

TALLER DE INICIACIÓN A LA CIENCIA: UNA EXPERIENCIA NO FORMAL EN LA ESCUELA PRIMARIA

Oier Azula

*Departamento Física Aplicada I. Universidad del País Vasco (UPV/EHU),
Escuela Universitaria de Ingeniería Vitoria-Gasteiz.*

Julen Barriuso

Langile Ikastola. Hernani (Gipuzkoa).

Kristina Zuza

*Departamento Física Aplicada I. Universidad del País Vasco (UPV/EHU),
Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa. Donostia.*

RESUMEN: El trabajo que se presenta describe un taller de iniciación a la ciencia que se ha puesto en práctica en la Ikastola Langile de Hernani (Gipuzkoa) en 3º de primaria. Este taller se ha desarrollado en horario escolar y en las instalaciones de la ikastola pero en un contexto no formal. Se ha diseñado un informe/cuaderno del estudiante que ha servido tanto de guía para los estudiantes como de instrumento de toma de datos para la investigación, además, se han grabado las sesiones. El análisis de datos se ha realizado según el estudio de casos partiendo de los objetivos de la investigación. A pesar de las limitaciones del trabajo, los resultados apuntan a que actividades escolares fuera del contexto formal pueden ayudar a los estudiantes a conocer los procedimientos científicos a la par que mejoran la comprensión de los conceptos que se trabajan.

PALABRAS CLAVE: Taller de Ciencias, Enseñanza Primaria, Enseñanza no formal.

OBJETIVOS: Este trabajo describe el diseño e implementación de un taller para 3º de primaria en la escuela en un entorno no formal. El taller se ha diseñado con el objetivo de buscar respuesta, mediante el estudio de casos, a preguntas de investigación relacionadas con cómo se enfrentan los estudiantes a la metodología científica y cómo evolucionan el concepto de fuerza y densidad durante el desarrollo del taller.

MARCO TEÓRICO

Hay muchos trabajos que hablan de los lugares o contextos en los que se produce el aprendizaje. A pesar de que el aprendizaje es algo continuó, en general, se cataloga este aprendizaje como 'formal' o 'no formal' dependiendo de si el aprendizaje ocurre en la escuela o fuera de ella (Guisasola y Morentin 2007). Sin embargo, debemos tener en cuenta, que no sería correcto relacionar un contexto de aprendizaje obligatorio con métodos de aprendizaje formal, con lo cual, debemos diferenciar también los contextos de los métodos (Garmendia y Guisasola 2015). Todo esto hace, que haya situaciones de aprendizaje que son difíciles de catalogar dentro de este continuo. Con estas premisas, es posible que

ocurra un aprendizaje no formal en contextos escolares obligatorios, de forma que enriquezca la ciencia escolar formal con otros aspectos (Banks et al. 2007).

Las diferentes investigaciones han demostrado que el simple hecho de presentar propuestas interesantes y/o espectaculares, no tiene por qué dar lugar a un aprendizaje. Puede que la situación que se les presenta les resulte abstracta y/o pueden sentir la incapacidad de interpretar el fenómeno que se les presenta y podría generar frustración en los estudiantes y alimentar la sensación de que la ciencia es difícil. Por ello, es necesario buscar una relación entre el escenario y el contenido (Konrland 2007). Teniendo esta referencia, se eligieron dos conceptos que están presentes en el currículum de primaria (Currículum Vasco Heziberri, 2016), el concepto de fuerza y el de densidad.

En este contexto escolar no formal, se ha diseñado e implementado un taller de iniciación a la ciencia en forma de indagación científica para 3º de primaria sobre fuerza y densidad que describimos con más detalle a continuación.

METODOLOGÍA

Diseño e implementación del taller

El taller se ha desarrollado en la ikastola Langile de Hernani. La participación de las familias es clave en el desarrollo de los objetivos del centro. Se invita a las familias a que participen en algunos talleres junto con profesores. Los talleres se realizan los viernes por la tarde, dentro del horario lectivo y tienen una duración de 1,5 horas. En el curso 2015-2016 en 3º de primaria, se realizaron simultáneamente 7 talleres (con 7 repeticiones) en los que participaron todos los estudiantes del curso, tres clases (72 estudiantes). Los tutores hicieron 7 grupos totalmente heterogéneos de diez u once alumnos formados por estudiantes de las tres clases y la misma cantidad de chicas y chicos. El taller fue dirigido por una investigadora del grupo y el tutor de uno de los grupos de 3º de primaria que participaba en los talleres. Del mismo modo el profesor hizo 3 subgrupos para cada intervención.

