y sistema de llenado lento con tubo pasamos cubetas medianas y llenado manual más fácil.
  - De *gomets* que dificultaban la identificación de los objetos para señalar las hipótesis, pasamos a pegatinas con la imagen en color de las fotos.

- La metodología:

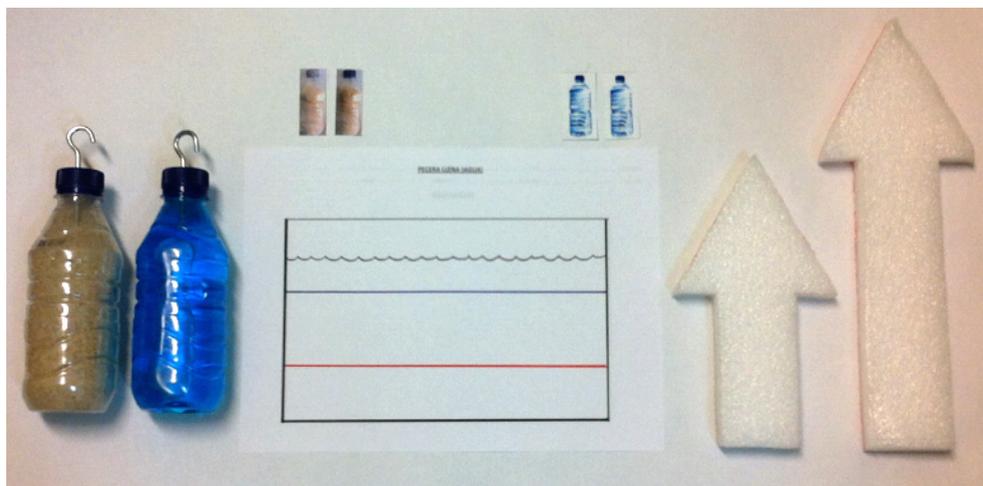
- De grupos de 5 niños/as pasamos a grupos de 3 niños/as.
- De grabar cada sesión y extraer anotaciones a partir de estas, pasamos a elaborar una plantilla estándar para el registro que facilitase la recogida *in situ* de la información.
- De unas pautas de actuación de los pasadores/as más flexibles y espontáneas, pasamos a consensuar un protocolo cerrado con preguntas encadenadas según las posibles respuestas, sin dejar espacio para la improvisación.

El alumnado participante fue evaluado con la «Prueba sobre intuición infantil y flotación» aplicada durante el último trimestre del curso 2012-13, fuera del horario de clase por el equipo responsable de pasar las pruebas en cada provincia. Estos equipos estaban compuestos por maestras/os de referencia para el alumnado, que en ocasiones contaba con el apoyo de un asesor/a del Centro del Profesorado de su Comunidad Autónoma que participaba en el Proyecto ARCE «Formación en ciencias. Experimento que funciona» (CEP Málaga, CAP Pamplona y CFIE Zamora).

Una vez recogidos los datos, fueron analizados por el equipo de investigación utilizando una hoja de cálculo Excel para un análisis cuantitativo de los porcentajes obtenidos y un análisis cualitativo de las anotaciones recogidas durante las pruebas. Las pruebas constaban de tres partes diferenciadas, que hemos denominado Fases I, II y III.

En primer lugar, Fase I, se les presentó a los participantes todos los materiales (**Imagen 1**) que se iban a utilizar en la investigación:

- 1 cubeta en cuya parte posterior había dos líneas de diferente color y a diferente altura para que sirviesen de referencia.
- 2 botellas rellenas de distinta sustancia: una de agua tintada y otra con arena. En la parte superior, en el tapón, llevan un gancho del cual se colgarían durante la investigación.
- 2 elásticos.
- 1 ficha de recogida de datos individual y con unas líneas de color que representaban las líneas de la cubeta a diferentes alturas.
- 4 pegatinas con la foto en color de las botellas, dos para la Fase II y dos para la Fase III.
- 2 soportes y 1 barra transversal de donde iban a ser colgadas las botellas.
- 1 jarra/garrafa de agua para rellenar la cubeta en la Fase III.



**Imagen 1.** Parte de los materiales utilizados durante la investigación.

Se animó a los niños y niñas para que manipulasen dichos materiales mientras el pasador/a de la prueba anotaba en la plantilla de recogida de datos la información relativa a los ítems elaborados para esta Fase I. Las opciones de respuesta para anotar eran Si/No/Blanco. Los ítems registrados respondían a:

- Establece relación entre el elástico y la botella (cuelga de manera espontánea la botella del elástico).
- Manipulación de los materiales:
  - Botella (calibra su peso).
  - Elástico (lo estira).
  - Elástico (expresa la capacidad de que vuelva a su posición original).
- Reconoce y señala las características de las botellas en relación a:
  - Peso diferente.
  - Color diferente.
  - Forma igual.
  - Relleno diferente.

Los datos recogidos en esta Fase I, servirían para poder valorar si todo el alumnado de la prueba partía de situaciones similares, como filtro para el inicio de la investigación.

Posteriormente, se realizó la Fase II a la que denominamos «cubetas vacías», consistente en entregar a cada niño/a una plantilla que representaba la cubeta vacía, con dos líneas de diferente color que representaban diferentes alturas dentro de

esta. Asimismo se les entregaron dos pegatinas con la foto en color de las dos botellas. Se les explicó que las botellas iban a colgarse de los elásticos que eran iguales entre sí (**Imagen 2**) y que ellos debían señalar a qué altura iba a quedar cada botella una vez suspendidas del elástico correspondiente. Primero lo tuvieron que expresar de manera oral y luego tuvieron que colocar la pegatina en la plantilla señalando el lugar en que consideraron que iba a quedar cada botella. En esta



**Imagen 2.** Botellas colgando en la Fase II del proyecto: «cubetas vacías».

Fase II, las opciones de respuesta que el equipo investigador anotaba eran Si/No/Blanco, en relación a los siguientes ítems:

- La hipótesis que expresaban oralmente estaba relacionada con el experimento.
- La hipótesis oral concordaba con la hipótesis gráfica (pegatinas en plantilla).
- Una vez realizado el experimento, la hipótesis se confirmaba o no en la comprobación con la botella de agua y con la botella de arena.
- Elegían entre las dos flechas la del tamaño correcto para señalar la intensidad de la fuerza (peso). Poca=pequeña / mucha=grande.
- Colocaban la flecha seleccionada señalando el sentido correcto de la fuerza (peso), con la punta hacia arriba o hacia abajo.

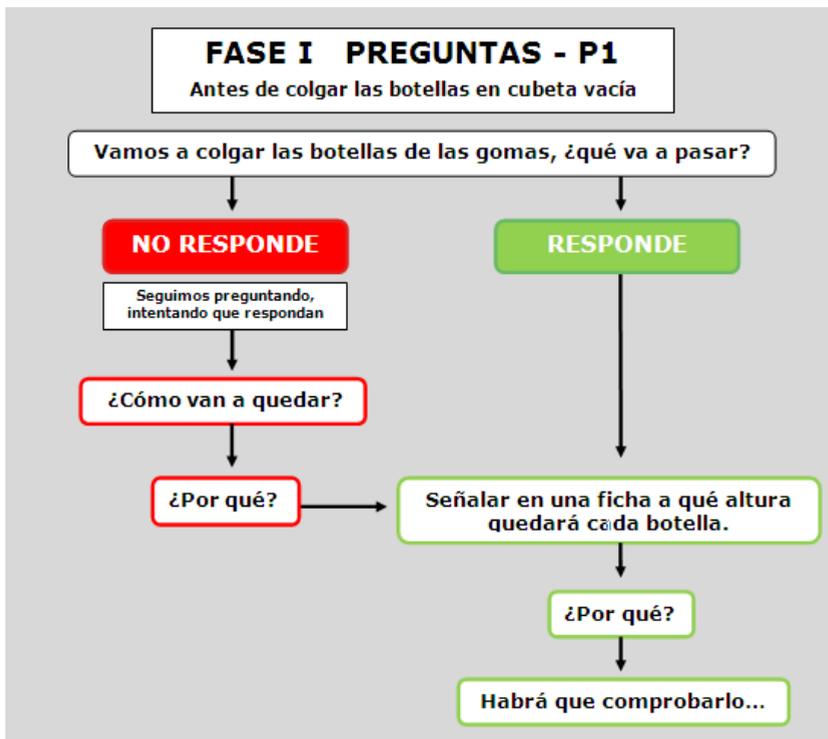
En la Fase III, denominada «cubetas llenas» se repetían los mismos pasos que en la Fase II con la peculiaridad de que ahora las botellas ya estaban colgadas y lo que debían hacer era plantear sus hipótesis sobre qué iba a suceder a dichas botellas cuando llenásemos la cubeta de agua. Las opciones de respuesta que el equipo investigador anotaba eran, de nuevo, Si/No/Blanco, en relación a los mismos ítems:

- La hipótesis que expresaban oralmente estaba relacionada con el experimento.
- La hipótesis oral concordaba con la hipótesis gráfica (pegatinas en plantilla).

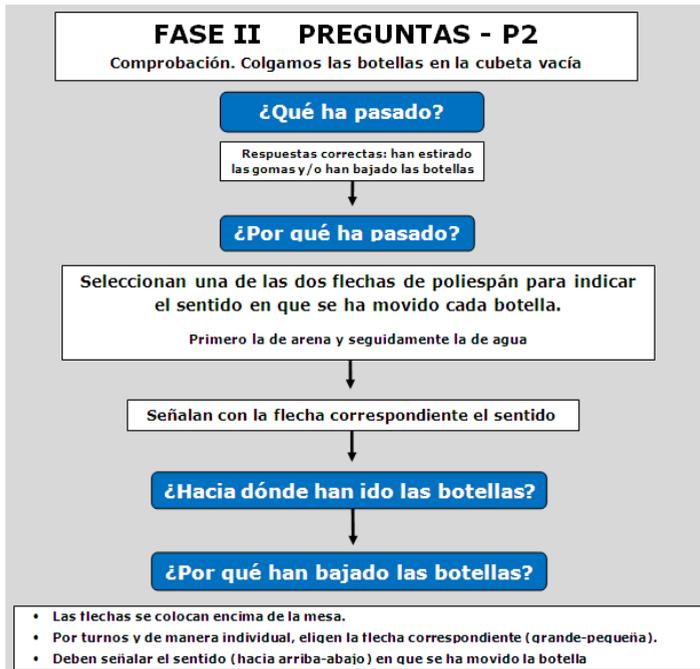
Una vez realizada la hipótesis (pegatinas pegadas), se procede a llenar la cubeta de agua y se anotan los resultados en relación a los ítems:

- La hipótesis se confirmaba o rechazaba en la comprobación con la cubeta llena de agua, tanto para la botella de agua como para la botella de arena.
- Elegían entre las dos flechas la del tamaño correcto para señalar el tamaño de la fuerza (peso). Poca=pequeña / mucha=grande.
- Colocaban la flecha seleccionada señalando el sentido correcto de la fuerza (peso), con la punta hacia arriba o hacia abajo.

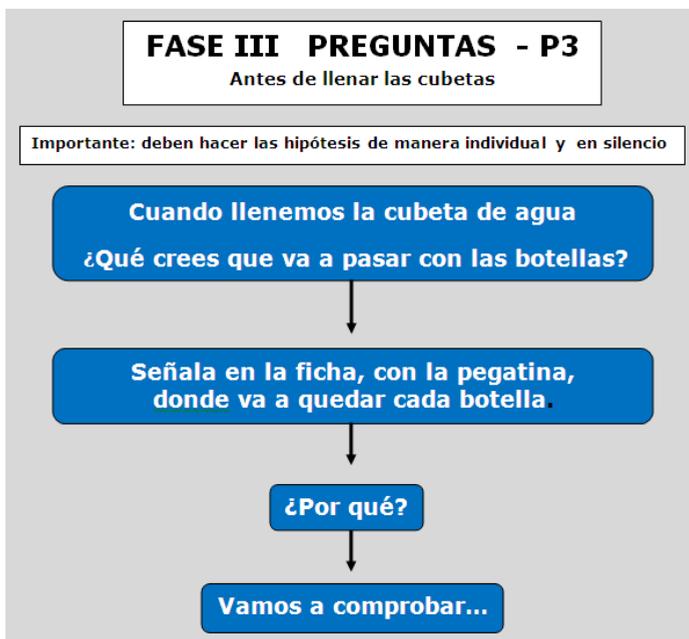
Todos los equipos responsables de pasar la prueba y anotar las observaciones contaban con una plantilla estándar para la recogida de datos y seguían el mismo protocolo de actuación. Se habían acordado y pautado las posibles intervenciones orales de los pasadores/as, buscando la máxima objetividad y neutralidad posible entre los diferentes grupos. Para ello se concretaron una serie de preguntas que se encadenan entre sí según las respuestas obtenidas (**Esquemas 1, 2, 3 y 4**).



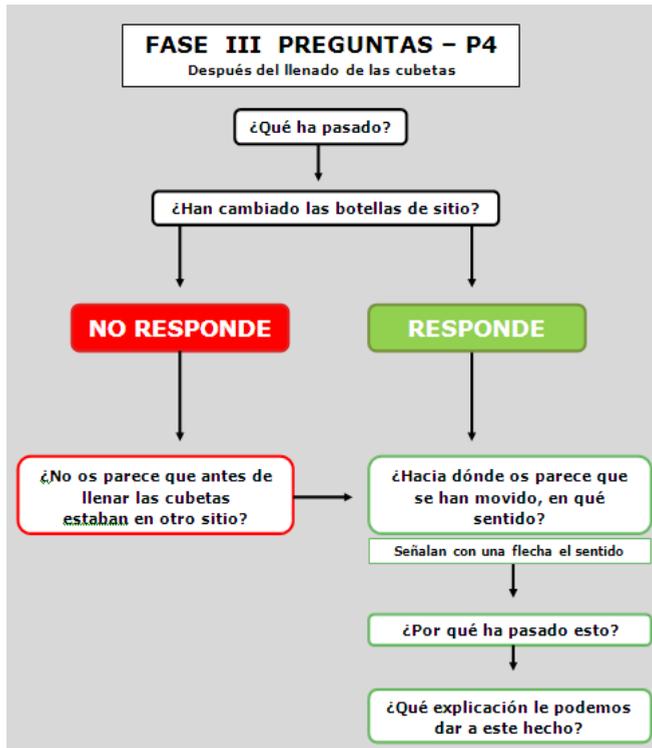
Esquema 1. Serie pautada de preguntas para la Fase I.



Esquema 2. Serie pautada de preguntas para la Fase II.



Esquema 3. Serie pautada de preguntas para la Fase III, previo al llenado de cubetas.



Esquema 4. Serie pautada de preguntas para la Fase III, posterior al llenado de cubetas.

## Instrumento de medida

Las plantillas para la recogida de datos y el protocolo (Figuras 1, 2 y 3) de intervención de los pasadores de la prueba han sido elaboradas *ad hoc* para el presente estudio.

La plantilla para la recogida de datos tiene tres partes.

La primera parte consta de varios ítems acerca de la identificación de las botellas y manipulación directa de los materiales, en relación a sus características físicas (peso, color, forma y material de relleno) y algunas propiedades (los elásticos se estiran y vuelven a su forma original al dejar de hacerlo).

La segunda parte se centra en recabar información mediante ítems relacionados con el planteamiento individualizado de hipótesis sobre qué ocurrirá cuando las botellas se cuelguen de los elásticos estando la cubeta sin agua (peso).

La tercera parte versa sobre las hipótesis personales de lo que va a ocurrir a las botellas o elásticos que están colgando, cuando la cubeta se llene de agua (empuje).

<b>EMPUJE - ARQUÍMEDES</b>		
<b>AGRUPAMIENTOS</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>EDAD</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tres niños-as por nivel</li> </ul>	TOTAL: 30 minutos <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 min experimentación.</li> <li>• 10 min desplazamiento y preparación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segundo ciclo de Ed. Infantil y primer ciclo de Ed. Primaria 3, 4, 5, 6 y 7 años.</li> </ul>
<p><b>INFRAESTRUCTURA: espacio, mesas, sillas, disposición de las mismas...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos/as deben tener una mesa para apoyar las fichas</li> <li>• En la misma mesa se colocarán los materiales (botellas, gomas...) para que los manipule</li> </ul>		
<p><b>ROL DEL CONDUCTOR-A DE LA EXPERIENCIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación del alumnado (rellenar el registro en la ficha: nombre, edad, modelo, tipología de centro, sexo...)</li> <li>• Dirigir el proceso:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• trasvase del agua</li> <li>• reparto y recogida de fichas</li> </ul> </li> <li>• Cumplimentar el registro</li> <li>• Ceñirse al guión: preguntas, tiempo</li> <li>• Indicar al acompañante cuando deba intervenir</li> </ul>		
<p><b>MATERIALES NECESARIOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un recipiente de 12 litros (pecera)</li> <li>• 4 gomas</li> <li>• Tres juegos de 2 botellas de agua transparentes de 33cl. Uno para cada niño-a.</li> <li>• Arena fina, colorante agua (para rellenar las botellas)</li> <li>• 2 Flechas de poliespán (grande y pequeña)</li> <li>• Ficha registro</li> <li>• Plantilla de recogida/fotocopias preguntas encadenadas/pegatinas de las botellas</li> <li>• 2 bidones de cinco litros de agua</li> <li>• 2 soportes de laboratorio y 1 barra transversal</li> </ul>		
<p><b>EXPERIENCIA</b></p> <p>Los alumnos-as acudirán en grupos de tres con su tutor/a al espacio acondicionado para realizar el experimento.</p> <p style="text-align: center;"><b>FASE I</b></p> <p>Una vez sentados-as el conductor-a del experimento presenta el material: se colocan las botellas y las gomas encima de la mesa y se les invita a que los manipulen (<i>se les comenta que lo manipulen con cuidado</i>).</p> <p>Se les presenta también el resto del material (pecera vacía graduada con puente y gomas).</p> <p>A continuación se les realiza las preguntas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué son?</li> <li>• ¿Cómo son? ¿Son iguales?</li> <li>• ¿En qué se parecen?</li> <li>• ¿En qué se diferencian?</li> </ul> <p>Se les pide a cada alumno-a que tomen una botella en cada mano y expresen las similitudes y diferencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Son iguales?</li> <li>• ¿En qué se diferencian?</li> <li>• Seguir preguntando en caso de que no expresen diferencias por peso</li> </ul> <p>Se les informa que vamos a colgar las botellas de las gomas.</p> <p>Inmediatamente se les realiza las preguntas (<b>Preguntas-P1</b>)</p>		

Figura 1. Protocolo de la experiencia en Fase I.

