



IKASTORRATZA, e-Revista de Didáctica, es una revista en formato digital que publica artículos relacionados con los procesos de enseñanza y aprendizaje, a través de Internet y bajo la licencia Creative Commons.

IKASTORRATZA, e-Revista de Didáctica, es una publicación seriada, gratuita y libre de ser impresa que cada seis meses divulga artículos científicos, propuestas didácticas y artículos de opinión sobre cuestiones relativas al mundo de la didáctica.

IKASTORRATZA, e-Revista de Didáctica, asume como objetivo principal la difusión del conocimiento pedagógico y de metodologías didácticas que favorezca la expansión de prácticas de educativas efectivas.

IKASTORRATZA, e-Revista de Didáctica, es una revista bilingüe, abierta a propuestas de autores y autoras que deseen publicar trabajos inéditos tanto en euskara como en castellano.

IKASTORRATZA. Didaktikarako e-aldizkaria

IKASTORRATZA. e-journal on Didactics

IKASTORRATZA. e-Revista de Didáctica

ISSN: 1988-5911 (Online) Journal homepage: <http://www.ehu.es/ikastorratza/>

Trabajando las leyes de la mecánica a través de un proyecto: el móvil de Newton, un juguete muy serio

Gloria Rodríguez-Loinaz
gloria.rodriguez@ehu.es

Alvaro Antón
alvaro.anton@ehu.es

To cite this article:

Rodríguez-Loinaz, G. & Antón, A. (2018). Trabajando las leyes de la mecánica a través de un proyecto: el móvil de Newton, un juguete muy serio. *IKASTORRATZA. e-Revista de Didáctica*, 20, 67-90. Retrieved from http://www.ehu.es/ikastorratza/20_alea/5.pdf

To link to this article:

http://www.ehu.es/ikastorratza/20_alea/5.pdf

Published online: 20 June 2018.

Trabajando las leyes de la mecánica a través de un proyecto: el móvil de Newton, un juguete muy serio.

Gloria Rodríguez¹ & Alvaro Antón²

¹ Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales,
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

gloria.rodriguez@ehu.eus

² Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales,
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

alvaro.anton@ehu.eus

Resumen

En este artículo se presenta una propuesta didáctica, basada en el desarrollo de un proyecto, para trabajar la segunda y la tercera ley de Newton, bases de la mecánica. La actividad se basa en el desarrollo en forma de juguetes, de móviles de Newton, objetos que se desplazan de manera autónoma por propulsión a chorro. El movimiento es producido por un chorro de fluido (gaseoso o líquido), y se origina en base a la tercera ley de Newton, la ley de acción-reacción.

Se trata de un proyecto, que además de ayudar al alumnado a aprender de una manera activa las leyes base de la mecánica, contribuye a la adquisición y desarrollo de numerosas competencias (científica, tecnológica, lingüística, artística, etc.). Este proyecto puede ser realizado tanto en primaria como en secundaria, adaptando los requerimientos y las características que deben de tener los móviles (masa mínima, distancia mínima, origen del chorro de aire o líquido, etc.) a las diferentes etapas.

A modo de ejemplo, aquí se presenta el proyecto realizado con alumnado universitario durante la formación inicial de maestros y maestras.

Palabras clave: Acción-reacción, fuerza, aceleración, masa, juguete, leyes de Newton.

Laburpena

Artikulu honetan Mekanikaren oinarriak diren Newtonen bigarren eta hirugarren legeak lantzeko proposamen didaktiko bat aurkezten da. Jarduera hau txorrotada bidez era autonomo batean higidura lortzen duten gailuen garapenean datza. Newtonen higikariak diren automobil hauetan, mugimendua fluitu baten (gasa edo likidoa) zurrusta-propultsioaren bitartez lortzen da, eta akzio-erreakzioaren legearen bitartez azaltzen da.

Mekanikaren legeen oinarriak aztertzeko baliagarria izan daitekeen proiektu honen estrategia didaktikoan hainbat konpetentzia eskura daitezke (zientifikoa, teknologikoa, linguistikoa, artistikoa, etb.). Eskakizunak eta higikarien ezaugarriak aldatuz (Gutxienezko masa, ibili beharreko distantzia, aire zein likidoaren jatorria, etb.) proiektu hau Lehen zein Bigarren Hezkuntzara moldatu daiteke.

Eredu modura, hemen Lehen Hezkuntzako Unibertsitate Graduko ikasleekin egindako proiektua aurkezten da.

Hitz gakoak: Akzio-erreakzio, indar, azelerazio, masa, jostailu, Newton-en legeak

Abstract

This article presents a didactic proposal, based on the development of a project, to work on the foundations of mechanics through Newton's second and third laws. The activity consists on the construction of toys developing them as Newton's mobiles, objects that move autonomously by jet propulsion. The movement is produced by a stream of fluid (gaseous or liquid), and it is explained through Newton's third law, the law of action-reaction.

This is a project that, in addition to helping students to actively learn the basic laws of mechanics, contributes to the acquisition and development of numerous skills (scientific, technological, linguistic, artistic, etc.). This project can be carried out in both primary and secondary schools, adapting the requirements and characteristics that mobiles must have (minimum mass, minimum distance, origin of the fluid jet, etc.) to the different stages.

The project carried out with university students during the initial training of teachers is presented here as an example,

Key words: Action-reaction, force, acceleration, mass, toy, Newton's Laws.

TÍTULO DEL PROYECTO: El móvil de Newton, un juguete muy serio.

ÁREA: Ciencias de la naturaleza / Física y química

CURSO: 6º Primaria / 2º-4º ESO

1. Contexto

La comprensión y el aprendizaje de los conceptos científicos entraña en muchas ocasiones la necesidad de romper una serie de barreras autoimpuestas por el alumnado que, en cierta forma, acrecientan las dificultades para acometer y desarrollar la tarea en clase (Orts, 2011). En este sentido, las actividades educativas y los modelos docentes más tradicionales suelen encontrar dificultades para aunar el desarrollo de las competencias básicas, genéricas y específicas, con un enfoque atractivo para el alumnado. Por ello, y siguiendo la idea de que la primera tarea del maestro es la de crear el ambiente psicológico que fomente un contexto socio-emocional apropiado para el aprendizaje (Tapia, 2005; Muñoz, 2011; Roca et al., 2002), se plantea una actividad que estimule el desarrollo del conocimiento a adquirir, uniéndolo al proceso de construcción de un objeto con el que una vez terminado, el alumnado pueda también jugar.