Cada grupo trabajó de forma independiente según el informe. Este, además de ser la guía del taller, hizo las veces de cuaderno de trabajo y se recogió como evidencia para el posterior análisis de la intervención. Además, una grabadora de voz que recogió las intervenciones de cada uno de los grupos de trabajo. El profesor y la investigadora guiaron el trabajo mediante preguntas guía y aclaraciones prácticas pero no conceptuales con el objetivo de fomentar la argumentación.

La guía que se entregó a los estudiantes tenía dos partes bien diferenciadas, una sobre la naturaleza de la fuerza y otra sobre la densidad. Ambas partes contenían los mismos apartados que se detallan en la tabla 1.

Tabla 1.

Apartados y contenido de la guía/cuaderno del estudiante del taller de iniciación a la ciencia.

	¿QUÉ PUEDO HACER PARA MOVER ALGO?	¿CUÁNTA FUERZA TENGO QUE HACER PARA MOVER ALGO?												
Objetivo	La fuerza aparece por pares (es ejercida sobre un cuerpo por otro)	La fuerza que hay que hacer para mover un objeto depende de su peso, no del volumen												
Antes de empezar	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Puedo mover algo sin tocarlo? - ¿Si doy una patada al aire hago fuerza? 	Ordena de mayor a menor por la fuerza necesaria para mover las cajas. 												
Preparando el experimento	Construir pequeñas barcas con mástiles metálicos y de madera. 	Familiarización con el dinamómetro, la balanza y la tabla como instrumento para tomar datos.												
Haciendo el experimento		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Fuerza para mover</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verde (grande)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Naranja (mediano)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rojo (pequeño)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Fuerza para mover	Peso	Verde (grande)			Naranja (mediano)			Rojo (pequeño)		
	Fuerza para mover	Peso												
Verde (grande)														
Naranja (mediano)														
Rojo (pequeño)														
En busca de una explicación. ¿Se confirma la hipótesis?	<ul style="list-style-type: none"> - A pesar de que el imán se ha acercado a todos los barcos no todos han reaccionado igual, ¿por qué? 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Se ha confirmado la hipótesis? 												
Conclusiones	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Es suficiente un imán para hacer una fuerza? - Si jugando al fútbol chutas pero fallas y no le das al balón, ¿has ejercido alguna fuerza? - ¿Qué es lo que necesitas para mover algo con una fuerza? 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿El tamaño de las cajas tiene alguna relación con la fuerza que hay que ejercer sobre ellas para moverlas? - ¿En qué te tienes que fijar para predecir la fuerza que hay que hacer para mover algo? 												

Para validar el diseño, además de tener en cuenta el marco teórico y hacer una selección de conceptos basado en el currículum. Se decidió organizar el diseño del taller en torno a dos conceptos, teniendo en cuenta que los conceptos son puentes naturales entre la mente y el mundo y hacen que cambiemos nuestra forma de pensar como mente y lo que pensamos del mundo (Rosh 1999). Los investigadores diseñaron una primera versión del taller eligiendo algunas actividades ya validadas en anteriores investigaciones (Morentin 2010). El primer boceto del diseño, se presentó a un grupo de profesores de primaria de la ikastola, los cuales propusieron cambios. Además, las dos primeras sesiones se utilizaron para verificar que se entendía correctamente el procedimiento y se ajustaron los tiempos.

El estudio de casos

El análisis de los datos ha sido de tipo cualitativo y basado en el estudio de casos. Se han analizado las grabaciones de voz y los informes escritos de cuatro grupos de los 21 grupos. Partiendo de que todos

los grupos eran heterogéneos, se eligieron los grupos con el mayor número de intervenciones de cada una de las sesiones de la 3ª a la 6ª, de esta forma se ha podido obtener el mayor número de información posible de cuatro casos (Stake 1994). Se descartaron las dos primeras, ya que fueron utilizadas para hacer ajustes en el diseño de la intervención y la última por ser una sesión especial y un poco fuera de lo habitual por ser la última.

Los datos se han examinado y ordenado según los tres objetivos iniciales de la investigación y en relación a estos, se ha desarrollado la descripción de los casos y se han construido las conclusiones (Yin 2003). Los datos que se presentan tienen limitaciones, ya que, no tienen un robusto análisis estadístico (Deverall et al. 2010). Este estudio presenta una aproximación explicativa que describe el proceso según los objetivos (Bryman 2004)

RESULTADOS

Los datos se recogieron de las guías, las transcripciones de las grabaciones y las notas de las implementaciones. En el primer apartado se estudiará como se acercan los estudiantes a la metodología científica, en el segundo, cómo evoluciona la comprensión sobre el concepto de fuerza y por último, cómo identifican el concepto de densidad.