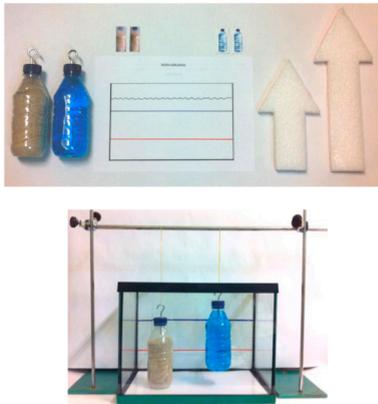
<b>FASE II</b>	
<b>ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS (PESO):</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se les entrega las fichas de registro con su nombre</li> <li>• Se les indica que deben colocar las pegatinas en el lugar que creen que van a quedar las botellas cuando las colguemos de las gomas</li> <li>• Comprobamos que todos-as han pegado la pegatina</li> </ul>	
<b>Comprobación:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuelgan las botellas de las gomas y se realizan las preguntas (<b>Preguntas-P2</b>)</li> <li>• Señalamos en cada ficha de registro con un círculo las pegatinas que han puesto <b>ANTES</b> de la comprobación</li> <li>• Se les informa que vamos a realizar el llenado de la cubeta y deben elaborar hipótesis sobre qué ocurrirá con los muelles y las botellas cuando la cubeta esté completamente llena</li> <li>• <b>ANTES</b> de llenar la pecera se les realiza las preguntas (<b>Preguntas-P3</b>)</li> </ul>	
<b>FASE III</b>	
<b>ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS (EMPUJE):</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se le da la vuelta a las fichas de registro. Cada uno a la suya</li> <li>• Se les indica que deben colocar las pegatinas en el lugar que creen que van a quedar las botellas cuando llenemos la pecera de agua</li> <li>• Comprobamos que todos-as han pegado la pegatina</li> </ul>	
<b>Comprobación:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se les realiza las preguntas (<b>Preguntas-P4</b>)</li> </ul>	
<b>SUGERENCIAS PEDAGÓGICAS:</b>	
<p>Después de realizado el experimento se creará en las aulas un rincón con parte del material utilizado (gomas, botellas). La finalidad es que sigan experimentando libremente.</p>	
<b>EXPLICACIÓN CIENTÍFICA:</b>	<b>FOTO:</b>
<p>La tierra atrae la botella llena con una fuerza dirigida hacia el centro del planeta. Esta fuerza es proporcional a la cantidad de masa (medida en gramos) que constituye el objeto pesado.</p> <p>Debemos indicar que el peso es una fuerza y que tiene un valor, dirección y sentido por eso lo representamos con una flecha (vector) cuya longitud más o menos larga, representa 0, 5 N, 1N, 2N...</p> <p>El empuje es la fuerza en sentido contrario al peso, que experimenta la botella según el volumen de agua que desaloja al sumergirse.</p>	
<b>POSIBLES INCONVENIENTES:</b>	<b>OTRAS OBSERVACIONES</b>

Figura 2. Protocolo de la experiencia en Fases II y III.

REGISTRO INVESTIGACIÓN – ARQUÍMEDES –			
Redondead con bolígrafo el dato correcto			
SUJETO Nº	NIÑO	NIÑA	
ENTORNO-COLEGIO	RURAL	URBANO	
ETAPA	INF	PRIM	
INFANTIL CURSO	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS
PRIMARIA CURSO	1º	2º	

Señalad con una X en la casilla correspondiente:

### MANIPULACIÓN PREVIA

	SI	NO
Establece relación entre el elástico y la botella		
<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS OBJETOS Y SUS PROPIEDADES</b>		
Botellas		
Elástico (estirar)		
Elástico (vuelta a posición original)		
<b>IDENTIFICACIÓN DE DIFERENCIAS CUALITATIVAS</b>		
Peso		
Color		
Forma		
Material		

### CUBETAS VACÍAS

<b>ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS</b>	SI	NO
Relacionada con el experimento		
<b>COMPROBACIÓN</b>		
Se confirma su hipótesis con la botella de agua		
Se confirma su hipótesis con la botella de arena		
Concordancia entre su respuesta oral y la escrita		
<b>REPRESENTACIÓN DIRECCIÓN PESO</b>		
Elige la flecha adecuada		
Señala el sentido correcto		

### CUBETAS LLENAS

<b>ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS</b>	SI	NO
Relacionada con el experimento		
<b>COMPROBACIÓN</b>		
Se confirma su hipótesis con la botella de agua		
Se confirma su hipótesis con la botella de arena		
Concordancia entre su respuesta oral y la escrita		
<b>REPRESENTACIÓN DIRECCIÓN EMPUJE</b>		
Elige la flecha adecuada		
Señala el sentido correcto		

Figura 3. Plantilla de recogida de datos para todas las fases del proyecto.

## Resultados

El conocimiento intuitivo y experiencial en las primeras edades (estadio preoperatorio) facilita y permite iniciar con los niños y niñas el estudio y experimentación de la flotación y «el principio de Arquímedes», con rigor y utilizando vocabulario específico (empuje, peso, densidad, etc.).

A la vista de los resultados obtenidos, la capacidad de los niños y niñas a partir de los tres años permite que reconozcan y acepten como algo natural la existencia de una fuerza (empuje) en sentido contrario al peso, cuando un objeto es sumergido en un líquido. En porcentajes generales, el 50% de los sujetos entre 3 y 7 años aciertan en sus hipótesis sobre la existencia del empuje y un 60% son capaces de señalar mediante vectores (flechas) el sentido correcto de la fuerza y la intensidad de la misma.

Es importante señalar que por franjas de edad, a los tres años el 39% de los niños y niñas confirma de manera acertada su hipótesis sobre la existencia del empuje y la intensidad del mismo. Este porcentaje aumenta progresivamente hasta alcanzar el 75% a los 6-7 años con la botella de agua. El grado de aciertos con la botella de arena (mayor peso) es más reducido y constante sin grandes diferencias por franjas de edad, situándose entre el 30 y el 58%.

La concordancia entre respuesta oral y representación gráfica muestra un crecimiento gradual y elevado partiendo de un 39% en tres años hasta 85% a los 6 y un 79% a los 7 años. Este retroceso en 7 años podría explicarse desde la teoría de Piaget quien descartó la idea de que la evaluación del pensamiento y el desarrollo cognoscitivo fuese un proceso continuo o simplemente lineal, alternando etapas de asimilación con otras de acomodación en las que el sujeto entra en un momento de crisis y busca encontrar nuevamente el equilibrio.

## Investigación colateral

Aprovechando que las plantillas de registro han sido elaborados *ad hoc* para este estudio, recabamos información sobre otros aspectos que consideramos podían ser relevantes.

Otra de las hipótesis que se propuso este equipo de investigación estaba relacionada con la variable sexo (**Figura 4**). Nos interesaba analizar si el género de los sujetos era determinante en los resultados.

La hipótesis que planteamos fue: **el sexo no determina una aproximación-intuición diferente, para reconocer y aceptar la flotación y «el principio de Arquímedes».**

Partiendo del conjunto de la muestra, es decir, del total del alumnado evaluado, no se han encontrado diferencias porcentualmente significativas en cuanto al grado de aciertos y confirmación de hipótesis tanto para el peso como para el empuje, siendo los resultados obtenidos por ambos sexos muy parecidos.

Al haber recogido información sobre la capacidad de plantear hipótesis y la concordancia entre expresión oral y representación gráfica de las mismas, los resultados señalan que la variable sexo tampoco es significativa en estos casos.

PESO - CUBETAS VACÍAS						
SEXO						
Nº SUJETOS	HEMBRAS: 116		PORCENTAJE %			
	VARONES: 100		SI	NO	BLANCO	TOTAL
Hipótesis relacionada con el experimento	HEMBRAS		76	15	9	100
	VARONES		73	15	12	100
Confirmación hipótesis con la botella de...	AGUA	HEMBRAS	71	26	3	100
		VARONES	65	3	32	100
	ARENA	HEMBRAS	63	35	2	100
		VARONES	59	39	2	100
Concordancia entre respuesta oral y gráfica	HEMBRAS		56	25	19	100
	VARONES		52	24	23	100
Elección adecuada de la flecha	HEMBRAS		65	28	7	100
	VARONES		63	32	5	100
Señala el sentido correcto	HEMBRAS		62	33	5	100
	VARONES		57	39	4	100

EMPUJE - CUBETAS LLENAS						
SEXO						
Nº SUJETOS	HEMBRAS: 116		PORCENTAJE %			
	VARONES: 100		SI	NO	BLANCO	TOTAL
Hipótesis relacionada con el experimento	HEMBRAS		82	14	4	100
	VARONES		77	16	7	100
Confirmación hipótesis con la botella de...	AGUA	HEMBRAS	49	1	50	100
		VARONES	54	43	3	100
	ARENA	HEMBRAS	40	1	59	100
		VARONES	49	48	3	100
Concordancia entre respuesta oral y gráfica	HEMBRAS		64	26	10	100
	VARONES		64	10	26	100
Elección adecuada de la flecha	HEMBRAS		58	26	16	100
	VARONES		51	22	27	100
Señala el sentido correcto	HEMBRAS		60	24	16	100
	VARONES		55	16	29	100

Figura 4. Respuestas discriminadas en función del género del alumnado.

## Discusión

El presente trabajo se ha planteado con un doble objetivo. Por un lado, se ha pretendido analizar en qué medida los niños y niñas conocen de manera intuitiva la existencia de la flotación y «el principio de Arquímedes», así como su competencia para plantear hipótesis, plasmarlas de manera gráfica e identificar vectores que representen el Peso y el Empuje de Arquímedes sobre un objeto. Con este primer objetivo se intenta poder demostrar que el ser humano desde las edades tempranas acepta y reconoce la existencia del Empuje de Arquímedes y que, por tanto, se puede empezar a estudiar la flotación de manera rigurosa mediante modelos adaptados a su edad, utilizando el vocabulario científico adecuado. En esta etapa de desarrollo cognitivo, la adquisición del lenguaje va unida al descubrimiento de nuevos conceptos, por tanto poner nombre a una acción repetitiva y experiencial está dentro de sus capacidades.

Por otro lado, y para poder llevarlo a cabo, se han creado unos instrumentos de medida, recogida de información y protocolo de aplicación de los mismos. Con este segundo objetivo se busca elaborar un material que pueda servir para iniciar una línea de investigación sobre la capacidad de los niños/as en las edades tempranas (3-7 años), para iniciarse en el estudio con rigor de la ciencia, promoviendo situaciones que les conduzcan a plantear hipótesis y que estos instrumentos puedan ser utilizados para investigar de manera sistemática en las primeras edades.

En cuanto al primer objetivo, se confirma que los niños en edades tempranas conocen de manera intuitiva la existencia de una fuerza en sentido contrario al peso, el empuje, y, por tanto, la flotación. El 39% de los niños/as de 3 años son capaces de plantear hipótesis acertadas, incrementándose este porcentaje hasta llegar al 75% en los 6 años, al referirse a la botella de agua, cuyo peso era muy liviano.

Resulta muy significativo que cuando el planteamiento de hipótesis es en relación a la botella de arena, cuyo peso ya es elevado, en 3, 4 y 5 años, etapa infantil, la intuición les lleva a señalar que existe un empuje. Los porcentajes de aciertos van desde el 42% en 3 años, 43% en 4 y 58% en 5 años. Sin embargo, al llegar a primaria nos sorprende que los porcentajes de acierto disminuyan drásticamente situándose en 30% en 6 años y 42% en 7 años. Podemos apuntar una posible causa (que debería servir para continuar con una línea de investigación futura) sería que los niños y niñas a partir de una edad en la generalmente el enfoque educativo y la metodología de aula es menos manipulativa y experiencial, abandonan respuestas intuitivas certeras y buscan aplicar solo los conocimientos ya estudiados.

Esto nos puede llevar a pensar que la enseñanza de la ciencia requiere un itinerario que se inicie desde la manipulación y experimentación para posteriormente ir avanzando hasta llegar a la concreción y abstracción.

En cuanto a su capacidad para plasmar hipótesis, los resultados obtenidos muestran que desde los 3 años, más de la mitad de los niños y niñas, el 65%, es capaz de plantear hipótesis sobre lo que va a ocurrir cuando un objeto va a ser sometido a la fuerza de la gravedad (colgado de un elástico), pudiendo incluso un 25% anticipar acertadamente y de manera gráfica a qué altura del suelo va a quedar dicho objeto una vez suspendido.

A partir de 4 años y hasta los 7, el porcentaje de niños y niñas que son capaces de plantear hipótesis aumenta progresivamente hasta alcanzar el 95% con la botella de agua y 82% con la botella de arena.

La misma pauta de crecimiento porcentual sucede con la capacidad para plasmar de manera gráfica lo expresado oralmente, lo que hemos denominado «concordancia entre respuesta oral y gráfica». Aunque en este caso los porcentajes concretos son más bajos, partiendo de tan solo un 26% en 3 años hasta alcanzar un 85% en 6-7 años.

Respecto a ser capaces de seleccionar la flecha adecuada para señalar la dirección y el sentido del empuje, los resultados muestran que en general según aumenta la edad, un porcentaje significativo de los niños y niñas en todas las edades analizadas, señalan correctamente la dirección y el sentido. Los porcentajes van mejorando con la edad, siendo en 3 años 58%, en 4 años 48%, 5 años 58%, en 6 años 75% y 7 años 68%.

Consideramos importante señalar que las diferencias en el tamaño de las muestras por franjas de edad no es equitativo, existiendo grandes diferencias entre el grupo de 4 años que cuenta con 82 sujetos y el resto de las edades que oscilan entre 20 y 45 sujetos por franja de edad (**Tablas 1 y 2**).

Nos gustaría apuntar también que hay otras variables que consideramos que podrían ser analizadas pero que dejamos para otra investigación futura más amplia. Por ejemplo, si existe diferencia en el aprendizaje entre el alumnado de entornos rurales y urbanos y entre escuelas con varios niveles en una misma aula o grupos de alumnado homogéneo en cuanto a edad.

ETAPA		CUBETAS VACÍAS					OBSERVACIONES	
EDAD		INFANTIL			PRIMARIA - 1er ciclo			
TAMAÑO MUESTRA TOTAL: 216		3 años	4 años	5 años	6 años	7 años		
Nº sujetos por edad:		31	82	45	20	38		
Hipótesis relacionada con el experimento	SI	55	61	91	95	89	En general con la edad aumenta el porcentaje de aciertos. La respuesta en blanco es reducida excepto en 3 años que es elevada (29%)	
	NO	16	32	0	0	3		
	BLANCO	29	7	9	5	8		
Confirmación hipótesis con la botella de...	AGUA	SI	52	61	69	70	95	Con la edad aumenta el porcentaje de aciertos. La respuesta en blanco es nula o poco significativa (0-7%)
		NO	48	32	31	30	5	
		BLANCO	0	7	0	0	0	
	ARENA	SI	52	54	56	80	82	Con la edad aumenta el porcentaje de aciertos. La respuesta en blanco es nula o poco significativa. (0-3%)
		NO	45	43	44	20	18	
		BLANCO	3	4	0	0	0	
Concordancia entre respuesta oral y gráfica	SI	26	48	56	85	74	En general aumenta con la edad. Relevante el aumento de los 3 a los 4 años. El % blanco es significativo (10-58%)	
	NO	16	37	29	5	11		
	BLANCO	58	15	16	10	16		
Elección adecuada de la flecha	SI	19	62	82	85	71	En general aumenta con la edad. Relevante el aumento de los 3 a los 4 años (43 puntos). El % blanco es significativo en 7 años (18%)	
	NO	71	34	18	15	11		
	BLANCO	10	4	0	0	18		
Señala el sentido correcto	SI	29	63	78	55	55	Significativo: retroceso y estancamiento de aciertos en 6 y 7 años. Elevado % de blanco en 7 años. ¿Causas?	
	NO	71	33	22	45	26		
	BLANCO	0	4	0	0	18		
<b>OBSERVACIONES:</b>								
Se recogen datos que demuestran que el aumento de la edad (y por tanto de la experiencia transmisible entre contextos) incide en la capacidad de elaboración de hipótesis, concordancia entre respuestas orales y gráficas y la elección acertada de símbolos (flechas).								
En este aspecto (simbología), existe diferencia significativa entre 3 y 4 años. A partir de dicha edad el aumento es más proporcional.								
Destaca el elevado porcentaje de error en 6 y 7 años cuando deben señalar el sentido de la fuerza (peso). Puede ser debido a unas instrucciones poco claras que den lugar a una errónea interpretación de lo que debían hacer. Ya que relacionándolos con las respuestas anteriores, estos datos carecen de sentido.								