El uso positivo del desafío que entraña la construcción de una máquina capaz de moverse de forma autónoma como estrategia docente puede aportar múltiples beneficios en la formación del alumnado, ya que contribuye, no solo a la interiorización de conceptos, sino también al desarrollo de competencias por parte del mismo. Por un lado, la resolución del problema planteado implica que el alumnado, partiendo de sus conocimientos previos, sea capaz de interpretar varios fenómenos naturales y de valerse de aplicaciones científico-tecnológicas que permitan avanzar en el diseño del juguete. Por otro lado, la estrategia que se plantea en este proyecto supone la utilización con criterio de los diferentes materiales que el alumnado tiene a su alcance, debiendo seleccionar aquellos más apropiados, de forma que le permita resolver las diferentes dificultades que se irá encontrando a lo largo del proyecto. Además, en el desarrollo de este proyecto se ha considerado oportuno el enfoque del mismo bajo la premisa del trabajo en grupo. Los efectos de la colaboración en grupo sobre el aprendizaje en etapas tempranas son conocidos y se mencionan desde la bibliografía más clásica (Vigotsky, 1962; Doise y Mugny, 1984; Murray, 1972; Silverman y Stone, 1972) y, aunque este tipo de aprendizaje

en grupo puede entrañar dificultades (Tudge y Winterhoff, 1993; Killen et al, 2018), en general, los niños aprenden más (García et al, 2001).

Actualmente, el desarrollo de competencias por parte del alumnado es uno de los objetivos principales de la educación reglada (Gobierno Vasco, 2016). Tomando como base el constructivismo, donde se postula que el conocimiento no es el resultado de una recepción pasiva de objetos exteriores sino fruto de la actividad del sujeto, en el presente trabajo se presenta una propuesta didáctica para trabajar las fuerzas y sus efectos sobre los objetos de una manera práctica. El desarrollo de este proyecto permite, además de la interiorización de diferentes conceptos, el desarrollo tanto de competencias básicas transversales (ver punto 3) como específicas disciplinares (particularmente las científicas y tecnológicas) y su integración en el proceso de aprendizaje, ya que requiere la implicación activa del estudiante en procesos de búsqueda y estudio de información, experimentación, reflexión y aplicación y comunicación del conocimiento.

La actividad que se plantea en el presente proyecto educativo se desarrolla con la filosofía de mantener una plasticidad suficiente de manera que el profesorado implicado en su aplicación la pueda desarrollar adecuándola a las necesidades de su alumnado, y modificar, bien atendiendo a los objetivos a alcanzar, o bien a la etapa educativa en la que se aplicará. El proyecto aquí presentado puede, por tanto, desarrollarse en diferentes etapas educativas, tanto en Educación Primaria (EP) como en Educación Secundaria Obligatoria (ESO), adaptando los requerimientos y objetivos teóricos y las características que deben de tener los juguetes (masa mínima, distancia mínima, origen del chorro de aire o líquido, etc.) a las diferentes etapas.

Atendiendo al Currículo de la EP (Decreto Gobierno Vasco 236/2015), este proyecto se enmarcaría dentro del área “Ciencias de la Naturaleza” y sería adecuado para ser desarrollado con alumnos y alumnas de 6º curso. El área de Ciencias de la Naturaleza trata de contribuir al desarrollo del pensamiento científico y tiene como eje la observación y experimentación más que la transmisión lineal de contenidos conceptuales o declarativos. Al final de esta etapa, entre muchas otras cosas, el alumnado debe ser capaz de reconocer los efectos visibles de las fuerzas sobre los objetos, de predecir cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las fuerzas, y comunica el proceso y el resultado obtenido. Estos contenidos se vuelven a trabajar nuevamente y con mayor nivel de profundización en la ESO dentro de la asignatura de Física y Química, obligatoria en el 2º y 3er curso y no obligatoria en 4º. Según el currículo

de la ESO, se debe garantizar una alfabetización científica en todos los aspectos básicos relacionados con la Física y la Química al finalizar tercer curso. Además, dicho currículo recomienda que tanto en segundo como en tercer curso el tratamiento de los conceptos sea cualitativo y experimental, dejando para 4º curso de ESO y para Bachillerato aspectos cuantitativos y más académicos. Es por ello, que el proyecto aquí presentado, sería igualmente adecuado para trabajar los contenidos del Bloque 4, fuerzas y cambios, correspondiente a 2º de la ESO. También sería útil para reforzar los contenidos más teóricos trabajados en el Bloque 2, los movimientos y sus causas, correspondiente al 4º curso de la ESO.

2. Objetivos didácticos

- Comprender que las fuerzas son interacciones entre dos objetos y no algo que los objetos posean.
- Comprender la relación existente entre la fuerza aplicada, la masa de los objetos y la aceleración conseguida (segunda ley de Newton).
- Comprender que cuando un objeto ejerce una fuerza sobre otro, el segundo objeto ejerce la misma fuerza sobre el primero en la misma dirección, pero en sentido contrario (tercera ley de Newton).
- Comprender que las fuerzas de un par de acción-reacción nunca se anulan entre sí ya que son aplicadas en objetos diferentes.
- Trabajar la compresión de los gases (los aumentos de su presión y sus consecuencias).
- Conocer las reacciones químicas (mezcla de bicarbonato y vinagre).
- Interiorizar los siguientes conceptos: rozamiento, eje, centro de masa.
- Usar las nuevas tecnologías para la búsqueda de la información.
- Aprender a seleccionar información, a aplicarla y a transmitirla correctamente.
- Aprender a utilizar diferentes herramientas en el aula de tecnología e interiorizar la importancia de las normas de seguridad.
- Aprender a buscar soluciones ante problemas técnicos.
- Organizar el trabajo en equipo.
- Comunicar resultados utilizando diversas técnicas, así como un lenguaje coherente.

3. Competencias trabajadas

El desarrollo de este proyecto permitirá trabajar un amplio número competencias transversales y disciplinares. A continuación, se presentan un listado de las competencias trabajadas y las actividades a las que van ligadas. La codificación de las actividades (A.1 a A.6) se recoge en el siguiente apartado.

3.1 Competencias transversales

a) Competencia para la comunicación verbal, no verbal y digital.

Componentes trabajados:

- Comunicar, de forma oral y escrita, con fluidez, autonomía, creatividad y eficacia. (A.6)
- Usar de forma creativa, crítica, eficaz y segura las tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje. (A.3)

b) Competencia para aprender a aprender y a pensar.