¿Cómo se enfrentan a la metodología científica?

Los estudiantes han tenido dificultades a la hora de formular hipótesis; bien tenían miedo de hacerlo mal o después de ver que su hipótesis no se cumplía, cambiaron la hipótesis inicial.

Grupo B, en la segunda parte del taller propone su hipótesis

B1- Fijo que los demás ponen el b, y los otros ponen el a, y que sólo lo hacemos bien nosotros. Igual no... Pero seguro que sí...

Una vez realizado el experimento

B1- Si que se ha cumplido aunque he hecho una pequeña trampa. Pero se ha cumplido. Sólo hay que disimularlo bien... borrar lo que hemos puesto antes.

Grupo C, una vez que construyeron los barcos llegó la hora de hacer las hipótesis, uno de los estudiantes se niega a hacerlo.

C1- Yo prefiero no hacer la hipótesis.

Investigadora- ¿Por qué no?

C1- Porque las hipótesis que no se cumplen no sirven. Así que prefiero no hacerlo.

I- Venga propón una hipótesis.

C1- no quiero.

I- Tienes miedo de no acertar con la hipótesis, pero ciencia se avanza equivocándose.

C1- Pero a mí no me gusta equivocarme.

I- Nadie hace las cosas bien a la primera.

C1- Ya pero yo no quiero hacerlo mal.

Algunos de los procedimientos experimentales les han resultado nuevos, por ejemplo, la utilización de dinamómetros o tablas para recoger datos.

Utilizando el dinamómetro para medir. La investigadora pregunta cuanta fuerza han hecho y empiezan a familiarizarse con leer en las escalas métricas.

D3- Mira que fácil se mueve, con súper poca fuerza

I- Pero, ¿cuánto? No te he dicho mucho o poco. Tienes que ver donde se encuentra la línea roja cuando la caja empieza a moverse.

D3- cero.

I- no creo... a ver prueba otra vez, donde está la línea cuando empieza a moverse.

D3- um... aquí

I- Donde es eso,

D3- entre 0,5 y 1

¿Cómo evoluciona el concepto de fuerza?

La evolución del concepto de fuerza ha sido estudiada analizando la primera parte del taller (columna 2 tabla 1). Antes de explicarles sobre el experimento, todos los grupos exponen que 'sí se puede mover algo sin tocarlo' en forma de hipótesis, aunque sólo el primer grupo hace referencia a los imanes. El resto de los grupos, ponen como ejemplo el viento, dándole carácter inmaterial.

Grupo C, responde enseguida a la pregunta de, ¿podemos mover algo sin tocarlo?

C2- sí, con el viento

C1,3- sí sí

Una vez explicado en qué consiste la tarea, todos los grupos son capaces de identificar que los barcos que tienen alfileres para sujetar las velas van a interaccionar con el imán. Es significativo que mientras el grupo A y C, dicen que se van a mover, el grupo B y D, expresan que los barcos van a salir volando. Así mismo, dicen con total seguridad que los barcos previstos con mástiles de madera no se moverán.

Grupo A, es el único que desde el principio tenía una hipótesis acertada, y después del montaje del experimento también utilizan un razonamiento adecuado.

A1- Eso he dicho yo, que con un imán se podrían mover

A2- Que los barcos empezaran a volar ya que la aguja se va pegar al imán.

A3- Los barcos que tenemos no son iguales unos tienen hierro y los otros tienen un palo.

A2- Los que tienen el imán, saldrán volando.

Cuando los grupos empiezan a buscar la explicación de lo que sucede observamos que la evolución sobre el concepto de fuerza es desigual. Mientras que a los grupos A y D les ha costado más llegar a la conclusión de que la fuerza aparece en pares, los grupos B y C han sido capaces de llegar a generalizar más. Esto se ha reflejado en dos preguntas. Al preguntarles si un imán era suficiente para hacer fuerza, todos los grupos han visto con claridad que no, que se necesitaba el binomio imán-hierro. Cuando se ha intentado que generalizasen esto al caso de la patada y el balón, los grupos A y D han tenido más dificultades. Al final, todos han llegado a una conclusión satisfactoria.

I - ¿Qué hace falta para mover algo mediante una patada?

A1- ah, algo para darle.

A2- pues antes le he dicho al profe y has dicho que no.

A1- ya, pero se necesita algo para darle la patada.

A2- bale, ¿pero porque sólo patada?