Tabla 1. Resultados de la experimentación por edades en la fase «cubetas vacías».

ETAPA		CUBETAS LLENAS					OBSERVACIONES	
EDAD		INFANTIL			PRIMARIA - 1er ciclo			
TAMAÑO MUESTRA TOTAL: 216		3 años	4 años	5 años	6 años	7 años		
Nº sujetos por edad:		31	82	45	20	38		
Hipótesis relacionada con el experimento	SI	65	68	93	95	92	En general con la edad aumenta el porcentaje de aciertos. La respuesta en blanco es reducida excepto en 3 años que es elevada (19%). En todos los casos es superior al de cubetas vacías. ¿Ensayo/aprendizaje?	
	NO	16	28	4	0	5		
	BLANCO	19	4	2	5	3		
Confirmación hipótesis con la botella de...	AGUA	SI	39	41	49	75	71	Con la edad aumenta el porcentaje de aciertos. Pero es mucho menor que con las cubetas vacías. El grupo de 6 años es el que menor diferencia presenta. Respuesta en blanco poco significativa (0-4%)
		NO	58	55	51	25	29	
		BLANCO	3	4	0	0	0	
	ARENA	SI	42	43	58	30	42	Alto porcentaje de respuestas erróneas. Muy significativo el grupo de 6 años. La respuesta en blanco es nula o poco significativa (0-4%)
		NO	55	54	42	70	58	
		BLANCO	3	4	0	0	0	
Concordancia entre respuesta oral y gráfica	SI	39	53	78	85	79	En general aumenta con la edad. Significativo aumento en comparación con cubetas vacías. ¿Ensayo/aprendizaje?	
	NO	39	40	7	15	16		
	BLANCO	23	7	16	0	5		
Elección adecuada de la flecha	SI	61	49	51	80	53	Significativo aumento de errores en comparación con cubetas vacías. Excepto en 3 años. ¿Confusión/malas instrucciones/se referían al recorrido del elástico en lugar del empuje...?	
	NO	16	37	16	5	24		
	BLANCO	23	15	33	15	24		
Señala el sentido correcto	SI	58	48	58	75	68	3-6 y 7 años aumento de aciertos. 4-5 años disminución aciertos. ¿Confusión/malas instrucciones...?	
	NO	19	35	9	10	8		
	BLANCO	23	17	33	15	24		
<b>OBSERVACIONES:</b>								
la variable peso elevado (arena) está vinculada con los errores. Podría reflejar que está se considera más relevante que el empuje o que este no se tiene en cuenta. La concordancia entre respuesta oral y gráfica puede denotar que la experiencia de plasmarla en las cubetas vacías y comparar la respuesta dada con el resultado correcto, ha servido como ensayo o incluso que ha dado lugar a un aprendizaje. Con las flechas es posible que la disminución de aciertos con respecto a cubetas vacías se deba a instrucciones poco claras y/o mala interpretación de los sujetos sobre qué se esperaba que hicieran.								

Tabla 2. Resultados de la experimentación por edades en la fase «cubetas llenas».

## Agradecimientos

Este estudio se ha elaborado en el marco del Proyecto ARCE «Formación en ciencias. Un experimento que funciona» subvencionado por el MECD y con la colaboración-asesoramiento del programa El CSIC y la FBBVA en la Escuela. Por ello queremos agradecer a ambas las facilidades y el apoyo prestado en todo momento.

Asimismo este trabajo no habría sido posible sin la colaboración de los colegios y en concreto de las maestras/os:

### Málaga

- CEIP Maruja Mallo/Alhaurín de la Torre: Beatriz Toca, Eva Ventura y Susana Torreblanca.
- CEIP Nuestra Señora de Gracia: Ana Belén Medal, Ana M.<sup>a</sup> Jiménez, Esperanza Muñoz, Isabel Cardona y Yolanda Lozano.
- CEIP San Sebastián/Alhaurin de la Torre: Ana García, Herminia Rodríguez, Juan Antonio Plaza, Petri Gómez y Silvia Pérez.

### Navarra

- CEIP Auzperri/Espinal: Nekane Nuño.
- CEIP Erro/Erro: Conchita Redín.
- CEIP Orreagako Ama/Garralda: Arantxa Iriarte y Blanca Carballo.
- CEIP San Pedro/Mutilva: Idoia Carricas.
- CEIP Virgen del Soto/Caparroso: Ana Lizarazu y Goiuri Echeverría.

### Valladolid

- CEIP Antonio Machado: M.<sup>a</sup> Muelles González.

### Zamora

- C. San José: M.<sup>a</sup> del Carmen Conde.
- CEIP La Inmaculada: M.<sup>a</sup> Pilar Gómez.
- CEIP Miguel de Cervantes: M.<sup>a</sup> Cruz González.
- CEIP Morales del Vino: Aurora Periañez.
- CEO Coreses: Luis Florián Ramos.
- CRA Nuez de Aliste: Verónica Alonso.

---

## Referencias bibliográficas

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

# Mecánica en Educación Infantil: investigamos las fuerzas



**Nuria Castellanos Serna\*, Ana Cristina Rubín Torrado y Mariola Sanz Rodríguez**

*Maestras del CEIP Nuestra Señora de los Ángeles, El Esparragal. Murcia*

---

## Palabras clave

Ciencia, científico, flotación, equilibrio, palanca, polea, Newton, Arquímedes, Aristóteles, vector, fuerza.

## Resumen

La experiencia se desarrolla con los alumnos de 3 años a partir de una recogida de conocimientos previos en asamblea, previa al inicio de la experimentación. De la información recabada se vislumbra los escasos conocimientos que el alumnado tiene sobre conceptos científicos. Es entonces cuando comenzamos a plantear hipótesis, a manipular, observar, identificar y concebir ideas sobre los diferentes fenómenos de nuestros experimentos. Conocemos a diferentes científicos y sus teorías, identificamos al vector, que estará presente en todas nuestras experiencias, manipularemos máquinas sencillas como la polea y la palanca, construiremos barcos y submarinos, seguiremos las pistas de un tesoro escondido utilizando vectores; encaminando a nuestros alumnos/as a convertirse en auténticos científicos.

---

## Objetivos generales del proyecto

El objetivo fundamental por el que planteamos este proyecto en un alumnado de tan corta edad, es aproximar a los niños/as a una visión científica de aquello que nos rodea, rompiendo así con un método más global de adquisición de conocimientos. Los niños aprenden a analizar, observar y plantearse preguntas sobre fenómenos tan cercanos y sencillos como la fuerza, que pasan desapercibidos ante sus ojos.

En el proyecto de investigación, llevado a cabo en el aula, nos hemos planteado los siguientes objetivos didácticos:

- Acercar al alumnado al conocimiento científico.
- Utilizar estrategias científicas para llegar a conclusiones: observar, plantear hipótesis, analizar, manipular y experimentar.

.....  
\* E-mail de la autora: [nuria.castellanos@murciaeduca.es](mailto:nuria.castellanos@murciaeduca.es).

- Conocer el concepto de fuerza.
- Conocer el funcionamiento de máquinas simples: palancas y poleas.
- Acercarse al concepto de flotación.
- Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información sobre diferentes científicos: Newton, Aristóteles y Arquímedes.
- Transmitir el gusto y la curiosidad por el saber científico.

## Grupos de experimentación y entorno

Este proyecto se ha dirigido a un grupo de 25 alumnos/as de 1.º de Educación Infantil, de los cuales hay 17 niños y 8 niñas de edades comprendidas entre 3 y 4 años (**Imagen 1**).

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 ha 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%).



**Imagen 1.** Alumnos/as participantes en el proyecto.

## 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; en concreto nuestra experiencia es un claro ejemplo de su aplicación al favorecer:

- **Competencia en 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 vectores, desplazamientos en el espacio, y, para ello, se utilizan 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.
- **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. 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:** en nuestro proyecto de trabajo hemos recurrido, en diferentes momentos, a la búsqueda de información para conocer mejor a algunos científicos. Hemos recabado información sobre ellos, sobre sus estudios y sobre la época en la que vivieron. Todo ello a través de las TICs de las que disponemos en el aula. En este sentido las nuevas tecnologías contribuyen al desarrollo de esta competencia.

- **Competencia cultural y artística:** introducimos y conocer diferentes aspectos de la época en que vivió Arquímedes, Newton y Aristóteles, y utilizar esta información 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 Entorno 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

La evaluación del alumnado se ha llevado a cabo de manera continua a lo largo de todo el proyecto a través de diferentes herramientas:

- Recogida de información a través de diálogo con los alumnos en asamblea. Se realizó una recopilación de conocimientos previos antes de comenzar las experiencias y una al final de las mismas para contrastar los resultados y poder analizar qué es lo que habían aprendido.

- Observación directa de la tutora en el desarrollo de las diferentes sesiones y posterior recogida de datos para valorar si las experiencias se adaptaban a su nivel de aprendizaje, así como el grado de implicación y motivación del alumnado.
- Fichas de trabajo. Al final de cada experiencia los alumnos plasmaban en actividades individuales, en forma de ficha de trabajo, lo aprendido.
- Medios audiovisuales. Las madres colaboradoras a lo largo de esta experiencia grabaron en video las diferentes sesiones. A través de su visualización también podemos obtener información o revisar el resultado de los diferentes experimentos.

Por último, se llevó a cabo una autoevaluación de la práctica docente, en la que se señalaron aquellos puntos positivos del proyecto y aquellos que se podrían modificar en una nueva puesta en práctica del proyecto en otros cursos y alumnos.

## Desarrollo de las experiencias

### Análisis previo

Se formularon una serie de preguntas (ver Reflexiones) para recoger los conocimientos previos de los alumnos y tener un punto de partida (**Imagen 2**). De esta, se dedujo que los alumnos no sabían qué era un científico, cuál era su trabajo o qué es la ciencia. La fuerza la definían como «esfuerzos para levantar objetos» o con «comer mucho para estar fuerte», por lo que podemos decir que tienen una visión cercana a la realidad en cuanto a este concepto. No conocían la polea ni la palanca (que confundían con la del coche). En cuanto a la flotación, no sabían la razón de que un barco flote o cómo funciona un submarino.



**Imagen 2.** Recopilación de conocimientos previos.

Este análisis no llevó a plantearnos diferentes sesiones para trabajar todos estos conceptos de lo más simple a lo más complejo. De esta manera, iban incorporando nuevos aprendizajes a los anteriores y así aprendían de manera significativa.

## EXPERIENCIA N.º 1. La Teoría aristotélica

### Materiales utilizados

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información y foto de una escultura de Aristóteles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una caja con agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pajitas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canicas.</li> </ul>	

### Desarrollo de la experiencia

Comenzamos hablando sobre Aristóteles, donde vivió y se explicó qué era un científico y qué era un experimento. Así, nosotros a lo largo de unos días, al igual que Aristóteles, seríamos científicos y haríamos experimentos para descubrir muchas cosas.

- ¿Qué pasará si en esta caja con agua echamos canicas? Prácticamente todos los niños piensan que se van a hundir. Lo comprobamos.

- ¿Qué pasará si ahora echamos agua sobre el agua de la caja? Ocho de los niños piensan que irá al fondo de la caja, dos de ellos al aire y los demás no saben que contestar. Comprobamos nuestras hipótesis.

- ¿Y qué pasará si soplamos con una pajilla dentro del agua? ¿Hacia dónde irá el aire? No tienen ni idea. Experimentamos con las pajillas para llegar a una conclusión.



Imagen 3. El niño establece una hipótesis ayudado de una flecha (vector).

### Conclusión

Al finalizar, los niños comprobaron la teoría aristotélica (su cosmología basada en los elementos) y llegaron a la conclusión de que la tierra (canicas) va a la tierra, el agua va al agua y el aire va al aire. Para ello, utilizaron vectores que marcaban la dirección de los tres elementos. Al finalizar la fase de experimentación plasmamos en fichas de trabajo lo aprendido (**Imágenes 3 y 4**).

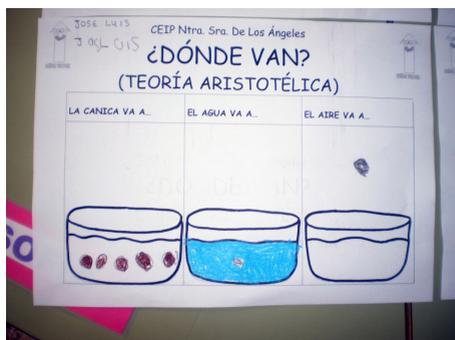


Imagen 4. Ficha de trabajo.

## EXPERIENCIA N.º 2. Trabajamos con fuerzas

### Materiales utilizados

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información e ilustración de Newton.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerdas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sillas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelotas.</li> </ul>	

### Desarrollo de la experiencia

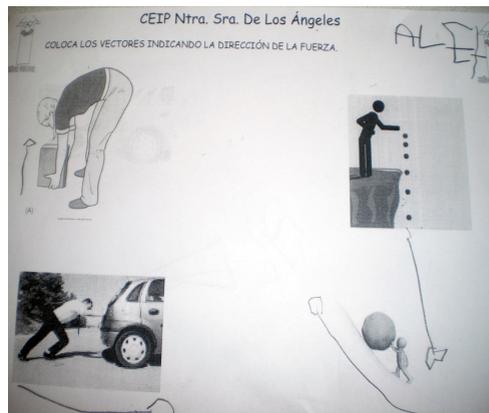
El punto de partida va a ser la ilustración de Newton. Al preguntarles quién puede ser, contestan que seguro que es otro científico. Les damos información sobre él y dialogamos sobre qué podía haber estudiado. La fuerza será la base para todos los experimentos de esta sesión. Empujamos cajas, levantamos sillas, lanzamos pelotas, tiramos de un monopatín con una cuerda en cada extremo, encestamos en una canasta... Todas las actividades van acompañadas de los vectores que nos van marcando la dirección y el sentido de la fuerza que aplicamos en cada acción.

### Conclusión

Descubrimos que dependiendo de dónde apliquemos la fuerza, los objetos se moverán en una u otra dirección y sentido, y que si aplicamos la misma fuerza en un objeto en dos puntos opuestos, el objeto permanece inmóvil. Dibujamos vectores en una ficha marcando el punto de partida de la fuerza en diferentes situaciones (**Imágenes 5 y 6**).



**Imagen 5.** Actividad: tirando de ambos extremos de una cuerda.



**Imagen 6.** Ficha de trabajo donde el alumno identifica la acción de la fuerza con su vector correspondiente.

## EXPERIENCIA N.º 3. La búsqueda del tesoro

### Materiales utilizados

<ul style="list-style-type: none"><li>• Mapa del tesoro.</li><li>• Vectores.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tesoro: pomperos.</li></ul>
--	---

### Desarrollo de la experiencia

En el aula encontramos un mapa misterioso que nos conduce hacia un tesoro escondido. Para alcanzarlo debemos seguir una serie de instrucciones marcadas con vectores que nos indican la dirección a la que debemos dirigirnos y los pasos que debemos dar en ese sentido. Siguiendo adecuadamente estas indicaciones y siempre marcando con los vectores el camino adecuado, los alumnos encuentran en uno de los patios del centro una caja con un gran tesoro: pomperos.

### Conclusión

Los vectores nos sirven para indicar dirección y sentido.

## EXPERIENCIA N.º 4. Elasticidad de los cuerpos

### Materiales utilizados

<ul style="list-style-type: none"><li>• Dibujo del «Señor Vector».</li><li>• Plastilina.</li><li>• Ramas de árbol.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esponjas.</li><li>• Vectores.</li></ul>
--	---

### Desarrollo de la experiencia

Durante varias sesiones hemos trabajado con los vectores, ahora es el momento de presentar a los niños/as al «Señor Vector», que se compone de tres partes: punta, módulo y cola. Cantamos la canción «El vector amarillo» para aprender con ritmo cuáles son las partes del vector.



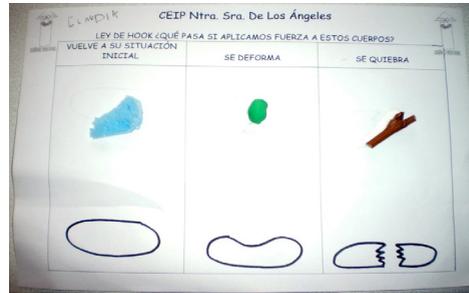
Imagen 7. Deformación elástica.

A continuación se plantean a los alumnos/as las siguientes cuestiones para que planteen sus hipótesis y poder resolverlas:

- ¿Qué pasará si aplicamos fuerza sobre una esponja? Los niños/as aciertan al pensar que la esponja se deformará, pero no saben que además la esponja volverá a su estado inicial (**Imagen 7**). Es la deformación elástica.
- ¿Qué pasará si aplicamos fuerza sobre la plastilina? Piensan que no ocurrirá nada, pero la plastilina se deforma y no vuelve a su estado inicial. Es la deformación plástica.
- ¿Qué pasará si aplicamos fuerza sobre una rama de árbol finita? La mayoría piensa que no pasará nada, pero la rama se rompe y no puede volver a su estado inicial. Es el comportamiento frágil.

## Conclusión

Los niños aprenden sin dificultad que no todos los cuerpos reaccionan igual cuando aplicamos sobre ellos una fuerza. Recogemos lo experimentado en una ficha (**Imagen 8**).