Componentes trabajados:

- Buscar, seleccionar, almacenar y recuperar la información de diversas fuentes (impresas, orales, audiovisuales, digitales...) y evaluar la idoneidad de las fuentes. (A.3)
- Comprender y memorizar la información, y expresar lo comprendido. (A.6)

c) Competencia para convivir.

Componentes trabajados:

- Aprender y trabajar en grupo, asumiendo sus responsabilidades y actuando cooperativamente en las tareas de objetivo común, reconociendo la riqueza que aportan la diversidad de personas y opiniones. (A.2, A.3, A.4, A.5)

d) Competencia para la iniciativa y el espíritu emprendedor.

Componentes trabajados:

- Generar y/o asumir la idea o proyecto, planificar el proyecto y analizar su viabilidad. (A.3)
- Ejecutar las acciones planificadas y realizar ajustes cuando sean necesarios. (A.4)
- Evaluar las acciones realizadas, comunicarlas y realizar propuestas de mejora. (A.5, A.6)

e) Competencia para aprender a ser.

Componentes trabajados:

- Autorregular la motivación y fuerza de voluntad para llevar a cabo sus decisiones y obligaciones. (A.4)
- Autorregular la comunicación verbal. (A.6)
- Aprender a aprender colaborando en grupo cooperativo. (A.2, A.3, A.4, A.5).

3.2 Competencias básicas disciplinares

a) Competencia en comunicación lingüística y literaria.

Componentes trabajados:

- Producir textos orales y escritos, propios de ámbitos personales, sociales o académicos, para responder eficazmente a diferentes necesidades comunicativas. (A.5, A.6)

b) Competencia científica y tecnológica.

Componentes trabajados:

- Describir, explicar y predecir los sistemas y fenómenos naturales, utilizando el conocimiento científico de forma coherente, pertinente y correcta. (A.1, A.2, A.5, A.6)
- Relacionar los conceptos básicos de las ciencias con los sistemas y procesos del mundo natural, articulándolos en leyes, modelos y teorías donde toman su sentido. (A.1, A.2, A.3, A.4, A.5, A.6)
- Detectar y definir con precisión problemas tecnológicos y diseñar una solución que los resuelva, aplicando conocimientos tecnológicos, de otras ramas, o los obtenidos mediante el método de análisis de objetos y sistemas. (A.4, A.5)
- Implementar soluciones tecnológicas, apoyándose en una documentada planificación, actuando de manera metódica, aplicando normas de seguridad y ergonomía para acercar lo elaborado a las condiciones planteadas, así como valorar el resultado y el proceso en aras a continuar con ciclos de mejora. (A.4, A.5, A.6)
- Desarrollo de destrezas técnicas y habilidades para manipular objetos con precisión y seguridad. (A.4, A.5)

a) Competencia social y cívica

Componentes trabajados:

- Asumir y tomar parte de una ciudadanía consciente del medio en que se desenvuelve, comprometida y solidaria, y que, mediante la búsqueda de nuevas formas de relación con la naturaleza, contribuya en su mejoría y sostenibilidad. (A.4)

c) Competencia artística.

Componentes trabajados:

- Generar productos artísticos de manera personal y razonada como forma de expresión, representación y comunicación de emociones, vivencias e ideas en distintas situaciones y ámbitos de la vida. (A.4)

f) Competencia matemática

Componentes trabajados:

- Identificar y resolver diversas situaciones problemáticas con contenido matemático, aplicando las estrategias pertinentes. (A.4)

f) Competencia motriz

Componentes trabajados:

- Psicomotricidad fina. (A.4, A.5)

4. Secuencia de actividades

Las actividades del proyecto se agrupan en 4 grandes grupos, y a su vez cada una puede subdividirse en tareas específicas (A1 a A5) que se describen en el apartado 6. Las fases a completar serían las siguientes:

- 1) EXPLORACIÓN: A.1, A.2
- 2) PLANIFICACIÓN: A.3
- 3) DESARROLLO: A.4, A.5
- 4) EVALUACIÓN: A.6

La Evaluación del proyecto es un aspecto fundamental del proceso de aprendizaje. A continuación, se recogen a modo de propuesta, los indicadores que podrían ser usados para la evaluación:

- El móvil construido cumple los requisitos marcados (masa mínima, distancia mínima, movimiento originado a través de un chorro de aire o líquido).
- Los materiales utilizados son reciclados (en la medida de lo posible).
- Identifica las fuerzas que originan el movimiento y las explica correctamente.
- La apariencia estética del móvil ha sido trabajada y cuidada.
- Utiliza correctamente el material y los instrumentos del aula.

- Recoge el material y deja el aula limpia tras su uso.
- Participa en la planificación de la tarea, asume el trabajo encomendado, y comparte las decisiones tomadas en grupo.
- Muestra interés y una actitud apropiada durante el desarrollo de las diferentes actividades.
- Realiza búsquedas de información y la interpreta correctamente.
- Se expresa con claridad, orden y precisión en la exposición oral y escrita.
- Reflexiona sobre su proceso de aprendizaje.

Algunos de estos indicadores, como mostrar interés y manipular correctamente el material de aula, han de ser evaluados a lo largo de todo el proyecto. La evaluación del resto de indicadores se centrará principalmente en las actividades A.5 y A.6.

5. Infraestructuras y material necesario

Requerimientos de aulas: Aula de plástica o tecnología.

Material: Para la elaboración de los móviles de Newton se utilizarán en la medida de lo posible materiales reciclados.

Los materiales comúnmente utilizados para la construcción de los móviles son:

- | | |
|-----------------------------------------|-----------------------|
| - Botellas y tapones de plástico. | - CDs |
| - Globos | - Pajitas |
| - Palillos (para pinchos morunos, etc.) | - Corchos de botellas |
| - Plastilina | - Cajas de cartón |
| - Cartón de leche | - Láminas de corcho |
| - Latas de refresco vacías | |

Por otra parte, los materiales para originar el movimiento serían:

- | | | |
|-----------|-------------------------------------------|----------------------|
| - Globos | - Velas | - Bicarbonato |
| - Vinagre | - Agua | - Bomba de bicicleta |
| - Pajitas | - Válvula de bicicleta o coche (sin obús) | |

El uso de sierras, pistolas de pegamento termofusible, masilla termoestable (para sellado de las calderas) etc. quedará a criterio del profesor y su uso se realizará en cualquier caso bajo su supervisión.

6. Descripción de actividades

A continuación, se describen las diferentes actividades realizadas durante la realización del proyecto con alumnado de tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Facultad de Educación de Bilbao (UPV/EHU).

La semana anterior a comenzar el proyecto, se trabajaron en clase los siguientes conceptos y de la siguiente manera:

- Fuerza: interacción entre dos cuerpos que tiene la capacidad de cambiar el estado de movimiento de los mismos.
- Cambios del estado de movimiento de un cuerpo: Empezar a moverse, pararse o cambiar su velocidad (módulo, dirección o sentido).
- Ley del equilibrio mecánico: Para cambiar el estado de movimiento de un cuerpo es necesaria una fuerza. Así, cuando la fuerza neta sobre un cuerpo es igual a 0, si dicho cuerpo se encuentra en reposo seguirá en reposo y si se encuentra en movimiento seguirá moviéndose a velocidad constante. Cuando la fuerza neta sobre un cuerpo es mayor que 0, si dicho cuerpo se encuentra en reposo comenzará a moverse en la dirección de la fuerza aplicada y si se encuentra en movimiento se velocidad cambiará (módulo, dirección o sentido).

ACTIVIDAD A.1. Presentación del proyecto y detección de ideas previas.

Lugar: Aula.

Organización del alumnado: Todos juntos.

Materiales: Patinete.

Procedimiento: Para presentar la tercera ley de Newton utilizamos un patinete. El profesor/a se sube en el patinete y se coloca junto a la pared. A continuación, empuja la pared con la mano y los alumnos/as observan cómo el profesor/a se aleja de la misma. Seguidamente plantea las siguientes preguntas para conducir a los alumnos/as hacia la tercera ley de Newton:

- ¿Qué es lo que ha ocurrido?
- ¿Por qué me he movido?
- Si estaba parado y he comenzado a moverme, ¿se ha cambiado mi estado de movimiento?
- ¿Qué es necesario para que eso ocurra?
- ¿Quién o qué ha ejercido una fuerza sobre mí?

Una vez que el alumnado ha comprendido que la pared ha empujado al profesor/a, se presenta la tercera ley de Newton. Tras presentar la ley de manera teórica, el profesor/a explica a los alumnos que en los próximos días van a realizar un proyecto en el cual van a tener que construir un juguete que se mueva por sí solo utilizando como base del movimiento esta ley.

ACTIVIDAD A.2. ¿Qué es un móvil de Newton?

Lugar: Aula.

Organización del alumnado: En grupos de 4.

Materiales: Hilo, pajita, globo, celo.

Procedimiento: El profesor/a explica que el juguete se tiene que basar en el móvil de Newton, un objeto que se desplaza de manera autónoma, en el cual el movimiento es originado por un chorro de fluido (gaseoso o líquido).

Para que los alumnos/as comprendan mejor el concepto el profesor/a plantea la siguiente actividad. Tras organizar a los alumnos en grupos de 4, reparte un globo, una pajita, un

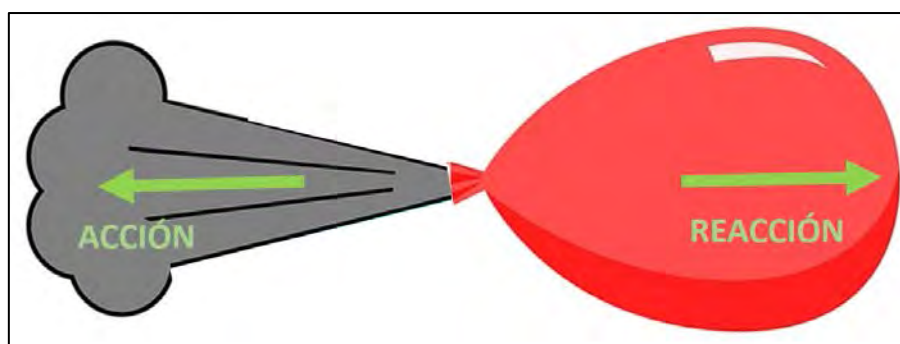
trozo de unos dos metros de hilo y celo a cada grupo. Con ese material, tienen que conseguir que el globo se mueva en línea recta (Fig. 1).

Figura 1: Móvil de Newton básico.



Una vez conseguido, se identifican las fuerzas de acción y reacción que explican el movimiento (Fig. 2).

Figura 2: Fuerzas de acción-reacción. Acción: el globo empuja el aire que se encuentra en su interior; Reacción: el aire del interior empuja el globo en la misma dirección, pero en sentido contrario.



Tras comprender el concepto, el profesor/a indica las características que debe de cumplir el juguete a realizar. En el ejemplo aquí presentado las características que debían cumplir eran la siguientes:

- Masa mínima de 250g.
- Distancia mínima a recorrer 1m, si se desplaza por el suelo o por el agua, y 5m, si se desplaza por el aire.
- Los materiales deben ser reciclados.
- El chorro de aire, o líquido, puede originarse de manera mecánica o a través de una reacción química segura.

ACTIVIDAD A.3. Planificación y diseño.

Lugar: Aula de informática.

Organización del alumnado: En grupos de 4.

Materiales: Ordenador.

Procedimiento: El alumnado, organizado por grupos, busca información en internet sobre los móviles de Newton, los diferentes tipos, cómo construirlos, etc. y acuerdan el móvil a construir.

Una vez decidido cuál será el juguete que van a realizar, harán un listado del material necesario y acordarán qué va a traer cada uno. Es importante recalcar que traigan material de sobra. El diseño inicial suele diferir sensiblemente del resultado final. El avance suele ser mayor si en el aula se dispone de un “cajón de sastre” con abundante material reciclado que el alumnado pueda utilizar.

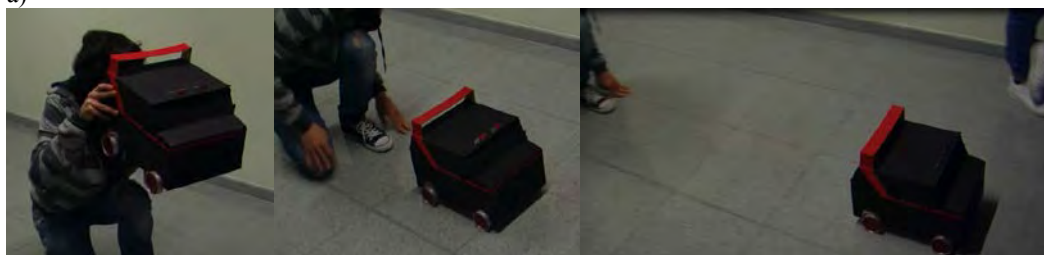
Tipos de móviles a construir: coches, barcos, cohetes.