**Imagen 8.** Ficha del experimento.

## EXPERIENCIA N.º 5. Descubriendo la ley de Hooke

### Materiales utilizados

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gomas de pelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamómetro.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gomas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamómetro casero (base calibrada y marcada con gomets de colores).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muelles diferentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Botellas de agua.</li> </ul>

### Desarrollo de la experiencia

En primer lugar, seguimos manipulando diferentes objetos para comprobar cómo se deforman al aplicarles fuerza (se estiran). También experimentamos con un dinamómetro (calibrado en newtons) del que colgamos diferentes objetos para saber cuál es su peso.

A continuación colgamos de la pared un muelle grande del cual iremos colgando diferentes objetos de distinta masa para ver hasta dónde se deforma el muelle (**Imagen 9**). Los niños especulan sobre la longitud que alcanzará el muelle una vez que soltamos el objeto. Son capaces de intuir que el muelle volverá a su posición inicial al descolgar el objeto.

Les mostramos un dinamómetro casero con una base, un muelle y tres medidas marcadas con gomets. Nos preguntamos, ¿si colgamos una botella en el muelle hasta dónde llegará? Llega hasta la primera medida. ¿Y si colgamos dos botellas iguales? Hasta la segunda medida. ¿Y tres botellas? Hasta la tercera medida.

### Conclusión

Los alumnos/as son capaces de entender que con botellas de igual masa, el muelle se deforma proporcionalmente un gomet más cada vez que sumamos una botella. Y lo recogen en una ficha (**Imagen 10**).



Imagen 9. Dinamómetro en el aula.

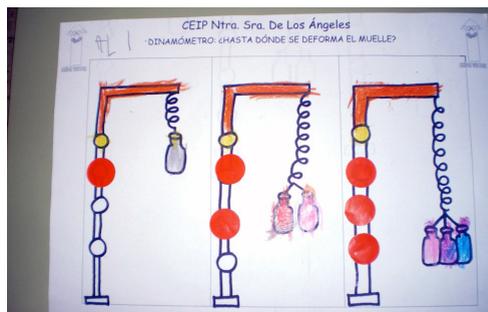


Imagen 10. Ficha de la actividad Ley de Hooke.

## EXPERIENCIA N.º 6 Máquinas simples: la polea y la palanca

### Materiales utilizados

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferentes tipos de palancas cotidianas: martillo, sacacorchos, cascanueces, tijeras, grapadora, alicates.</li> <li>• Canicas.</li> <li>• Regla.</li> <li>• Muñecos de goma.</li> <li>• Balanza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bote con agua.</li> <li>• Vasos de plástico.</li> <li>• Vectores.</li> <li>• Polea.</li> </ul>
--	---

## Desarrollo de la experiencia

Partimos del concepto de equilibrio para posteriormente introducirlos en el conocimiento de dos máquinas simples como la polea y la palanca. Les preguntamos: ¿qué es el equilibrio?, a lo que responden: «es estirar», «es hacer ejercicio» o «cuando esquías». Para aclarar este concepto realizamos diferentes experimentos:

- Dos niños sujetan una cuerda en tensión y sobre ella colgamos dos pajitas pegadas en forma de V y observamos que no gira ni se cae. Está en equilibrio.
- Colocamos sobre el suelo un bote de refresco que se mantiene sobre un solo lado pero que no se cae. ¿Por qué no vuelca? Lo hemos llenado de agua poquito a poco hasta que ha encontrado el equilibrio.
- A partir de estos pequeños experimentos son capaces de explicar que es el equilibrio; será el punto de partida para experimentar con poleas y palancas.

## Palancas

Los niños/as no tienen conocimientos sobre lo que es una palanca, por lo que comenzamos mostrándoles una balanza comercial y otra casera fabricada con un cartón de leche, una aguja de tejer, un corcho y dos vasitos de plástico en cada extremo de la aguja de tejer. Nos dedicamos a introducir canicas tanto en la balanza comercial como en la casera observando los efectos que se producen. Si introducimos el mismo número de canicas en ambos vasos equidistantes, encontramos el equilibrio pero si la cantidad es diferente, uno de los vasos cae.

Una vez que han comprendido este fenómeno, les decimos que la balanza es uno de los muchos ejemplos de palanca.

A partir de aquí, mostramos a los alumnos diferentes tipo de palancas comunes que podemos encontrar a nuestro alrededor, les explicamos donde ejercemos la fuerza y les dejamos que las manipulen y experimenten con ellas.

## Poleas

Colocamos, en uno de los extremos de la cuerda que hemos puesto en la polea, un vaso de plástico con canicas. La cuerda sube por la fuerza que ejerce el vaso y las canicas, pero si uno de los niños tira de la cuerda en la otra dirección, el vaso sube por la fuerza que este le aplica. Después colgamos otro vaso al otro extremo de la cuerda y jugamos a buscar el equilibrio al igual que hacíamos con la balanza.

## Conclusión

Los alumnos/as son capaces de buscar el equilibrio en la balanza y en la polea, tal y como vemos en la ficha de trabajo posterior a la experiencia (**Imágenes 11 y 12**). También entienden que es necesario aplicar fuerza en uno de los puntos de las diferentes palancas para dar utilidad a las mismas, pero estos conceptos, palanca y polea, siguen siendo complicados para ellos.

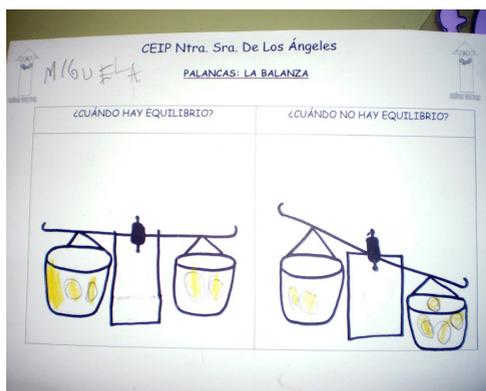


Imagen 11. Ficha científica de las palancas.



Imagen 12. Ficha científica de las poleas.

## EXPERIENCIA N.º 7. Peso y empuje

### Materiales utilizados

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilustración de Arquímedes.</li> <li>• Video «Érase una vez los inventores: Arquímedes».</li> <li>• Globos.</li> <li>• Balanza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vectores.</li> <li>• Corchos.</li> <li>• Vasos.</li> <li>• Canicas.</li> </ul>
--	---

### Desarrollo de la experiencia

Para comenzar presentamos a Arquímedes y visualizamos el episodio de «Érase una vez los inventores» dedicado a Arquímedes.

Nos preguntamos: ¿pesa el aire? 7 alumnos/as piensan que no pesa y 9 piensan que sí. Lo comprobamos poniendo dos globos hinchados en una balanza. Pinchamos suavemente uno de ellos y vemos que la balanza, poco a poco, se inclina hacia el lado del globo con aire. De ello, los alumnos/as deducen que el aire sí pesa (**Imagen 13**).

A continuación vamos a comprobar cómo podemos llevar un globo lleno de aire hacia el fondo de una caja llena de agua. ¿Qué tendremos que hacer con el globo? ¿Qué ocurre con el agua de la caja? Los niños/as deben aplicar mucha fuerza sobre el globo para conseguir que llegue al fondo de la caja y, además, comprueban como cuando ejercemos dicha fuerza, el agua sube de nivel. Descubrimos así, la relación entre fuerza y empuje.



**Imagen 13.** Balanza para pesar el aire.

Para concluir esta sesión, vamos a llevar a cabo unos experimentos que nos serán muy útiles para comenzar la siguiente experiencia y comprender por qué flota un barco. Nos planteamos las siguientes preguntas, a las cuales siguen las hipótesis de nuestros niños/as.

- ¿Qué pasará si echamos un vaso de plástico vacío atado a un globo un poquito inflado o a corchos? Unos creen que se llenará de agua y otros que se hundirá y llegará al fondo de la caja (**Imagen 14**). Pero el vaso flota por la fuerza que ejerce el aire del globo, que es mayor que el que ejerce la masa del vaso.
- ¿Qué pasará si añadimos unas cuántas canicas al vaso de plástico? 12 niños piensan que flotará, 8 que se hundirá y 5 que se quedará en medio. El vaso se queda en medio del recipiente (**Imagen 15**). Las canicas hacen fuerza hacia abajo, pero el aire del globo y el agua de la pecera lo hacen hacia arriba.



**Imagen 14.** Hipótesis de un alumno.



**Imagen 15.** Detalle de la experiencia.

- ¿Qué ocurrirá si echamos muchas canicas en el vaso de plástico? Hay unanimidad, como las canicas van a pesar mucho, todos coinciden en que el globo y el vaso se van a hundir hasta llegar al fondo de la pecera.

## Conclusión

Estas experiencias unidas a las de la Teoría aristotélica de los elementos, refuerzan en los niños/as la conciencia de que el aire hace fuerza hacia arriba, los elementos sólidos hacia abajo y que el agua también ejerce fuerza. Esto será fundamental para entender el funcionamiento del submarino y la flotabilidad en los barcos. Recogemos en fichas de trabajo lo que hemos experimentado (**Imagen 16**).



Imagen 16. Fichas de trabajo.

## EXPERIENCIA N.º 8

### Flotabilidad: ¿qué se hundirá y qué flotará?

#### Materiales utilizados

• Esponja.	• Muñecos de plástico.
• Pelota.	• Canicas.
• Corchos.	• Globos.
• Bloque de madera.	• Vectores.
• Tapones.	• Plastilina.

#### Desarrollo de la experiencia

Comenzamos experimentando con todos los objetos que les hemos presentado y preguntándoles: ¿creéis que se hundirá o que flotará? Plantean sus hipótesis e introducimos los objetos en el agua.

Lo último que vamos a introducir en el agua es una bola de plastilina, ¿qué pasará con la bola, se hundirá o flotará? 9 alumnos/as piensan que se hundirá y 11 piensan que flotará.

Pero, ¿y si moldeamos la bola de plastilina y le damos una forma plana? Con un rodillo modificamos la forma de la plastilina y la introducimos en el agua. Prácticamente todos piensan que se hundirá al igual que la bola, pero esta vez la plastilina flota (**Imagen 17**).



**Imagen 17.** La bola de plastilina aplastada flota.

## Conclusión

Lo que se pretende con esta experiencia es que los alumnos/as comprendan que la forma de los objetos es fundamental para que puedan flotar. Lo recogemos en una ficha.

## EXPERIENCIA N.º 9. Flotabilidad: construimos un barco

### Materiales utilizados

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente de plástico.</li> <li>• Canicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pajita y cartulina para la vela.</li> <li>• Vectores.</li> </ul>
---	---

### Desarrollo de la experiencia

La pregunta que nos planteamos es ¿por qué flota un barco?, a lo que contestan: «porque tienen agua» o «porque tienen aire».

Construimos un barco con un recipiente de plástico al que añadimos una pajita y dos triángulos de cartulina a modo de vela y observamos como flota cuando lo introducimos en el agua. ¿Qué ocurrirá si echamos un montón de canicas en uno de los lados de nuestro barco? El barco se hunde. ¿Y si distribuimos las mismas canicas por todo el barco? Así conseguimos que el barco siga flotando.

### Conclusión

Empiezan a aplicar conocimientos que han ido adquiriendo a lo largo del proyecto que podemos ver, por ejemplo, cuando contestan que los barcos flotan porque tienen aire, ya que saben que el aire ejerce fuerza hacia arriba (Experiencia n.º 1. La Teoría aristotélica: el aire va al aire). También aprenden que además de la forma, también es importante como distribuyamos la carga en un barco para que este flote.

## Experiencia n.º 10

### Flotabilidad: construimos un submarino

#### Materiales utilizados

<ul style="list-style-type: none"><li>• Una botella de plástico.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Una goma.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Un globo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Una jeringuilla.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Un tornillo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vectores.</li></ul>

#### Desarrollo de la experiencia

En primer lugar nos preguntamos: ¿qué es un submarino?; a lo que el alumnado contesta: «algo grande» o «algo que se utiliza para bajar al fondo del mar».

No saben explicar que es un medio de transporte que es capaz de desplazarse por debajo del mar, y a la pregunta de si se hunden o flotan, no saben que contestar.

Construimos un submarino casero: pegamos un lastre a la botella (un tornillo), y se introduce un globo dentro de la botella conectado con la goma a través del tapón. Introducimos la botella dentro del agua.

Observamos que según se va introduciendo el agua por los agujeros, esta se hunde. Cuando insuflamos aire a la botella con ayuda de la jeringuilla nuestro submarino sube a la superficie, pero cuando le sacamos el aire el submarino se hunde (**Imagen 18**).



**Imagen 18.** Submarino casero.

#### Conclusión

Asocian que el submarino salga a la superficie a que el globo se llena de aire, y, por lo tanto, hace fuerza hacia arriba. El modelo de universo aristotélico es lo que ha ayudado a los alumnos/as a comprender el funcionamiento de un submarino.

## Cuestionario final

Una vez finalizado el proyecto, decidimos hacerles las mismas preguntas del cuestionario previo, para saber cómo habían asimilado los conceptos:

### ¿Qué es la ciencia?

Si al principio los niños/as eran incapaces de contestar porque desconocían esta palabra, ahora son capaces de relacionarla con «experimentos», «descubrir cosas», «el trabajo de los científicos».

### ¿Conoces a algún científico?

Todos conocen a algún científico, y, en un gran porcentaje, son capaces de reconocer a Aristóteles, Newton y Arquímedes y el objeto de su estudio.

### ¿Qué es la fuerza?

La mayoría lo asocian al desplazamiento o al peso de los cuerpos.

### ¿Cómo se mide?

No saben decir cómo se llama el aparato para medirla pero sí que se mide en Newtons.

### ¿Qué entiendes por equilibrio?

«Cuando las cosas no se caen hacia un lado ni hacia el otro».

### ¿Y el peso?

Lo relacionan con la masa de los objetos.

### ¿Por qué se mueven los objetos?

Han aprendido que el desplazamiento se debe a la aplicación de una fuerza sobre el objeto.

### ¿Qué es una palanca?

Aproximadamente la mitad sabe que es una máquina, aunque también la asocian a herramientas.

### ¿Qué es una polea?

Aunque también dicen que es una máquina les resulta más complicado definir su utilidad. Es la parte de más les ha costado.

### ¿Pesa el aire?

Desde el principio tienen claro que el aire sí que pesa.

### ¿Por qué no se hundan los barcos?

El concepto de flotabilidad es aún un poco dificultoso para ellos, pero sí son capaces de decir que para ello es importante la forma que tienen los barcos y que para que no se hundan no hay que ponerles mucha carga sobre un mismo lado, que es básicamente lo que han experimentado.

### ¿Qué es un submarino?

Explican que es un medio de transporte para desplazarnos por debajo del mar y que puede subir a la superficie o bajar al fondo del mar según tenga o no aire en su interior.

## Reflexiones

Al final de cada experiencia el alumnado supo plasmar y relatar, con nuestra ayuda, lo que habían experimentado en cada sesión. Los conceptos que les quedaron más claros fueron la Teoría aristotélica y la aplicación y descripción de la fuerza mediante vectores. Aprendieron el nombre de Aristóteles, Newton y Arquímedes y su labor en el descubrimiento de las teorías que aplicamos en nuestros experimentos.

Descubrimos que los alumnos/as tienen conocimientos sobre distintos fenómenos de manera instintiva, quizá porque a edades tan tempranas suelen experimentar más con el medio que les rodea y, por tanto, son capaces de anticipar lo que ocurrirá.

Han incorporado a su lenguaje cotidiano de manera muy natural palabras como ciencia, científico, fuerza o vector, y han tenido más dificultad con otras como poleas, flotabilidad o dinamómetro, aunque sí que han hecho una aproximación hacia su significado.

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 resultados respecto a la ausencia de respuestas en el cuestionario inicial 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 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 significatividad a lo aprendido. 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».

## Agradecimientos

A las madres colaboradoras M.<sup>a</sup> Isabel Cánovas Marín y Noelia Fuentes Carrillo. 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.<sup>a</sup> Ruiz.

---

### Referencias bibliográficas

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

Ciencianet. [En línea]: <<http://ciencianet.com/experimentos.html>> [consulta: marzo-abril 2013].

EL CSIC en la Escuela. *Formación del profesorado*. [En línea]: <<http://www.csicenlaescuela.csic.es/>> [consulta: febrero-marzo 2013].

Física recreativa. *Ciencia para chicos*. [En línea]: <[http://www.fisicareactiva.com/sitios\\_vinculos/ciencia/children.htm](http://www.fisicareactiva.com/sitios_vinculos/ciencia/children.htm)> [consulta: marzo 2013].

GUTIÉRREZ PÉREZ, C. *Fisiquotidanía. La física en la vida cotidiana*. Academia de Ciencias de la Región de Murcia. Murcia. 2007. 318 pp.

W.WORD, R. *Física para niños: 49 experimentos sencillos de mecánica*. McGraw-Hill Interamericana. Colombia. 1999. 200 pp.

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

# Investigamos las fuerzas: mecánica y flotación



**Ana Cristina Rubín Torrado\*, Nuria Castellanos Serna y Mariola Sanz Rodríguez**

*Maestras del CEIP Nuestra Señora de los Ángeles, El Esparragal. Murcia*

---

## Palabras clave

Mecánica, flotación, palanca, polea, Newton, Arquímedes, Hooke, fuerza, vector, primaria, competencia.

## Resumen

Partimos de un análisis previo de los conocimientos del alumnado descubriendo que muchos de ellos tenían escasos o erróneos conceptos. Decidimos utilizar el método científico basado en la observación de un fenómeno, elaboración de hipótesis y experimentación para llegar a una teoría y modificar el modelo erróneo que el alumnado poseía con respecto a la mecánica y al fenómeno de la flotación. Antes de realizar los experimentos, era necesario explicar al alumnado una serie de conceptos que les permitiera comprender todo el proceso. Por ello, empezamos por explicar cómo trabaja un científico, puesto que iban a investigar de esa manera, y experimentamos sobre la flotación, el equilibrio, las diferentes fuerzas, palancas y poleas. Experiencia desarrollada en el aula de 5.º de Educación Primaria.