El juguete deberá adscribirse a un de los siguientes tipos propuestos.

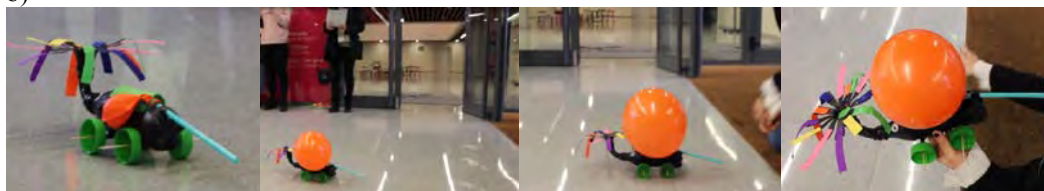
- Coches propulsados con aire: Para iniciar el movimiento de utilizan globos (Fig. 3).

Figura 3: Ejemplos de móviles de Newton propulsados con globos y que se desplazan por el suelo: a) con globo encastrado; b) con globo exterior.

a)



b)



Construcción: Para construir el cuerpo de este tipo de móviles se pueden utilizar materiales muy diversos (botellas, cajas, cartones de leche, palillos, etc.). Las ruedas se pueden hacer con CDs reciclados o tapones de botellas, por ejemplo.

Los ejes de las ruedas suelen generar dificultades ya que en un primer intento suele ser habitual que se fijen al chasis dejando las ruedas girar libremente, pero con holguras, lo que afecta a la trayectoria, y que además se acaban saliendo fácilmente. Sin embargo, es un diseño mucho más eficiente el que se logra al fijar al chasis cilindros huecos como pajitas o bolígrafos y utilizando palillos que se puedan mover libremente por el interior de estos a modo de eje. A estos se fijan las ruedas y la durabilidad y eficiencia del juguete aumenta enormemente (Fig. 4).

Figura 4: Ejemplos de ejes.



Funcionamiento: Para iniciar el movimiento basta con hinchar los globos y posteriormente dejar salir el aire (ver: <https://youtu.be/N2Mj9z3MZ6M>).

Par de acción-reacción:

-Acción: El globo impulsa el aire que se encuentra en el interior en la dirección y sentido en la que se encuentra la boquilla o las pajitas en el caso que las haya.

-Reacción: El aire que se encuentra en el interior empuja al globo en la misma dirección, pero en sentido contrario.

- Coches propulsados con aire y agua: Para iniciar el movimiento se utiliza aire a presión (Fig. 5).

Figura 5: Ejemplos de móviles de Newton propulsados con aire y agua que se desplaza por el suelo.



Construcción: Para la construcción de estos móviles es necesario utilizar botellas de plástico las cuales tienen que ser colocadas con una inclinación de manera que el morro de las mismas quede más bajo que el culo. En las botellas hay que introducir una pequeña cantidad de agua (aproximadamente un cuarto de la botella) y cerrarlas herméticamente. Para cerrar las botellas hay que evitar que se usen los tapones roscados (ya que no permitirían completar el objetivo previsto) y para ello se recomienda utilizar corchos. El ajuste de estos con el cuello de la botella tiene que ser alto, y ello se puede facilitar con unas vueltas de cinta aislante alrededor del mismo. Los corchos tienen que ser atravesados con una válvula de bicicleta de las anchas, a la que se le retira el obús (a rosca, ayudándose del útil específico o de un alicate de mordazas finas), por la que se introducirá aire con una bomba (Fig. 6). Las ruedas y los ejes se construirían igual que en el caso anterior.

Figura 6: Corcho atravesado por una válvula para introducir el aire con una bomba de bicicleta.



Funcionamiento: Para iniciar el movimiento hay que introducir aire en la botella mediante una bomba. El agua, al ser más densa que el aire, se coloca en la zona del morro de la botella, esto hace que el aire que introducimos no pueda salir por lo que aumenta la presión en el interior de la botella. Cuando se alcanza una presión suficiente, el corcho, que sólo está metido a presión, sale disparado. En consecuencia, se libera la presión del aire y el agua del interior de la botella saliendo disparados y propulsando al coche en el sentido contrario (ver: <https://youtu.be/9UIhajjX4zI>).

Par de acción-reacción:

-Acción: La botella empuja el aire y el agua del interior en la dirección y sentido del morro de misma.

-Reacción: El aire y el agua que se encuentra en el interior empujan la botella en la misma dirección, pero en sentido contrario.

- Cohetes propulsados con aire y agua: El funcionamiento es el mismo que en el caso de los coches. La única diferencia es que en vez de ruedas hay que construirles una base para que se mantengan en pie por sí mismos y, de esta forma poder realizar el lanzamiento de manera más segura (Fig. 7) (Ver: <https://youtu.be/oIFt9DZjMzc>).

Figura 7: Ejemplos de bases para lanzamiento de cohetes.



- Cohetes propulsados con bicarbonato y vinagre: Para iniciar el movimiento se utiliza la reacción química entre el bicarbonato y el vinagre en la cual se libera CO_2 .

Construcción: Como en el caso anterior, para la construcción de estos móviles es necesario utilizar botellas de plástico y un corcho para cerrarlas lo más herméticamente posible. Para generar la reacción química se utiliza vinagre y bicarbonato los cuales se introducen en la botella justo antes del lanzamiento. Como en el caso anterior se recomienda construir una base para los cohetes. En este método se recomienda el descartar de antemano otras reacciones químicas (aluminio/ácido Clorhídrico, caramelos de menta/bebidas de cola, etc.) por su peligrosidad.

Funcionamiento: Para iniciar el movimiento hay que introducir el vinagre en la botella (aproximadamente un tercio de la botella). El desarrollo de la actividad permitirá hacer ensayos para calcular las proporciones adecuadas de cada reactivo, introduciendo si se considera interesante, el concepto de estequiometría.

Posteriormente, se introduce el bicarbonato y se cierra la botella. Para que dé tiempo a cerrar la botella y colocarla en la posición adecuada para el lanzamiento antes de que se dé la reacción química, se recomienda echar el bicarbonato en una servilleta de papel con la que se hará un saquito al que se atará un hilo. A continuación, se introduce el saquito en la botella sin que llegue a tocar el vinagre y se pone el corcho. Por último, se da vuelta a la botella, se agita un poco para facilitar la mezcla del bicarbonato con el vinagre y se coloca en la plataforma con el morro boca abajo.

Debido al CO_2 producido en la reacción química entre el bicarbonato y el vinagre aumenta la presión en el interior de la botella. Como en el caso anterior, cuando se alcanza una presión suficiente, el corcho sale disparado. Al liberarse la presión, los gases y líquidos que se encuentran en el interior de la botella salen disparados hacia abajo propulsando al cohete hacia arriba (ver <https://youtu.be/G2XMPbIx7-U>).

Par de acción-reacción:

-Acción: La botella empuja el gas y el líquido del interior hacia abajo.

-Reacción: el gas y el líquido que se encuentra en el interior empujan la botella hacia arriba.

- Barcos propulsados con aire: Igual que en el caso de los coches el movimiento es originado con globos y su funcionamiento es similar (Fig. 8) (Ver: <https://youtu.be/RpucUIAwDUU>).

Figura 8: Ejemplo de móviles de Newton propulsados con globos y que se desplazan por el agua.

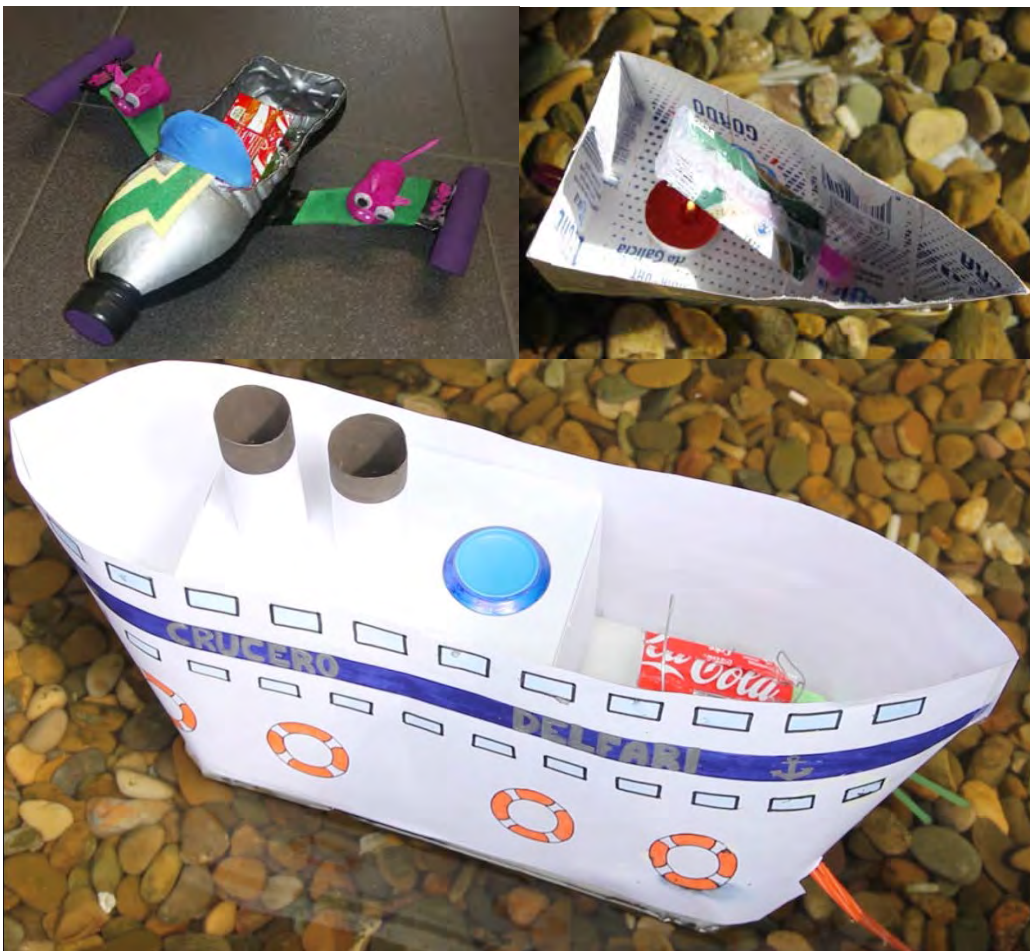


Construcción: Para la construcción de estos móviles se pueden utilizar botellas corcho, latas, etc. Lo importante es que la relación tamaño peso sea lo suficientemente grande (pudiéndose en este punto trabajar el principio de Arquímedes). Los globos se

unen a pajitas las cuales se introducen en el agua (esto no es estrictamente necesario, pero aumenta la eficiencia ayudando a que se muevan con mayor facilidad).

- Barcos propulsados con agua (pop-pop boats): El movimiento es generado por cambios de presión en el interior de una caldera.

Figura 9: Ejemplos de barcos propulsados por agua.



Construcción: Para realizar el cascarón del barco se pueden utilizar diferentes elementos: botellas, cartones de leche, corcho, etc. (Fig. 9). Lo más importante en este móvil es la construcción de una caldera en la cual se introduce agua y se aplica calor provocando así los cambios de presión necesarios para que se produzca el movimiento. Para la construcción de la caldera se recomienda utilizar una lata de refresco con la cual se generará una caldera herméticamente cerrada de la cual saldrán dos pajitas (Fig. 10). Si no se consigue un cierre hermético no será posible conseguir el aumento de presión necesario.

Para aumentar la presión del interior de la caldera se utiliza el calor producido por la combustión de una vela, por ello se recomienda utilizar pegamentos resistentes a altas temperaturas.

Figura 10: Calderas hechas cola latas de refresco.



Funcionamiento: El funcionamiento de este móvil se basa en cambios de presión. En primer lugar, hay que introducir agua en el interior de la caldera y las pajitas. Al calentar la caldera con la vela el agua del interior se evapora y aumenta la presión. Esto hace que la caldera se hinche oyéndose así el primer “pop”. El aumento de presión en el interior de la caldera hace que el agua del interior de las pajitas sea expulsada lo que propulsa el móvil hacia adelante. Al expulsar el agua, la presión en la caldera disminuye, y con menos presión, el vapor se condensa, por lo que la caldera se deshincha. Es entonces cuando se oye el segundo “pop”. Al disminuir la presión en el interior de la caldera se crea una succión, que hace que el agua de fuera entre de nuevo en los tubos. Al absorber agua el móvil se frena un poco, pero se frena menos de lo que se acelera al expulsarla, es por ello que el barco avanza.