---

## Objetivos generales del proyecto

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

- Acercar al alumnado al conocimiento científico y sus métodos.
- Identificar, plantear 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.

.....  
\* E-mail de la autora: [anacristina.rubin@murciaeduca.es](mailto:anacristina.rubin@murciaeduca.es).

- Conocer el concepto de fuerza. Representar una fuerza por medio de un vector según su dirección y sentido.
- Entender el funcionamiento y utilidad de las palancas y poleas.
- Comprender el concepto de flotación.
- Conocer el funcionamiento de un submarino.
- 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: acercar la cultura científica al colegio.

## Grupos de experimentación y entorno

Este proyecto se ha dirigido a un grupo de 18 alumnos/as de 5.º curso de Primaria, de los cuales hay 9 niños y 9 niñas de edades comprendidas entre 10 y 11 años (**Imagen 1**). Entre ellos hay integrados:

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

En el 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, dándose 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 ha que hay que adaptarse y respetar la diversidad.



**Imagen 1.** Alumnos/as participantes en el proyecto.

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%).

## Metodología

Al igual que en proyecto *Mecánica en Educación Infantil: investigamos las fuerzas* 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:

- **Competencia en 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 esta competencia.
- **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, el sistema métrico decimal, vectores, desplazamientos en el espacio; para todo ello se utilizan las matemáticas.
- **Competencia social y ciudadana:** 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 adquiría 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, dán-

dose cuenta de cómo hace las cosas y lo que quiere mejorar, contribuirá al 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 y webs quest 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 Arquímedes, Newton, Aristóteles y Hooke, así como 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:** en el 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 dos cuestionarios, uno previo al inicio del mismo y otro al concluir la experiencia. Con ello pretendíamos conocer, por un lado, los intereses del alumnado y sus conocimientos previos.

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, anecdóticos, trabajos individuales y en grupo, pruebas orales y escritas, etc.

## Desarrollo de las experiencias

### Análisis previo

Se realizaron una serie de preguntas por escrito a todo el alumnado para conocer sus conocimientos sobre científicos, fuerza, equilibrio y palancas. Cabe destacar que la mayoría deja muchas preguntas por contestar por miedo a no ser rigurosos en las respuestas y quedar en ridículo. De manera general, casi todos relacionan el equilibrio con «algo que se mantiene», la ciencia con la experimentación; no diferencian entre masa y peso y piensan que el aire no pesa.

A lo largo de la experiencia, el alumnado escribirá y dibujará sus observaciones en su cuaderno. A continuación mostramos los materiales utilizados en los diferentes experimentos (**Imagen 2**).



**Imagen 2.** Distintos materiales utilizados en el proyecto.

## EXPERIMENTO N.º 1

### El modelo aristotélico: ¿hacia dónde va?

#### Material utilizado

<ul style="list-style-type: none"><li>• Recipiente con agua.</li><li>• Canicas de diferentes tamaños.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vaso medidor con agua.</li><li>• Pajita.</li></ul>
---	--

#### Desarrollo del experimento

Introducimos varias canicas en el agua y soplamos con la pajita. Observamos que las canicas se hunden, el agua se mezcla con el agua y el aire sale a la superficie.

#### Conclusión

El 100% del alumnado predice lo que ocurrirá con el agua y el aire. Solo dos alumnos/as piensan que todas las canicas se van a hundir.

## EXPERIMENTO N.º 2. Las cosas se mueven

#### Material utilizado

<ul style="list-style-type: none"><li>• Un libro.</li><li>• Un metro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Un vector.</li></ul>
---	--

#### Desarrollo del experimento

- Posamos un libro sobre la mesa y lo desplazamos con el dedo hacia diferentes direcciones.
- Medimos la distancia que se ha movido.
- Utilizamos el vector para representar la dirección y el sentido del desplazamiento.

#### Conclusión

Todos relacionan el movimiento con el empuje del dedo. Llegados a este punto, les explicamos que la flecha que utilizamos para indicar la



Imagen 3. Vector desplazamiento.

dirección y el sentido de la fuerza se llama vector (**Imagen 3**) y volvemos a realizar el primer experimento utilizando los vectores de diferente tamaño según la fuerza aplicada.

## EXPERIMENTO N.º 3

### La fuerza tiene una dirección y un sentido

¿Qué ocurrirá si unimos el globo con aire al vaso con canicas?

#### Material utilizado

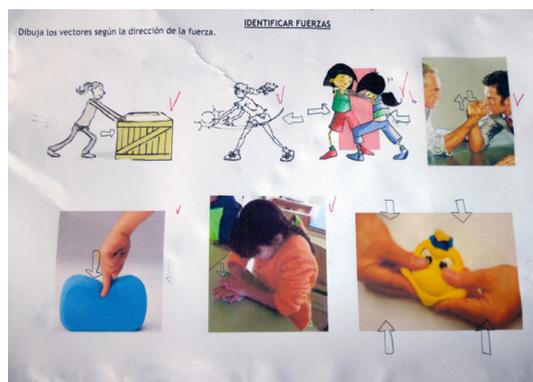
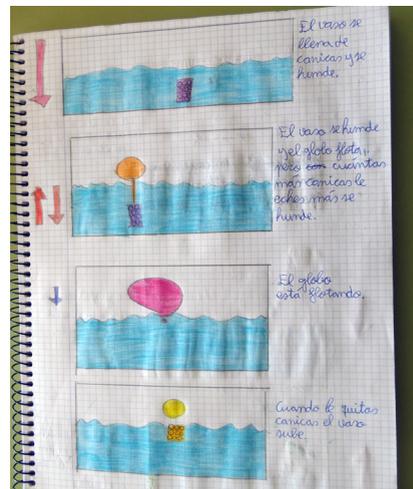
- Un vaso.
- Canicas.
- Un vaso con un globo (hinchado) enganchado.
- Un globo hinchado.
- Vectores.

#### Desarrollo del experimento

Colocamos el vaso en la superficie del agua y le vamos echando canicas. Intentamos hundir el globo hinchado. Colocamos el vaso con el globo y le vamos echando canicas, lo representamos en nuestro cuaderno. En todas las experiencias utilizamos los vectores para representar las fuerzas. Al final el alumnado realiza una ficha en la que identifican fuerzas cuya dirección y sentido están representadas por vectores (**Imagen 4**).

#### Conclusión

Aunque aún no se le llame equilibrio, han entendido el concepto al representarlo con vectores del mismo tamaño pero con sentido contrario.



**Imagen 4.** Cuaderno de trabajo (arriba) y ficha para identificar vectores-fuerza (abajo).

Llegados a este punto, hacemos una síntesis de lo observado hasta ahora y analizamos los efectos de las fuerzas que pueden ser: cambios de velocidad, como en el libro, y deformaciones en los cuerpos, como en una goma.

Reproducimos a modo de ejemplo los diferentes tipos de fuerzas: eléctrica, magnética, de gravedad y debida a la elasticidad [ver videos: <http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/esparragal/esparragal.htm>].

Repasamos el comportamiento que tienen diferentes objetos cuando se le aplica una fuerza: vuelve a su forma inicial (elástico), no vuelve a su forma inicial (plástico) y se rompe (frágil).

## EXPERIMENTO N.º 4. Ley de Hooke ¿Cómo se mide una fuerza?

### Material utilizado

<ul style="list-style-type: none"><li>• Un soporte con un metro y muelle.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Una báscula.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Botellas llenas de agua de 0,5 l.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Un vaso medidor.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Dinamómetro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Un cubo de 1 dm<sup>3</sup>.</li></ul>

### Desarrollo del experimento

Analizamos la relación entre el peso de cada botella y la deformación producida en el muelle observando el metro (**Imagen 5**).

Construimos una tabla de datos observando que esa relación es lineal y proporcional; es decir, a medida que añadimos botellas de la misma capacidad, la deformación será de centímetro en centímetro (**Imagen 6**).

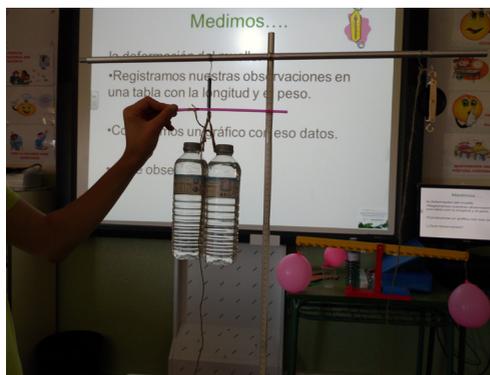


Imagen 5. Dinamómetro en el aula.

- Realizamos la misma experiencia con el dinamómetro aunque solo con dos botellas porque está calibrado para un máximo de 10 N.
- Establecemos la correspondencia con las otras unidades de medida midiendo la capacidad de la botella con el vaso medidor (0,5 l), la masa con la balanza (0,5 kg), el peso con el dinamómetro (5 N) y el volumen con el cubo (0,5 dm<sup>3</sup>).
- Han investigado sobre la biografía de Robert Hooke.

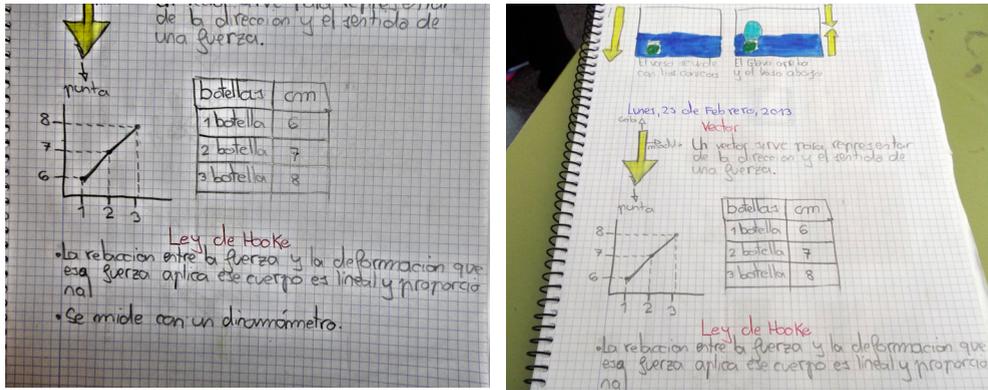


Imagen 6. Cuaderno de trabajo con los resultados del experimento.

## Conclusión

- El alumnado ha entendido la ley de Hooke prediciendo la deformación a medida que íbamos añadiendo peso.
- También les ha quedado claro la correspondencia entre las unidades de masa, capacidad y fuerza, pero no de volumen por ser un concepto que aún no han utilizado.

## EXPERIMENTO N.º 5. Regla de «punta y cola» ¿Cómo se suman los vectores?

### Material utilizado

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una brújula.</li> <li>• Un plano.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un «tesoro».</li> </ul> |
|---|--|

### Desarrollo del experimento

- Un alumno sigue las instrucciones que se le va dando y utiliza la brújula en sus desplazamientos para encontrar un «tesoro».
- Se le pregunta si habría un camino más corto para llegar al objetivo.
- Se representa en el cuaderno los desplazamientos utilizando los vectores y dibujando la resultante de otro color (**Imagen 7**).

### Conclusión

El vector suma es la resultante del desplazamiento.

Las fuerzas también se representan por vectores, las fuerzas también se suman vectorialmente.

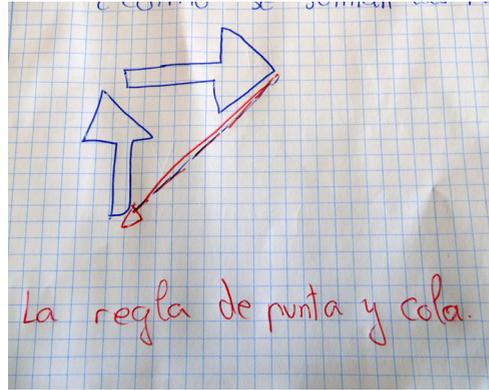


Imagen 7. Desarrollo de la experiencia y suma de vectores desplazamiento.

## EXPERIMENTO N.º 6. **El equilibrio** ¿De qué depende el estado de equilibrio o desequilibrio de un objeto?

### Material utilizado

• Un bote de refresco con un poco de agua.	• Unos punzones.
• Dos tenedores y un corcho.	• Unos trozos de cuerda.
• Un trozo de hule.	• Un bolígrafo.
• Unas tijeras.	

### Desarrollo del experimento

- Observamos distintas situaciones de equilibrio.
- Cortamos el hule de diferentes formas. Pinchamos el hule en varias zonas y se hacen agujeros por los que pasamos la cuerda, que queda convertida en plomada gracias a las tijeras. Trazamos la trayectoria de la cuerda.
- Realizaron una ficha en la que tenían que buscar el centro de gravedad (**Imagen 8**).

### Conclusión

Algunos alumnos sabían que dentro del bote había un poco de agua. El punto en el que coinciden todas las líneas es el centro de gravedad o de masas. Al principio les costó entender que no debían mover la cuerda sino seguir su trayectoria natural.

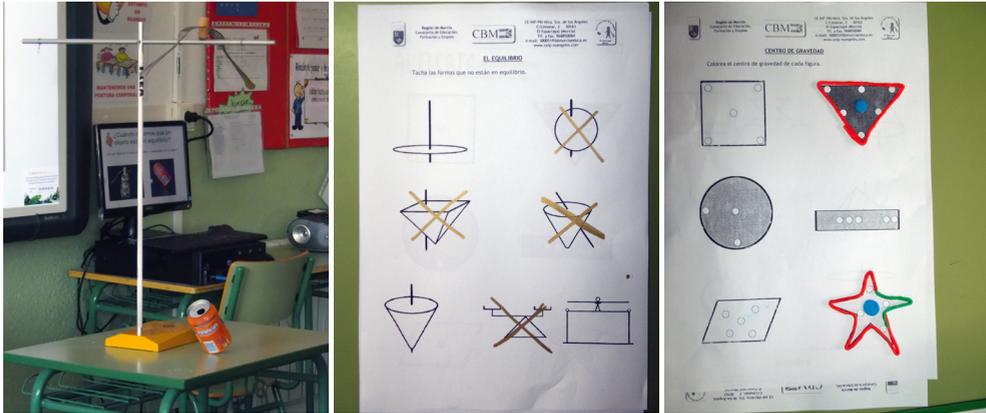


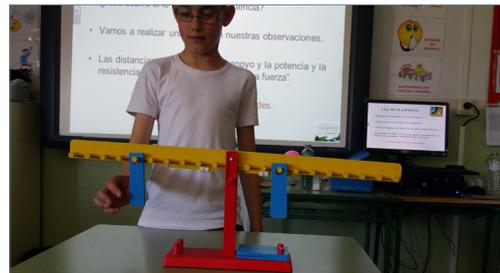
Imagen 8. Situaciones de equilibrio y fichas sobre el centro de gravedad.

## EXPERIMENTO N.º 7. La palanca

### ¿Qué son y para qué sirven las palancas?

#### Material utilizado

- Tijeras, alicates, abrelatas, cascanueces, martillo y pinzas.
- Balanza con brazos que indican medidas y sus pesos.
- Vectores.
- Dos globos hinchados y un punzón.



#### Desarrollo del experimento

- Observamos las diferentes palancas buscando su punto de apoyo, resistencia y potencia para su clasificación. Jugamos con la balanza colocando pesos de un lado y otro, modificando las distancias con respecto al punto de apoyo y buscando el equilibrio. Utilizamos los vectores. Registramos nuestras observaciones en el cuaderno (**Imagen 9**).
- Colocamos un globo inflado a cada brazo de la balanza buscando el equilibrio para, posteriormente, vaciar, con cuidado, el aire de uno de ellos (**Imagen 10**).



Imagen 9. Experiencias con palancas (arriba) y cuaderno de observaciones (abajo).



Imagen 10. Experiencia sobre el peso del aire.

## Conclusión

Después de realizar una ficha para identificar géneros de palancas, llegamos a la conclusión de que les resulta más fácil identificar palancas del primer tipo. Curiosamente no han asociado la ley de la palanca con el balancín, tal vez porque en el parque donde ellos juegan en el pueblo no hay este tipo de juegos.

## EXPERIMENTO N.º 8. Las poleas ¿Qué son y para qué sirven las poleas?

### Material utilizado

<ul style="list-style-type: none"> <li>• El soporte con el metro.</li> <li>• Tres poleas.</li> <li>• Cuerdas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Botellas de agua de 0,5 l.</li> <li>• Dinamómetro.</li> <li>• Vectores.</li> </ul>
--	---

### Desarrollo del experimento

• Con el dinamómetro, medimos primero el peso de una botella sin pasar por la polea y luego pasando por ella, midiendo el desplazamiento de la cuerda. Realizamos la misma experiencia con dos poleas y luego con tres. Representamos con vectores el diagrama de fuerzas que se aplica al funcionamiento de una polea simple (**Imagen 11**). Registramos nuestras observaciones en el cuaderno.

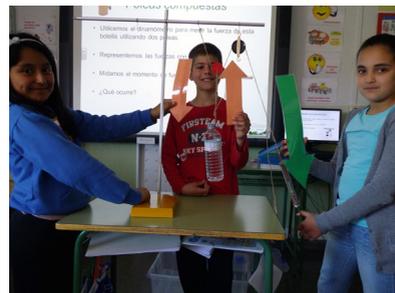


Imagen 11. Vectores fuerza en una polea simple.