Este proceso se repite una y otra vez y por ello se oye continuamente “pop, pop, pop, pop” (ver: <https://youtu.be/taKPQR7ZbBM>)

Par de acción-reacción:

-Acción: El agua saliente de la caldera empuja el agua del entorno hacia atrás.

-Reacción: El agua empuja la caldera, y por lo tanto el barco, hacia delante.

ACTIVIDAD A.4. Construcción del juguete.

Lugar: Aula de plástica/tecnología.

Organización del alumnado: En grupos de 4.

Materiales: Materiales procedentes del reciclaje doméstico y traídos por los alumnos/as (botellas y tapones de plástico, CDs, globos, pajitas, palillos, corchos de botellas, plastilina, cajas de cartón, cartones de leche, láminas de corcho, latas, pegamento). Además, es también recomendable tener punzones, cúter, alguna sierra y pistolas termofusibles.

Procedimiento: Cada uno de los grupos, bajo la vigilancia del profesor/a, construirá sus respectivos móviles. El profesor/a les acompañará en el proceso para guiarlos en la resolución de los diferentes problemas que se puedan encontrar. Los problemas más habituales se recogen a continuación en función del tipo de juguete y del generador de movimiento; junto a las principales cuestiones transversales de diseño del proyecto.

Principales dificultades según			
el tipo de juguete:		el generador del movimiento:	
Coche	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de los ejes y las ruedas • Pérdidas de eficiencia por rozamiento • Centro de masa 	Reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción del bicarbonato en el vinagre; inicio de la reacción tras el cierre de la botella • Reacciones excesivamente violentas o demasiado suaves; estequiometría
Barco	<ul style="list-style-type: none"> • Flotación • Impermeabilización de la estructura • Centro de masa 	Presión de vapor	<ul style="list-style-type: none"> • Sellado de la caldera • Presencia de materiales termorresistentes o inflamables junto al fuego
cohete	<ul style="list-style-type: none"> • Trayectoria inicial y rampa de lanzamiento • Seguridad en el lanzamiento y la caída • Masa del proyectil a cuantificar tras el recorrido 	Presión de aire	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la válvula y/o liberación del tapón • Globos no anclados que tocan el suelo o las partes móviles una vez hinchados. • Pérdida de eficiencia del caucho de los globos.
Cuestiones transversales de diseño:			
Eficiencia en la canalización y la orientación del chorro saliente	Durabilidad de la estructura y sus partes que permitan un uso reiterado como juguete	Seguridad por la presencia y utilización de materiales cortantes y/o fuego	Reciclaje por aprovechamiento y utilización exclusiva del material disponibles

La imaginación puede ayudar a solucionar la gran mayoría de los problemas que se vayan encontrando. Los coches pueden tener más de dos ejes, o tener las ruedas de diferentes ejes de distintos tamaños. Y, además, los barcos pueden ser catamaranes, y los cohetes pueden llevar partes desmontables de menor peso que sigan con la inercia hacia delante, y caigan con un paracaídas previamente plegado.

La decoración de los juguetes tiene un papel muy importante en el proyecto. Tal y como se comentaba en una de las clases: “una botella de refresco sólo será un cohete si va disfrazada de cohete”. Por ello, recomendamos la inversión de tiempo en la decoración de los proyectos ya que así “serán más juguetes”.

ACTIVIDAD A.5. ¡¡¡¡¡Vamos a probar nuestros juguetes!!!!

Lugar: Patio.

Organización del alumnado: En grupos de 4.

Materiales: Báscula, juguetes contruidos y material para originar el movimiento (agua, bomba de bicicleta, bicarbonato, vinagre, mechero).

Procedimiento: Tras pesar todos los juguetes en una báscula y comprobar que cumplen el requisito de la masa mínima se sale al patio. Cada uno de los grupos presenta su juguete explicando el mecanismo que hace que éste se mueva. En un ambiente lúdico, cada grupo hace la demostración con su juguete y posteriormente se pueden realizar competiciones, etc.

ACTIVIDAD A.6. Cuaderno de trabajo.

Lugar: Casa

Organización del alumnado: Trabajo individual.

Procedimiento: Cada alumno/a debe de recoger en su cuaderno una descripción del proyecto realizado en la cual deben de aparecer los siguientes puntos:

- Materiales
- Procedimiento
- ¿Cómo se ha originado el movimiento?
- ¿Qué problemas habéis tenido y cómo los habéis resuelto?
- ¿Cómo se podría mejorar vuestro juguete?
- ¿Qué has aprendido?