## Conclusión

Han comprobado que la polea modifica la dirección de la fuerza.

Descubrimos que con la polea simple disminuimos a la mitad la fuerza (peso) necesaria para levantar un objeto.

## EXPERIMENTO N.º 9. El principio de Arquímedes ¿Por qué flotan los barcos?

### Material utilizado

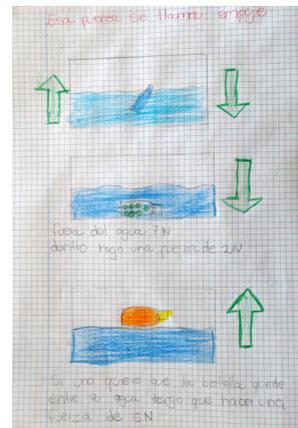
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un recipiente con agua.</li> <li>• Plastilina.</li> <li>• Paralelepípedos del mismo tamaño pero de diferentes materiales. Corcho y canicas.</li> <li>• Tres botellas de la misma capacidad, pero una vacía, otra con agua y otra con canicas.</li> <li>• Dinamómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vectores.</li> <li>• Una polea y cuerda.</li> <li>• Un recipiente vacío y un vaso medidor.</li> <li>• Un vaso lleno de agua y una pelota de ping-pong.</li> <li>• Una botella (con forma de barco).</li> </ul>
---	---

### Desarrollo del Experimento

- Empezamos introduciendo diferentes objetos en el agua y elaborando una tabla con los objetos que se hunden y los que no. Medimos el peso de las botellas antes de sumergirlas. Con el dinamómetro medimos la fuerza que debíamos realizar para que la botella vacía y la botella llena de canicas estuvieran en la misma posición que la botella llena de agua. Registramos nuestras observaciones en el cuaderno (**Imagen 12**).
- Introducimos el vaso lleno de agua en el recipiente vacío en el que metemos varios objetos y medimos el agua sobrante del recipiente, antes vacío, con el vaso medidor.
- Introducimos la botella cortada en el agua y la vamos llenando de canicas.
- Buscamos información sobre Arquímedes.



**Imagen 12.** Midiendo la fuerza necesaria para vencer el empuje y cuaderno de registro.



## Conclusiones

- Una alumna encontró la explicación de porqué cambiando de forma la plastilina, esta se hundía o no (por el reparto de la masa).
- Otra alumna indicó que podíamos utilizar la polea para medir el peso de la botella vacía en el agua, puesto que cambiaba la dirección de la fuerza.
- Encontraron (identificaron dirección y sentido) fácilmente la fuerza de empuje; más difícil les resultó encontrar su valor, en este caso de 5N.
- La experiencia del volumen ya la conocían por haberla realizado anteriormente cuando estudiamos la materia y la relacionaron con su propia experiencia en la bañera.
- Casi todos los alumnos utilizaron la relación entre el «vector peso» y el «vector fuerza de empuje» para explicar la flotación.

## EXPERIMENTO N.º 10. Un submarino ¿Cómo funcionan los submarinos?

### Material utilizado

<ul style="list-style-type: none"><li>• Un recipiente con agua.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Una goma.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Una botella de agua perforada por varios sitios.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Una jeringuilla.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Un tornillo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vectores.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Un globo.</li></ul>	

### Desarrollo del experimento

- Se pega el lastre a la botella. Se introduce el globo dentro de la botella conectado con la goma a través del tapón.
- Se introduce la botella dentro del agua. Observamos que según se va introduciendo el agua por los agujeros, esta se hunde (**Imagen 13**).
- Con ayuda de la jeringuilla introducimos aire en el globo, lo que le permite salir a la superficie.
- Dibujamos nuestras observaciones en el cuaderno.
- Buscaron información sobre Isaac Peral.



Imagen 13. Nuestro submarino.

## Conclusión

Una vez que vieron que había un globo dentro de la botella, anticiparon que al hincharlo, nuestro «submarino» saldría a la superficie.

## Reflexiones

Una vez finalizado el proyecto, decidimos hacerles las mismas preguntas del cuestionario previo, para saber cómo habían asimilado los conceptos tras las experiencias.

Hicimos observaciones directas del comportamiento. El niño invidente nos ha sorprendido por su capacidad para dibujar las experiencias con exactitud sin haberlas visto.

Reflexionando sobre la manera de contestar al cuestionario inicial, observamos que el alumnado busca elaborar una respuesta «científica» que desconoce por lo que prefiere no contestar. Sin embargo, era mucho más participativo en cuanto a las hipótesis, acercándose más a la realidad según íbamos avanzando en el proyecto. Cabe señalar que en el primer experimento (modelo aristotélico) nos «llamó la atención» cómo el alumnado dudaba si «las canicas se hundían o no en el agua» ante la diferencia de tamaño y de masa de los objetos presentados.

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 resultados respecto a la ausencia de respuestas en el cuestionario inicial 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 significatividad 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.<sup>a</sup> Ruiz.

---

### Referencias bibliográficas

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

Ciencianet. [En línea]: <<http://ciencianet.com/experimentos.html>> [consulta: marzo-abril 2013].

EL CSIC en la Escuela. *Formación del profesorado*. [En línea]: <<http://www.csicenlaescuela.csic.es/>> [consulta: febrero-marzo 2013].

Física recreativa. *Ciencia para chicos*. [En línea]: <[http://www.fisicarecreativa.com/sitios\\_vinculos/ciencia/children.htm](http://www.fisicarecreativa.com/sitios_vinculos/ciencia/children.htm)> [consulta: marzo 2013].

GUTIÉRREZ PÉREZ, C. *Fisiquotidania. La física en la vida cotidiana*. Academia de Ciencias de la Región de Murcia. Murcia. 2007. 318 pp.

W.WORD, R. *Física para niños: 49 experimentos sencillos de mecánica*. McGraw-Hill Interamericana. Colombia. 1999. 200 pp.

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

# **Análisis comparativo de la experiencia llevada a cabo en las aulas de 3 años y 5.º de Educación Primaria: «mecánica y flotación»**



**Mariola Sanz Rodríguez\*, Nuria Castellanos Serna y Ana Cristina Rubín Torrado**

*Maestras del CEIP Nuestra Señora de los Ángeles, El Esparragal. Murcia*

---

## **Palabras clave**

Ciencia, mecánica, educación, análisis, comparativa, infantil, primaria.

---

## **Resumen**

Realizamos un análisis comparando las experiencias sobre mecánica y flotación realizadas en nuestro colegio en los niveles de Infantil (3 años) y 5.º de Primaria. Comentamos también los resultados de los cuestionarios realizados antes y después de las actividades.

---

## **Consideraciones previas**

Tras la participación de nuestro colegio, el curso pasado (2011-12), en la actividad organizada por el CPR de Murcia II y El CSIC en la Escuela «La Investigación Científica en el aula de Infantil y Primaria: investigando sobre la luz y el color», pudimos actualizar nuestra formación y disponer de recursos didácticos necesarios para la construcción del conocimiento científico en nuestros aula.

Todo lo aprendido durante el curso fue trasladado al aula y en el mes de febrero nuestros/as alumnos/as de 6.º de Primaria trabajaron como auténticos científicos y científicas. El trabajo realizado fue expuesto a toda la comunidad educativa, en el mes de mayo, durante la celebración de la IV Semana de la Ciencia.

Posteriormente, y ante el interés despertado en el resto del alumnado del centro, el claustro decidió ampliar su formación en esta materia e incorporar al resto del colegio en un proyecto mucho más ambicioso que se programó, para su puesta en marcha en el curso 2012-13. Además de planificar el desarrollo de los conocimientos

.....  
\* E-mail de la autora: mdolores.sanz2@murciaeduca.es.

que sobre óptica adquirimos, en los diferentes niveles de Infantil y Primaria, el profesorado del centro se comprometió a participar en la nueva convocatoria formativa: «La Investigación Científica en el aula de Infantil y Primaria: mecánica y flotación».

Una vez realizado el curso de formación, decidimos desarrollar la experiencia en Infantil de 3 años y 5.º de Primaria, lo que nos permitiría hacer un análisis comparativo entre el alumnado que inicia su escolaridad y el alumnado que se encuentra en el último ciclo de la Educación Primaria.

Nuestro objetivo no es otro que el de poder comprobar y analizar:

- Cómo se acerca el alumnado, según la edad, al conocimiento científico.
- Cómo se enfrentan a las diferentes cuestiones que se les plantean.
- Cómo identifican, plantean y resuelven interrogantes y cuestiones relacionadas con su entorno.
- Según la edad, qué tipos de estrategias de búsqueda utilizan, cómo formulan conjeturas, si las ponen a prueba de la misma manera, si buscan soluciones alternativas, etc.
- Y lo más importante, si este tipo de intervenciones, favorecen su interés y gusto por lo científico, de la misma manera.

## Reglas comunes

Lo primero que hicimos fue acordar unas reglas, a nivel de centro, que nos parecían básicas para trabajar y realizar los experimentos:

- 1.** Ensayar siempre el experimento antes de hacerlo con el alumnado para evitar problemas.
- 2.** Motivarles siempre antes de presentar cualquier experimento, enlazándolo con temas que hayan despertado su interés.
- 3.** Siempre que sea posible dejar que ellos/as manipulen libre y previamente los materiales del experimento.
- 4.** Dar a todos y cada uno de los/as alumnos/as la oportunidad de tomar parte en el experimento.
- 5.** Adaptarlos a la edad del alumnado.
- 6.** Las preguntas previas deben ser abiertas y aceptar cualquier otra cuestión que surja de ellos/as.
- 7.** Elaborar las mismas preguntas previas, independientemente del nivel o curso, aunque las adaptemos según la edad.
- 8.** Las preguntas que se planteen al finalizar la experiencia serán las mismas que hemos planteado al inicio.

9. Ninguna respuesta debe ser rechazada a priori por absurda que nos parezca desde nuestros «conocimientos» de adultos. Todas deben anotarse y será la experiencia y los acontecimientos posteriores los que nos harán desechar, aceptar o modificar dichas respuestas.
10. Estimular la observación, la manipulación, el establecimiento de hipótesis, el análisis y la reflexión para acercar a los niños y niñas al pensamiento científico.
11. Buscar caminos para ampliar la actividad, aplicarla en otros campos o situaciones o conectarla con temas de su interés.
12. Anotar las conclusiones: con dibujos, símbolos, por escrito, según las edades.
13. Tomar notas y/o fotografías durante toda la fase del experimento.
14. Diseñar una ficha común de trabajo en la que quede reflejada toda la información.
15. Recopilar experimentos por edades y niveles.
16. Mantener reuniones periódicas entre las personas implicadas con el fin de analizar: dificultades encontradas, desarrollo de la actividad, necesidad de materiales y documentación, asesoramiento, resultados, etc.

## Conclusiones

Al inicio de la experiencia planteamos a ambos grupos las siguientes cuestiones (**Tabla 1**):

Tabla 1	
1. ¿Qué es la ciencia?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No saben contestar.	Diez la relacionan con los experimentos y ocho no contestan.
2. ¿Conoces a algún científico?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No conocen ninguno.	Seis contestan a Einstein, siete contestan que no conocen a ninguno y cinco no contestan.
3. ¿Qué es la fuerza?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
La relacionan con levantar cosas, estirarse o hacer ejercicio.	Seis alumnos la relacionan con los músculos, tres con levantar objetos y nueve no contestan.
4. ¿Cómo se mide?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
La mayoría piensan que «con la cantidad de comida que comen».	Dos contestan con el metro, uno con el peso y quince no contestan.

Tabla 1

5. ¿Qué entiendes por equilibrio?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No saben contestar.	Catorce lo relacionan con mantenerse y cuatro no contestan.
6. ¿Qué es la masa?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No se les formuló esta pregunta.	Dos contestan que es la cantidad de materia, dos la relacionan con el peso, tres con el espacio y diez no contestan.
7. ¿Y el peso?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Lo relacionan con la fuerza al levantar las cosas.	Diez lo relacionan con lo que pesa alguien y ocho no contestan.
8. ¿Por qué se mueven los objetos?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Lo relacionan con el desplazamiento de objetos.	Ocho lo relacionan con empujar, cuatro con la fuerza de gravedad y seis no contestan.
9. ¿Por qué se caen los objetos?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No se les formuló esta pregunta.	Diez contestan por la fuerza de gravedad, dos porque no están sujetos, uno porque están en movimiento, uno por falta de equilibrio y cuatro no contestan.
10. ¿Qué es una palanca?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
La mayoría lo relacionan con el coche, uno con una herramienta para abrir trampas.	Dos contestan que es una herramienta, tres la relacionan con el peso, dos con abrir, tres con el coche y ocho no contestan.
11. ¿Para qué sirve?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Para conducir, contesta la mayoría.	Cuatro contestan para pesar, tres para mover objetos, tres para levantar objetos, tres para el coche, dos para abrir objetos y tres no contestan.
12. ¿Qué es una polea?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No saben contestar. Un alumno dice que es una correa para perros.	Seis contestan que lleva una cuerda para subir objetos y doce no contestan.
13. ¿Para qué sirve?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Para pasear perritos.	Siete contestan que sirve para subir objetos y once no contestan.

Tabla 1	
14. ¿Pesa el aire?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
La mayoría dice que sí.	Dos contestan que sí y dieciséis que no.
15. ¿Por qué no se hunden los barcos?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No se les formuló la pregunta.	Nueve contestan porque flotan, tres por el peso, uno por un motor, uno porque tiene boyas y cuatro no contestan.
16. ¿Cómo funciona un submarino?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No se les formuló la pregunta.	Cuatro contestan que con motores, dos con hélices, tres que se sumergen, uno por metales y ocho no contestan.

**Tabla 1.** Cuestionario previo al inicio de la experiencia.

Una vez finalizado el proyecto, decidimos hacerles las mismas preguntas del cuestionario previo, para saber cómo habían asimilado los conceptos (**Tabla 2**):

Tabla 2	
1. ¿Qué es la ciencia?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Lo relacionan con hacer experimentos.	Catorce la relacionan con los experimentos, hipótesis, investigación e inventos. Cuatro con la química o mezclas y uno no contesta.
2. ¿Conoces a algún científico?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Nombran y dicen que conocen a Aristóteles, Arquímedes y Newton.	100% del alumnado dio todos o algún nombre de los estudiados durante la experiencia.
3. ¿Qué es la fuerza?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Lo asocian al peso y al movimiento.	Trece lo asocian con el peso o el movimiento.
4. ¿Cómo se mide?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
La mayoría dicen que con el dinamómetro.	Casi todos contestan con el dinamómetro y/o en N.
5. ¿Qué entiendes por equilibrio?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Lo asocian con que las cosas estén estáticas, que no caigan ni hacia un lado ni hacia otro.	Dieciséis lo relacionan con el peso aunque sólo dos mencionan la ley de la palanca.

Tabla 2

6. ¿Qué es la masa?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No se les formuló la pregunta.	Nueve la definen como la cantidad de materia de un cuerpo.
7. ¿Y el peso?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Lo asocian a la fuerza.	Sólo tres mencionan la fuerza. Los demás lo confunden con la masa (lo que pesa algo o alguien).
8. ¿Por qué se mueven los objetos?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Todos saben que es porque hacemos fuerza.	100% del alumnado porque se empujan o se les aplica una fuerza.
9. ¿Por qué se caen los objetos?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No se les formuló la pregunta.	Once contestan que es por la fuerza de gravedad, los demás piensan que es porque los tiramos.
10. ¿Qué es una palanca?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Algunos saben que es una herramienta, la mayoría no.	Trece contestan que es una máquina simple.
11. ¿Para qué sirve?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
La mayoría lo asocian al peso.	La mayoría la relaciona con el peso o que nos facilita el trabajo.
12. ¿Qué es una polea?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Lo asocian a una rueda para levantar peso.	Trece la describen como una rueda o una máquina simple.
13. ¿Para qué sirve?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Para levantar peso. Pocos niños lo saben (5).	Casi todos contestan que se utiliza para levantar objetos, sólo dos especifican que cambian la dirección de la fuerza.
14. ¿Pesa el aire?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
Todos contestan que sí.	Trece contestan que sí. Tres de los que contestaron que <i>no</i> no vieron la experiencia.
15. ¿Por qué no se hunden los barcos?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No se les formuló la pregunta.	La mayoría explica que por la diferencia entre peso y fuerza de empuje.

Tabla 2	
16. ¿Cómo funciona un submarino?	
EDUCACIÓN INFANTIL 3 AÑOS	5.º EDUCACIÓN PRIMARIA
No se les formuló la pregunta.	Sólo la mitad de la clase lo explica con el modelo que fabricamos en el aula.

**Tabla 2.** Cuestionario posterior al desarrollo de la experiencia.

Reflexionando sobre la manera de contestar al cuestionario inicial, llegamos a la conclusión de que los niños de tres años son más espontáneos en sus respuestas, mientras que el alumnado de quinto intenta buscar una respuesta «científica» que desconoce y, ante la duda, prefiere no contestar. Sin embargo, era mucho más participativo en cuanto a las hipótesis, acercándose más a la realidad según íbamos avanzando en el proyecto.

En el primer experimento (modelo aristotélico), los/as alumnos/as de Infantil de 3 años anticiparon que todas las canicas se hundirían. Sin embargo, ante nuestra sorpresa, el alumnado de 5.º de Primaria, empezó a dudar, estaba confundido a la hora de responder a medida que presentábamos objetos de diferente tamaño y masa.