6. Valoración del proyecto

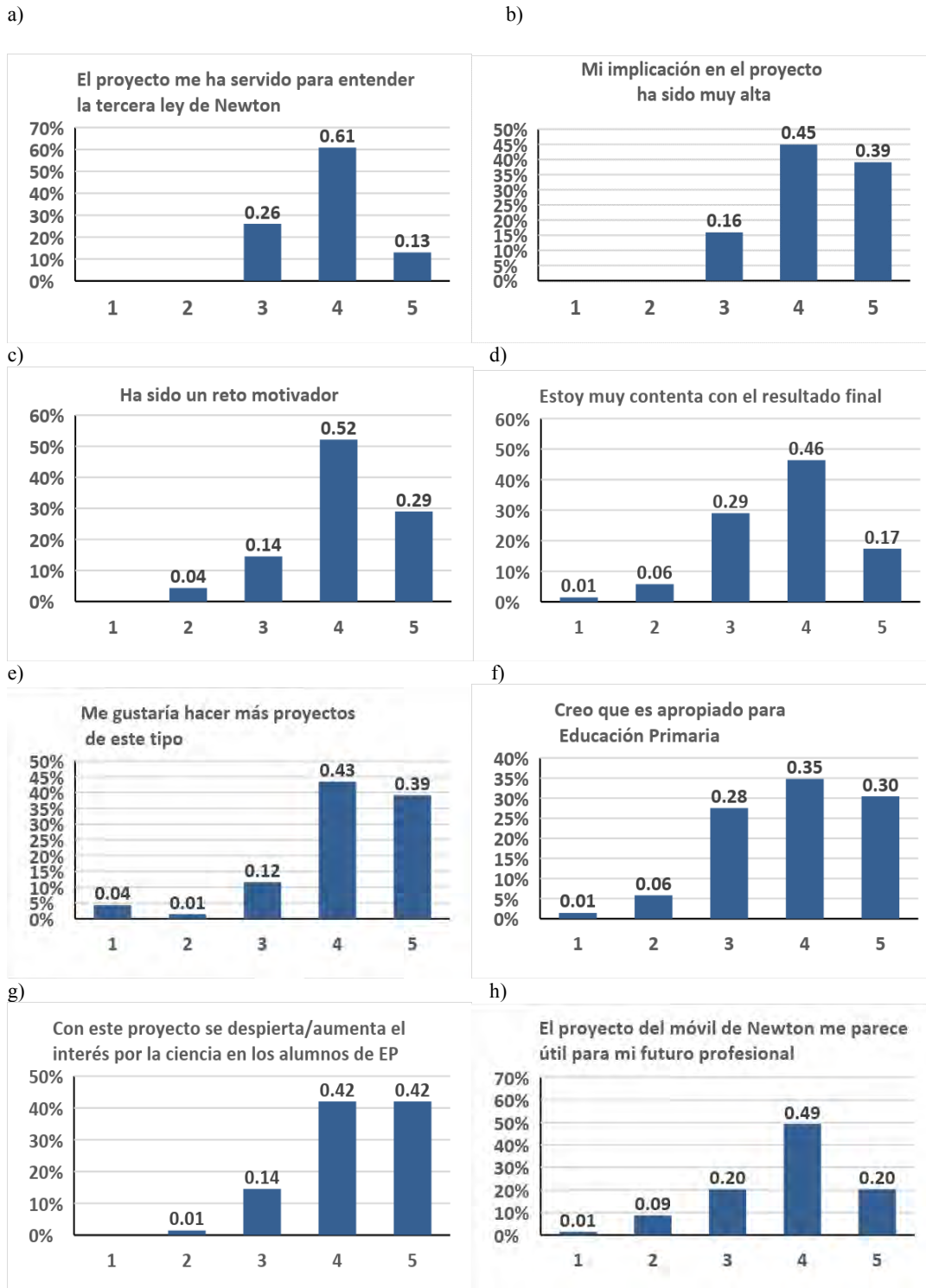
Como se ha comentado anteriormente, este proyecto fue realizado con alumnado de tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Facultad de Educación de Bilbao (UPV/EHU). Con el objetivo de realizar una valoración del proyecto, se pasó una encuesta online a los alumnos/as que habían tomado parte en el mismo. En dicha encuesta se les solicitó que indicasen su grado de conformidad con varias afirmaciones (Tabla 1) en una escala del 1 al 5, siendo el 1 “Estoy totalmente en desacuerdo” y el 5 “Estoy totalmente de acuerdo”.

Tabla 1: Afirmaciones planteadas en la encuesta para su valoración por parte del alumnado.

El proyecto me ha servido para entender la tercera ley de Newton
Mi implicación en el proyecto ha sido muy alta
Ha sido un reto motivador
Estoy muy contenta con el resultado final
Me gustaría hacer más proyectos de este tipo
Creo que es apropiado para Educación Primaria
Con este proyecto se despierta/aumenta el interés por la ciencia en los alumnos de EP
El proyecto del móvil de Newton me parece útil para mi futuro profesional

De un total de 89 alumnos 69 respondieron al mismo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos (Fig. 11).

Figura 11 Resultados de la encuesta online en los que se muestra el grado de conformidad del alumnado con varias afirmaciones planteadas para valorar el proyecto. Afirmaciones: a) El proyecto me ha servido para entender la tercera ley de Newton; b) Mi implicación en el proyecto ha sido muy alta; c) Ha sido un reto motivador; d) Estoy muy contenta con el resultado final; e) Me gustaría hacer más proyectos de este tipo; f) Creo que es apropiado para Educación Primaria; g) Con este proyecto se despierta/aumenta el interés por la ciencia en los alumnos de EP; h) El proyecto del móvil de Newton me parece útil para mi futuro profesional.



Valoración: 1) Estoy totalmente en desacuerdo; 2) Estoy bastante en desacuerdo; 3) Estoy medianamente de acuerdo; 4) Estoy bastante de acuerdo; 5) Estoy totalmente de acuerdo.

Los resultados mostraron como en todos los casos entre el 65 y 85% de los alumnos/as indicaban estar bastante o totalmente de acuerdo con las afirmaciones planteadas (teniendo todas ellas un sentido positivo). Por su parte, los que indicaban estar bastante o totalmente en desacuerdo con las afirmaciones planteadas no superaron en ningún caso el 10%. Por lo tanto, el proyecto fue muy bien valorado.

7. Bibliografía

- Doise, W., & Mugny, G. (1984). *The social development of the intellect*. Oxford, England: Pergamon Press.
- García, R., Traver, J. A., & Candela, I. (2001). Aprendizaje cooperativo. *Fundamentos, características y técnicas*. Madrid: CCS.
- Gobierno Vasco. 2016. Currículo de la Educación Básica (Currículo de carácter orientador que completa el Anexo II del Decreto 236/2015). 695 pp. Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura. Vitoria/Gasteiz.
- Killen, M., Rutland, A., Rizzo, M.T. & McGuire, L. (2018). Intergroup Exclusion, Moral Judgments, and Social Cognition. 24 (470-487). Guilford Publications. *Handbook of Peer Interactions, Relationships, and Groups*, 2nd Edition. Eds. William M. Bukowski, Brett Laursen, and Kenneth H. Rubin.
- Muñoz, L. (2011). *Clima del aula para favorecer aprendizajes*. USIL. Perú.
- Murray, F.B. (1972). Acquisition of conservation through social interaction. *Developmental Psychology*, 6, 1-6.
- Orts, J. V. (2011). *Cómo dar clase a los que no quieren* (Vol. 280). Graó.
- Redrado, M.J., y San Juan, S. (1995). Práctica en Educación Infantil: El rincón de la construcción. *Cuadernos de pedagogía*, 234(1), 45-46.
- Roca, J. S., Abarca, M., & Marzo, L. (2002). La educación emocional y la interacción profesor/a-alumno/a. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 5(3), 1.
- Silverman, I.W., & Stone, J.M. (1972). Modifying cognitive functioning by participation in a problem-solving group. *Journal of Educational Psychology*, 63, 603-608.
- Tapia, J. A. (2005). Motivación para el aprendizaje: la perspectiva de los alumnos. (209-242) *La orientación escolar en centros educativos*. Ministerio de Educación y Ciencia. MEC. Madrid:
- Tudge, J.R.H., & Winterhoff, P. (1993). Can young children benefit from collaborative problem solving? Tracing the effects of partner competence and feedback. *Social Development*, 2, 242-259.
- Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press (*original work published in 1934*).