En Educación Infantil de 3 años asocian el «peso de los objetos» con «la fuerza que ejercemos sobre ellos». Quizá sea debido a que todavía no tienen el concepto de medida, siendo más espontáneos a la hora de expresar el concepto fuerza, por ejemplo: conciben en su mente que a la hora de coger un objeto hacen más fuerza cuanto más pesado sea. Sin embargo el alumnado de 5.º de Primaria lo confunde con el concepto de masa corporal.

Resulta curioso como el alumnado de Infantil no dudó en ningún momento en contestar que «el aire pesa», lo tenían clarísimo; mientras que en Primaria casi todos contestaron que no. Ambos grupos, al finalizar la experiencia, han tenido claro todos los contenidos, encontrando mayor dificultad con los conceptos de «palanca» y «polea» en Infantil.

Ante las diferentes respuestas podemos señalar que: en estas edades tempranas construyen conceptos de manera espontánea. El contacto con su entorno más próximo, la realización continua de actividades de carácter manipulativo con el agua, la arena y la experimentación con objetos de diferentes formas y tamaños les permite interactuar con su ambiente de una manera más compleja. Mientras que la actitud de los alumnos de 5.º responde a que están en una etapa de su escolaridad en la que empiezan a construir conceptos científicos, no espontáneos, sien-

do su proceso de construcción distinto. Los conceptos científicos son elaboraciones que deben ser de carácter consciente y con voluntariedad; es decir, deben saber qué son y para qué sirven, y esto genera «duda».

Hemos podido ver cómo estos pequeños experimentos, juegos y estrategias no solo de los niños más pequeños, sino también de los mayores revelan una forma legítima de pensamiento científico. Tanto la ciencia como el juego representan un estado mental, una actitud hacia los hechos observados. Desde la pregunta simple: «¿qué ocurre si echamos canicas al agua?» hasta otra más complicada: «¿de qué depende el estado de equilibrio o desequilibrio de un objeto?», el niño/a piensa como un científico/a, intentando hallar el patrón, la causa o el grado de los hechos que ocurren durante momentos ordinarios del juego, experimento, etc.

No decimos que estas actitudes sean innatas, pero sí señalamos que los/as niños/as no necesitan la instrucción directa sobre cómo jugar o experimentar. Sin embargo, necesitan la colaboración de otras mentes, más maduras pero igualmente llenas de curiosidad, con la que hacerse preguntas sobre el mundo.

Para nuestro alumnado ha supuesto una experiencia diferente, divertida y muy amena y para nosotras, como maestras, una manera de trabajar diferente.

- 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 significatividad 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».

## **Estrategias para vincular a las familias en el proyecto**

Con el fin de hacer partícipes a los padres/madres en el desarrollo de la experiencia hemos llevado a cabo una serie de actuaciones:

- Reuniones de forma periódica a los/as padres/madres para mantenerles informados de las actividades del centro en relación con el proyecto así como del interés mostrado por sus hijos/as.

- Elaboración folletos en los que se informe por escrito a las familias del proyecto.
- Implicarles en las actividades que se vayan a realizar, de forma que se conviertan en partícipes de las acciones ideadas desde el centro.
- Mostrar el trabajo realizado a través de la página web del colegio [[www.ceip-nsangeles.com](http://www.ceip-nsangeles.com)].

## Los cursos de El CSIC en la Escuela en el Aula Virtual del CSIC: reflexiones sobre el e-learning



**Salomé Cejudo Rodríguez\***

*Administradora del Aula Virtual del CSIC. Equipo El CSIC en la Escuela*

---

### Palabras clave

CSIC en la Escuela, Aula Virtual CSIC, Moodle, e-learning, b-learning, educación, constructivismo.

---

### Resumen

En pleno auge del e-learning (traducido como aprendizaje electrónico), en 2007 se implantó en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas el Aula Virtual del CSIC,<sup>1</sup> espacio administrado y gestionado por El CSIC en la Escuela, pero abierto a todos los investigadores del CSIC que quisieran utilizarla. Habiendo albergado desde su creación más de 150 cursos entre másteres CSIC-UIMP, cursos de Postgrado y Especialización del CSIC, todos los cursos de El CSIC en la Escuela e, incluso, el famoso Proyecto Consolider-Malaspina, hasta que tuvo plataforma propia.

En este trabajo se ofrece una descripción y un análisis sobre el estado actual de la enseñanza a distancia a través de gestores de contenidos como la plataforma Moodle, empleada en el Aula Virtual CSIC, en función de nuestra experiencia.

---

## El Aula Virtual CSIC: inicios, evolución y estado actual

Entre los años 2006 y 2007, estando internet totalmente implantado y presente tanto en las empresas públicas y privadas como a nivel doméstico, el equipo de El CSIC en la Escuela vio la importancia de que el Organismo Público de Investigación más grande en España, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, dispusiese de un Campus Virtual a fin de aprovechar todos los recursos que internet ponía a disposición tanto de los investigadores que quisiesen impartir un curso como de aquellos alumnos que lo fuesen a recibir.

---

\* E-mail de la autora: [salome@orgc.csic.es](mailto:salome@orgc.csic.es).

Tras un intento fallido de crear una plataforma elaborando software propio, se decidió que la plataforma de Learning Management System (LMS), Moodle, libre, gratuita y que ya estaba siendo empleada con éxito en otras instituciones internacionales como la Open University del Reino Unido, fuese la elegida.

En enero de 2007 finalmente se implantó el Aula Virtual del CSIC. Aunque siempre se ofreció la posibilidad de albergar cursos puramente online, la realidad es que este tipo de cursos han sido escasos e incluso inexistentes en el organismo público, salvando aquellos que van dirigidos a la formación del personal del CSIC, que en los últimos tiempos sí se ofrecen de forma virtual pero en una plataforma propia diferente del Aula Virtual del CSIC. En colaboración con el departamento de Postgrado y Especialización del CSIC, lo primero que pensamos fue en darle una difusión adecuada a la herramienta para que todo investigador del CSIC tuviese conocimiento de ella y de sus potenciales capacidades y ventajas.

A pesar del apoyo que dio entonces la Vicepresidencia Científica y Técnica, la realidad es que esta difusión nunca llegó a realizarse, con lo que el Aula Virtual fue una herramienta de la que los investigadores tenían un conocimiento casi casual.

Además, había otros hándicaps en su utilización. Primero, la resistencia de los investigadores a abandonar los métodos tradicionales de impartir sus clases mediante el uso de fotocopias, apuntes y CD's (también pen-drives). Esta reticencia hoy en día, seis años después, se mantiene.

Asociado a esto, el uso del Aula Virtual conllevaba (y conlleva) el aprendizaje de la herramienta que, si bien no es complejo en exceso, requiere de un esfuerzo adicional que no todos estaban dispuestos a realizar.

Otro problema era que el servidor no permitía la carga de archivos pesados, cuestión importante en documentos que en ocasiones tenían hasta 80 y 90 Megabytes (ahora este obstáculo está solucionado pues se permiten archivos de más de 100 MB).

No obstante y a pesar de esto, los directores de los dos másteres que entonces ofrecía el CSIC en colaboración con la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP) y que aún siguen vigentes, el *Máster de Energías Renovables, Pilas de Combustible e Hidrógeno* y el *Máster de Alta Especialización en Plásticos y Caucho*, sí mostraron un gran interés y empeño personal en utilizar la plataforma, motivo por el cuál, desde la misma creación del Aula Virtual, esta sirve de apoyo online a ambos másteres presenciales con un rotundo éxito (**Imagen 1**).

The screenshot shows the main interface of the Aula Virtual CSIC. At the top, there are logos for 'Aula Virtual CSIC', 'CSIC', and the Spanish Government. Below the header, there is a 'Menú principal' section on the left with a 'Ciencia en la escuela' banner and a 'Nueva publicación "Serie El CSIC en la Escuela"' announcement. The main content area is titled 'Categorías' and lists several course categories with their respective titles and dates. Each course entry includes a small icon and a list of dates.

Categoría	Título del Curso	Fecha	
MASTER CSIC-UIMP	MÁSTERES CURSO ACADÉMICO 2013-2014		
	MÁSTER DE ALTA ESPECIALIZACIÓN EN PLÁSTICOS Y CAUCHO 2013-2014		
CULTURA CIENTÍFICA	CURSOS DE EL CSIC EN LA ESCUELA		
	CURSOS 2013		
CURSOS 2012	Seminario Astronomía y Magnetismo en el Aula	Oviedo, 27 y 28 de noviembre de 2013	
	Descubriendo la naturaleza del sonido. UN proyecto de investigación para el aula	Logroño, 18, 19 y 20 de noviembre de 2013	
	Encuentro de trabajo entre asesores, maestros y científicos	Madrid, 30 y 31 de octubre de 2013	
	Investigando con la luz y el color	Ceuta, 4, 5, 6, 7 de noviembre de 2013	
	La competencia científica en Infantil y Primaria. Magnetismo	Gijón, 7 a 10 de octubre de 2013	
	Descubriendo la naturaleza del sonido	Zamora, 23 a 25 de septiembre de 2013	
	Aprendemos ciencia en Infantil y Primaria. Estudiamos las fuerzas	Málaga, 3 a 6 de junio de 2013	
	Ciencia en el aula: el arcoíris es blanco	Pamplona, 15 a 17 de abril de 2013	
	Óptica: elaboración de materiales para la investigación científica en Infantil y Primaria	Cartagena 4 a 7 de marzo de 2013	
	La acústica en las primeras etapas educativas	Gijón, 18 a 21 de febrero de 2013	
	Mecánica: la estática y el principio de Arquímedes	Murcia, 4 a 7 de febrero de 2013	
	Dinámica en Infantil y Primaria	Zamora, 21 a 24 de enero de 2013	
	Introducción a la óptica en Infantil y Primaria	San Sebastián, 14 a 17 de enero de 2013	
	CURSOS 2012	Descubriendo los gases: un proyecto de investigación para maestros de educación Infantil y Primaria	Logroño, 17 a 19 de diciembre 2012
		Iniciación a la ciencia en Infantil y Primaria: el magnetismo	Granada, 26 a 29 de noviembre
El modelo molecular en Infantil y Primaria		Castilleja de la Cuesta, 19 a 21 de noviembre de 2012	
Electromagnetismo en Infantil y Primaria		Ceuta, 6 a 9 de noviembre 2012	
¿De qué estamos hechos nosotros/as y el mundo que nos rodea? Iniciación de proyectos con el CSIC		Pamplona, 8 al 10 de octubre de 2012	
Ciencia para todos: descubriendo los gases		Gijón, 24 a 27 de septiembre 2012	
Óptica en Infantil y Primaria		Málaga, del 7 al 10 de mayo 2012	
POSTGRADO Y ESPECIALIZACIÓN CSIC	La Aplicación de las Tecnologías de Información Geográfica en Arqueología. Módulo avanzado	6 a 15 de mayo de 2013.	
	La Aplicación de las Tecnologías de Información Geográfica en Arqueología. Módulo de iniciación	15 a 24 de abril de 2013.	
CONSOLIDER MALASPINA 2010	Consolider Malaspina 2010		

Imagen 1. Interfaz principal del Aula Virtual CSIC.

Otros investigadores también han apostado por el Aula. Hay unos cursos fijos que desde hace varios años utilizan la herramienta: los dos módulos de *La Aplicación de las Tecnologías de Información Geográfica en Arqueología* y el curso *Los plásticos: desarrollo, aplicaciones, reciclado y medio ambiente*.

Dado que el Aula está administrada por el grupo El CSIC en la Escuela, desde su misma creación, todos los cursos presenciales que el programa ofrece tienen su apoyo online en el Aula Virtual CSIC. La media de cursos anuales ha llegado a ser de entre 15 y 25 al año, creciendo o decreciendo este número en función de la propia actividad del programa. En concreto, en 2010, el aula albergó 19 cursos, en 2011 año de mayor actividad en este sentido, 25 cursos, en 2012, 17 y en 2013 y debido a la situación económica, 12 (Imagen 2).

Respecto al número de usuarios, hay 16.467 registrados, lo cual puede parecer una cifra de gran éxito. La realidad es que hay muchas personas que se registran pero luego jamás vuelven a entrar al sistema. En otros casos, directamente se trata de spam.

Los usuarios que a nosotros nos interesan son aquellos que realmente realizan alguna actividad en el aula. En este punto he de decir que dado que se trata de un apoyo online a cursos presenciales, todos los cursos que hay en el Aula tienen un

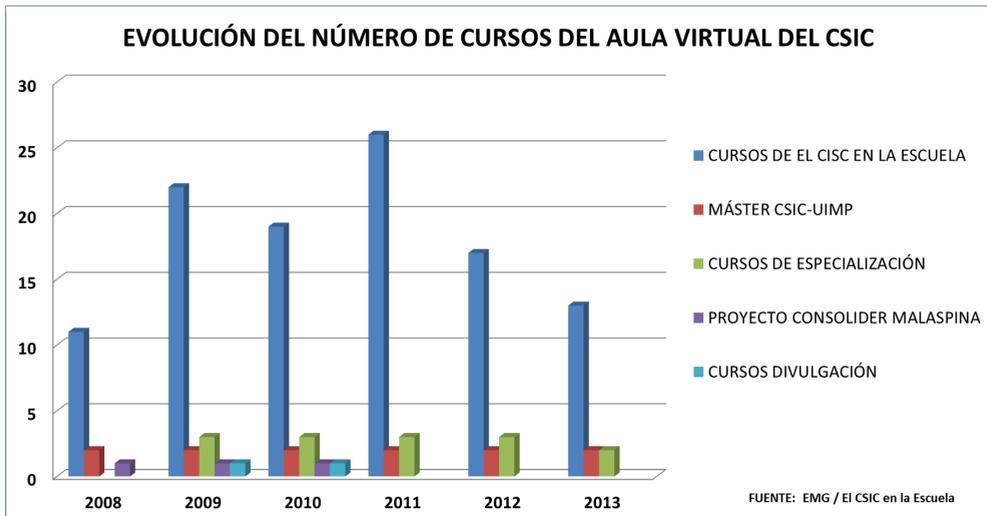


Imagen 2. Evolución del número de cursos y másteres en el Aula Virtual CSIC.

acceso restringido, no permiten invitados (**Imagen 3**). No obstante, para los datos generales, sí tenemos en cuenta aquellos usuarios que entran en la información general de los cursos dado que esto significa que están interesados en realizarlos. De hecho, prácticamente todas las semanas llegan e-mails de personas interesadas en realizar alguno de los cursos, especialmente de Latinoamérica.

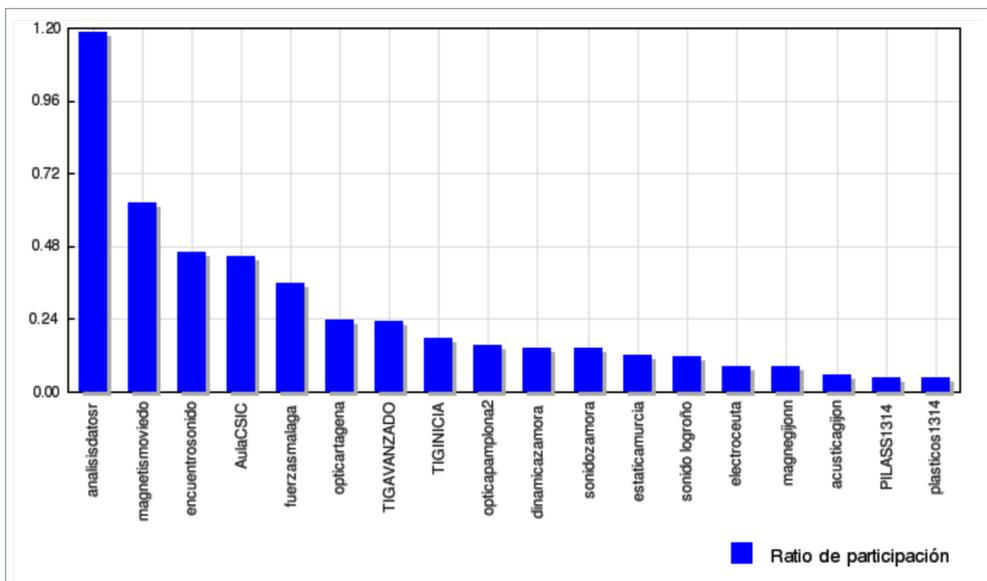


Imagen 3. Cursos con mayor ratio de participación durante 2013.

## Análisis de la enseñanza online

A finales del siglo xx y especialmente en la primera década del siglo xxi, el auge de internet y sus casi infinitas posibilidades hicieron que cualquier universidad, centro de investigación, empresa, colegio o instituto dispusiera de una herramienta de formación ya fuera presencial o a distancia basada en las TIC (tecnologías de información y comunicaciones). Las múltiples ventajas que ofrecía lo que fue dado en llamarse e-learning (aprendizaje electrónico, traducción quizá demasiado literal): accesibilidad, disponibilidad (365 días, 24 horas al día), flexibilidad y ahorro de costes hicieron que este nuevo modelo de enseñanza fuera considerada totalmente revolucionario, especialmente comparado con los métodos de enseñanza tradicionales.

Tras la euforia inicial, comenzaron las críticas. Quizá una de las menos cuestionadas y, sin embargo, a mi juicio, más importantes versaba sobre esa «revolución» en los métodos de enseñanza tradicionales. La primera pregunta sería: ¿qué son los métodos de enseñanza tradicionales? En ellos, tanto en la enseñanza de adultos a niños como de adulto a adulto, el rol del alumno ha sido casi siempre pasivo. Es cierto que hay transmisión del conocimiento pero la clase magistral diferencia muy bien al maestro, que es el experto que imparte, y al alumno, que escucha y cree lo que su maestro le dice. El alumno después realiza un examen para demostrar sus conocimientos en la materia que generalmente memoriza, plasma y olvida en parte.

Desde la etapa infantil hasta la misma universidad este es quizá el método más extendido, al menos en nuestro país. Tiene detractores y defensores, siendo el ahorro de tiempo y recursos una de las ventajas argüidas por los profesores defensores de este método<sup>2</sup>.

Sin desprestigiar la lección magistral que ha funcionado desde la historia de la humanidad, en El CSIC en la Escuela pensamos que la enseñanza de adultos a niños ha de basarse en el método constructivista por el que el alumno desempeña un papel totalmente activo en el proceso de aprendizaje. Además la enseñanza de la ciencia en las primeras etapas educativas implica que el profesor no solo ha de estar versado en la materia sino que, además, ha de saber el momento cognitivo en el que están sus alumnos para adaptar los conocimientos científicos a la capacidad de conceptualización de los niños.<sup>3</sup>

La enseñanza de adulto a adulto no necesita de esa adaptación puesto que todos los alumnos están en el mismo momento cognitivo (otra cosa son los conocimientos previos de cada uno y el mínimo exigido en función del curso en cuestión). Ahora bien, la experiencia de El CSIC en la Escuela impartiendo cursos de formación científica a maestros nos hace afirmar que el método constructivista es igualmen-

te válido para los adultos. Pero en este caso hay una doble dificultad: no solo hay que formar al maestro actualizando sus conocimientos científicos sino que hay que ayudarlo con la metodología para llevar esos conocimientos científicos a sus aulas.

En el caso concreto del e-learning la enseñanza es de adulto a adulto. Si bien hay aulas virtuales en colegios e institutos, rara vez estas dirigen su mirada a los alumnos de Infantil y Primaria. Es a partir de los 12 años cuando los profesores hacen partícipes a los alumnos de los contenidos de formación virtual de sus respectivos centros.

Esta participación, generalmente, no es puramente virtual sino que sirve de apoyo a las clases presenciales, hecho que queda patente en las aulas virtuales de las propias universidades.

Se pueden clasificar dos grados de e-learning:

- Puramente online, que encaja en la propia definición de e-learning: «educación a distancia virtualizada a través de los nuevos canales electrónicos (las nuevas redes de comunicación, en especial internet), utilizando para ello herramientas o aplicaciones de hipertexto (correo electrónico, páginas web, foros de discusión, mensajería instantánea, etc.) como soporte de los procesos de enseñanza-aprendizaje»<sup>4</sup>.
- Apoyo a la formación presencial, diferenciado del e-learning y llamado b-learning (blended learning) e incluso blended e-learning, que combina la enseñanza cara a cara con herramientas virtuales. En este grado se enmarcan todos los cursos presentes en el Aula Virtual CSIC desde su creación en 2007.

Para que un curso virtual sea considerado como tal hay una serie de características generales en las que los expertos en e-learning coinciden:

- Lo primero, básico y principal: un gestor de contenido de aprendizaje. En *aula Clic*<sup>5</sup> se establecen varios sistemas para realizar cursos en internet: páginas en la web, que incluyen la materia del curso y un profesor y/o tutor para responder por correo electrónico. En un plano superior, lo mismo que antes pero incluyendo otro tipo de canales de comunicación (foros, chats, teléfono, videoconferencia).

Por encima de esto, los gestores de contenidos de aprendizaje o, en inglés y más conocido por sus siglas, LMS, que además de lo anterior, administran los cursos y la plataforma en sí: usuarios, categorías de cursos, estructura de los cursos, foros, chats, evaluaciones, bases de datos, etc.

El Aula Virtual del CSIC utiliza este tipo de plataformas a través de Moodle, un software de desarrollo abierto, libre y gratuito que, además, se enriquece con las aportaciones de los propios administradores de los sitios.

Moodle (*Module Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) es una plataforma de LMS creada por Martin Dougiamas en 2002. Martin era administrador de WebCT (una plataforma también gestora de contenidos desarrollada en 1995 por Murray Goldberg) en la Universidad Tecnológica de Curtin, en Australia, plataforma que le dio la idea de crear la herramienta Moodle<sup>6</sup>. Su filosofía era y es crear una comunidad educativa a partir de un software libre y gratuito aproximándose a la idea constructivista de la educación, entendiendo esta como la participación efectiva de los estudiantes en el proceso de aprendizaje a través de los diferentes canales de comunicación permitidos en el software.

Esto quizá entra en contraposición con lo que él mismo dijo en una entrevista realizada por Merce Molist: «Moodle es un sistema de control. Convierte a la institución en un entorno protegido dentro de Internet y da mucho poder a los profesores, que pueden tener toda la información sobre sus alumnos. Los estudiantes a quienes gusta ser dirigidos aman Moodle. El resto, no».<sup>7</sup>

Es un LMS válido tanto para el e-learning como para el b-learning. Es para esto último para lo que realmente se emplea el Aula Virtual CSIC en todos los cursos que alberga desde 2007.

El resto de características se resumen en:

- Un tutor. El tutor es aquella persona que guía, orienta y ayuda al alumno en todo el proceso de aprendizaje durante el transcurso del curso. Cabe la posibilidad de que un curso tenga varios profesores expertos en diversas materias pero, preferiblemente, todo será coordinado por un tutor para así facilitar la labor del alumno, siendo él su principal interlocutor.
- Agenda o calendario de trabajo (llamado planning o cronograma).
- Panel de anuncios: para subir noticias y, en general, toda aquella información relevante para la evolución del curso.
- Canales de comunicación entre el tutor y los alumnos así como entre los propios alumnos: foros, chats, correo electrónico, etc.

- Materiales del curso y complementarios (archivos, artículos, enlaces interesantes, etc.) a disposición de los alumnos.
- Test, exámenes y ejercicios de autoevaluación para que el alumno vea su propia evolución.
- Test, exámenes o ejercicios de evaluación para que el tutor pueda calificar a los alumnos. Dichas evaluaciones así como otras observaciones han de poder ser vistas por el alumno.

Tras todo lo expuesto anteriormente, hago una reflexión, ¿hay demasiadas diferencias entre la lección magistral y un curso virtual?

En la lección magistral hay también un tutor o profesor. A principios de curso o durante el mismo, se proporciona al alumno un calendario de la asignatura. El panel de anuncios virtual es como el tablón de corcho tradicional. Los materiales del curso y complementarios son las fotocopias, libros y apuntes tradicionales. Los test de autoevaluación son como los «controles» y los exámenes o ejercicios exactamente lo mismo que los tradicionales en papel.

La diferencia principal quizá radique en los canales de comunicación. No se puede equiparar el alzar la mano y preguntar al profesor o acudir a las tutorías con los recursos que ofrecen las aulas virtuales. Es cierto que las posibilidades de las plataformas gestoras de contenido son mucho mayores. Por ejemplo, Moodle ofrece la posibilidad de comunicarse entre los propios alumnos, de crear wikis, de hacer comentarios, etc.

En datos concretos del Aula Virtual del CSIC, de 2 másteres, 22 cursos de El CSIC en la Escuela (entre el segundo semestre de 2012 y todo 2013) y 2 cursos de postgrado del CSIC, en la plataforma a fecha 20 de noviembre de 2013, solo en cuatro cursos se encuentra el foro activo, entendiéndose por activo una participación real de los alumnos del curso en un momento determinado (por ejemplo, el intercambio de experiencias llevadas a las aulas por sus maestros).

Cinco cursos tienen un tema de discusión iniciado por el profesor o administrador, que no ha sido contestado por nadie, y el resto, directamente no tienen ningún tema de discusión en el foro (**Imagen 4**).

Tanto en las instrucciones de acceso que se facilitan a los alumnos como en el propio curso durante la parte presencial, se incide mucho en las posibilidades que ofrecen los foros. Pero a pesar de ello, los datos nos muestran que, en el caso concreto del Aula Virtual CSIC, su uso real se reduce a un escaso 17%.



**Imagen 4.** Pantallazo de un foro sin tema de discusión en el máster de energías renovables.

Las plataformas en particular y el aprendizaje electrónico en general buscan conseguir un aprendizaje colaborativo e, incluso, como el propio creador de Moodle querría, un aprendizaje inspirado en el constructivismo. Pero, de momento, parece que no hay demasiadas diferencias entre el e-learning y la enseñanza tradicional, variando quizá que el alumno tiene a su disposición más canales de participación que, como es el caso del Aula Virtual CSIC, puede no usar. Pero esto, a mi juicio, no es constructivismo. Es más bien e-reading o e-training, como dice Javier Martínez Aldanondo<sup>8</sup> en su artículo «Contenidos en e-learning: el rey sin corona, por ahora».

Quizá este hecho se deba a que, de momento y hasta la siguiente generación, los creadores de cursos online son aquellas personas que impartían cursos tradicionales que lo que han hecho es adaptar esos cursos a una nueva herramienta pero manteniendo la misma estructura. La nueva generación venidera, acostumbrada a las nuevas tecnologías desde su más temprana edad, es posible que cambie esta concepción pasando de utilizar la red como medio de recuperación de datos a utilizar la red como un verdadero medio de comunicación.

No obstante, e independientemente de este análisis, las cifras parecen demostrar buenos resultados en cuanto a número de cursos y número de alumnos en muchas aulas virtuales de universidades e instituciones tanto nacionales como internacionales. Se cifra que Moodle opera en 86.542 sitios registrados con 7.868.015 cursos y 73.623.696 usuarios registrados.<sup>9</sup>

## El b-learning en los cursos de El CSIC en la Escuela

No obstante respecto a las plataformas LMS, si bien decir que han revolucionado la enseñanza es quizá decir demasiado, sí es cierto que han facilitado el acceso al aprendizaje y han cambiado los ritmos del mismo.

Dado que los cursos de El CSIC en la Escuela se imparten a lo largo de toda la geografía española, la disponibilidad, flexibilidad y accesibilidad del e-learning o mejor en nuestro caso, b-learning, ha permitido que alumnos que en otras circunstancias, una vez realizado el curso presencial, se hubieran «desenganchado» de las actividades del programa, se han mantenido en contacto con el equipo gracias al fácil acceso a los materiales de cada uno de los cursos impartidos.

Es por ello que abogamos por esta enseñanza mixta: presencial con apoyo online. Los cursos de El CSIC en la Escuela utilizan la plataforma como valioso recurso de apoyo dado que sumando la cercanía y motivación de los cursos presenciales impartidos mediante el método constructivista y las posibilidades que ofrece el Aula Virtual CSIC en cuanto a accesibilidad, flexibilidad, disponibilidad y comunicación profesor-alumno y alumno-alumno (independientemente de que haya que potenciar el uso de estos canales de comunicación), son la combinación ideal para este tipo de formación que requieren de un proceso de «aprender haciendo» (parte presencial) junto con un periodo de asimilación (parte online), fundamentales para su éxito.

En nuestro caso, en vez de realizar un test o examen para ver si los alumnos han asimilado los conocimientos, ponemos a su disposición en el Aula Virtual una serie de materiales y guías didácticas de aplicaciones al aula referentes al tema científico que se haya impartido en el curso presencial. Este material más el ofrecido en la clase, sirve a los maestros para llevar el conocimientos científico adquirido a sus aulas, teniendo en cuenta, tal y como he especificado antes, el momento cognitivo de sus alumnos.

Los maestros partícipes de la formación de El CSIC en la Escuela pueden documentar sus experiencias de dos maneras: una como aplicación al aula y otra a modo de investigación. La primera se publica posteriormente en la Web del Programa<sup>10</sup> y la segunda en la publicación digital «Serie El CSIC en la Escuela: investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula».<sup>11</sup> De esta forma se favorece la retroalimentación entre los alumnos y los tutores, este *feed-back* es uno de los pilares fundamentales del Programa El CSIC y la FBBVA en la Escuela junto con las actividades de comunicación social: congresos, encuentros, premios, ferias, etc.

## El futuro del aprendizaje electrónico

Quizá el futuro del e-learning y del b-learning vaya de la mano de las redes sociales, aplicaciones para los smartphones, tabletas y los sistemas de alertas: que no sea necesario que el usuario se registre para ver y participar en un foro o para ver si un profesor ha actualizado la documentación sino que pueda recibir alertas que le tengan en todo momento informado sobre cualquier hecho relevante y en comunicación permanente con el grupo. Esto dependerá del tipo de curso y del número de usuarios que estén matriculados. A mayor número de usuarios, más difícil se hará la comunicación entre los mismos, aunque hay alguna experiencia que está arrojando buenos resultados en este sentido como Miriada X<sup>12</sup>, web en la que se aloja un curso de HTML 5 para Mozilla que cuenta con cerca de 11.000 usuarios repartidos por todo el mundo.

También habría que reflexionar en los métodos de enseñanza que se utilizan en las plataformas para ver si el método tradicional es el único válido en función de las herramientas disponibles o si se podrían modificar estas herramientas para poner en práctica realmente el constructivismo, tal y como nosotros lo entendemos: aprender haciendo. Quizá haya que esperar a la próxima generación para ver si esto es viable.

## Conclusiones

El Aula Virtual del CSIC, creada en 2007 empleando Moodle y funcionando en la actualidad como herramienta de apoyo online a los cursos presenciales que alberga, ha tenido un crecimiento importante en cuanto a número de cursos, si bien en los últimos dos años se experimenta una tendencia a la baja relacionada principalmente con la situación económica actual.

El número de usuarios sí se ve incrementado, aunque los que participan activamente en los cursos así como el ratio de participación va ligado al número de cursos y másteres puesto que todos tienen un carácter restringido y solo pueden acceder los alumnos que realicen la parte presencial.

Una de las herramientas más importantes que ofrece la plataforma, los foros, tienen en nuestro caso, una escasa participación activa que roza el 17%.

Respecto a la reflexión del aprendizaje en línea, por nuestra experiencia, si bien el e-learning adolece, de momento, de un diseño realmente constructivista de la enseñanza, es una herramienta muy potente por los recursos que ofrece a los usuarios,

tanto a los profesores que imparten las clases como a los alumnos que las reciben. Su potencialidad principal reside en ser aulas abiertas y con todos los recursos disponibles de manera permanente. Además las posibilidades de comunicación en varias direcciones: entre los propios alumnos y profesor-alumno-profesor hacen que la relación sea más fluida y participativa. Es probable que las redes sociales y los sistemas de alertas aporten mejoras en este sentido.

En El CSIC en la Escuela apostamos, sin embargo, por la enseñanza mixta: la parte presencial en la que se motiva al alumno, se comprueban sus conocimientos previos cara a cara, se adaptan sobre la marcha los contenidos y se emplea el método constructivista para que el alumno, en este caso adulto, adquiera los conocimientos científicos. La parte online aprovecha todas las ventajas ofrecidas por internet y por la plataforma para garantizar la asimilación de los conocimientos al poner a su disposición todo el material necesario, incluso algún material añadido, así como la posibilidad de comunicarse con el equipo y también entre los propios alumnos, teniendo en cuenta la distancia geográfica existente. Luego esta asimilación tiene su reflejo en las aplicaciones al aula, los trabajos de investigación y las actividades de comunicación social del Programa.

---

### Referencias bibliográficas

1. Aula virtual CSIC. [En línea]: <<http://www.aulavirtual.csic.es>> [consulta: noviembre 2013].
2. Aula Fácil. [En línea]: <<http://www.aulafacil.com/Didactica/clase4-2.htm>> [consulta: noviembre 2013].
3. J. M. LÓPEZ SANCHO. El CSIC y la FBBVA en la Escuela. *Formación científica del profesorado*. [En línea]: <<http://www.csicenlaescuela.csic.es/inicia.htm>> [consulta: noviembre 2013].
4. Wikipedia. *Aprendizaje electrónico*. [En línea]: <[http://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje\\_electr%C3%B3nico](http://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje_electr%C3%B3nico)> [consulta: noviembre 2013].
5. AulaClic. *Aprender en internet (II)*. [En línea]: <[http://www.aulaclic.es/internet/t\\_9\\_2.htm](http://www.aulaclic.es/internet/t_9_2.htm)> [consulta: noviembre 2013].
6. Wikipedia. MARTIN DOUGIAMAS. [En línea]: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Martin\\_Dougiamas](http://en.wikipedia.org/wiki/Martin_Dougiamas)> [consulta: noviembre 2013].
7. El País. Archivo Ciberpais. *Entrevista: Educación*. [En línea]: <[http://elpais.com/diario/2008/12/04/ciberpais/1228361067\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2008/12/04/ciberpais/1228361067_850215.html)> [consulta: noviembre 2013].
8. JAVIER MARTÍNEZ ALDANONDO. «Contenidos en e-learning: el rey sin corona (por ahora)». Universitat Oberta de Catalunya: Artículo. [En línea]: <<http://www.uoc.edu/dt/20126/>> [consulta: noviembre 2013].
9. Moodle. *Estadísticas de moodle*. [En línea]: <<https://moodle.org/stats/?lang=es>> [consulta: noviembre 2013].
10. El CSIC y la FBBVA en la Escuela. *Ciencia en el Aula*. [En línea]: <<http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/proyectosdid.htm>> [consulta: noviembre 2013].

11. El CSIC y la FBBVA en la Escuela. *Publicaciones*. [En línea]: <<http://www.csicenlaescuela.csic.es/publicaciones.htm>> [consulta: noviembre 2013].

12. Miriada X. *Desarrollo de Aplicaciones en HTML5 y para Dispositivos Móviles Firefox O.S.* [En línea]: <<https://www.miriadax.net/web/firefox-os>> [consulta: noviembre 2013].



e-ISBN: 978-84-00-09786-8



9 788400 097868



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



**CSIC**

Fundación **BBVA**