A1- Bueno para darle una patada o un guantazo

A3- también tocar una cosa (tocando al compañero.) Yo le puedo hacer esto a A2.

A1- Yo le puedo hacer a mi propia mano.

¿Cómo evoluciona el concepto de densidad?

En lo que concierne al concepto de densidad se ha propuesto un experimento donde se utilizan objetos de diferentes tamaños con pesos no acordes al tamaño. Después se les ha pedido que los muevan y que midan la fuerza mediante un dinamómetro (columna 3, tabla 1). Antes de empezar, tan solo el grupo C ha sido capaz de indicar la hipótesis correcta. El grupo A por su parte, aunque ha indicado que necesitarán la misma fuerza, utiliza argumentos válidos, ya que a su entender todos tienen el mismo peso. Por último, los otros grupos se han dejado llevar por el tamaño de las cajas y en su argumentación no hablan del peso.

I - ¿Cuál es vuestra hipótesis?

C1- ¿Qué tienen dentro?

I - no sabemos. ¿Se necesita más fuerza para mover a los de gran tamaño?

C1- Según lo que tenga dentro.

I -¿Por qué no podéis saber cuál necesitará más fuerza para mover?

C2- Porque no sabemos lo que hay dentro.

Una vez hecho el experimento y llevar a cabo las mediciones, todos son capaces de concluir que la fuerza necesaria para mover las cajas no depende del tamaño que tengan sino del peso. A su vez, han llegado a la conclusión de que sin medir la masa de un objeto no se podrá saber cuánta fuerza hay que hacer para moverlo.

El grupo B, respondiendo a la pregunta sobre la variable de la cual dependerá la fuerza a aplicar

B1- Es porque dentro el pequeño tiene más cosas.

Investigadora- Y como sabes si dentro tiene más cosas o no. ¿De qué depende?

B1- Pesando las cosas que tengan dentro.

B2- Del peso.

CONCLUSIONES

En referencia a los objetivos que se marcaban al principio y el análisis de los datos según el estudio de casos se pueden extraer las siguientes conclusiones.

En general estas actividades del taller (no formales en el contexto escolar) han conseguido que los alumnos se acerquen a la metodología científica y empiecen a conocer herramientas científicas tanto de la metodología como de toma de datos o utilización de material. A pesar de que este acercamiento les ha ayudado evolucionar positivamente, han mostrado algunas dificultades, especialmente en la emisión de hipótesis de acuerdo con otros estudios anteriores (Guisasola et al. 2006).

En todos los grupos, con más o menos dificultades, se ha dado una evolución en la comprensión del concepto de fuerza. El experimento ha llevado a los alumnos a entender el concepto clave, la necesidad de la interacción de dos objetos, para avanzar en la comprensión del concepto de fuerza.

Respecto al concepto de densidad los alumnos han sido capaces de relacionar directamente la fuerza necesaria para mover un objeto con la masa que tiene. Los estudiantes han comprendido que el tamaño del objeto no tiene que ver directamente con la masa que tienen y por tanto, con la fuerza necesaria para moverlo.

A pesar de las limitaciones de este trabajo, parece ser que el diseño e implementación de talleres basados en la investigación, pueden ayudar a los estudiantes a conocer mejor los procedimientos científicos a la par que mejoran la comprensión de los conceptos que se trabajan. Los resultados apuntan a que este tipo de intervenciones no formales pueden ser un apoyo importante al trabajo de los docentes en la enseñanza formal.

BIBLIOGRAFIA

- BANKS, J.A., AU, K.H., BALL, A.F., BELL, P. GORDON, E.W., GUTIÉRREZ, K. HEATH, S.B., LEE, C.D. LEE, Y. MAHIRI, J., NASIR, N.S., VALDES, G. y ZHOU, M. (2007). *Learning in and out of school in diverse environments: Lifelong, life-wide, life-deep*. Seattle: Center for Multicultural Education, University of Washington.
- BRYMAN, A. (2004). *Social Research Methods*. New York, Oxford University Press.
- CURRÍCULUM VASCO: Heziberri 2020, 2016. Departamento de Educación, Universidades e Investigación. Gobierno Vasco.
- DEVETAL, I., GLAZAR, S. and VOGRINC, J. (2010). The Role of Qualitative Research in Science Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(1), 77-84.
- GARMENDIA, M y GUIASOLA, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El proyecto Zientzia Live!. *Eureka*, 12(2), 294-310.
- GUIASOLA, J. y MORENTIN, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 439-452.
- GUIASOLA, J., CEBERIO, M.J., y ZUBIMENDI, J.L. (2006). University students' strategies for constructing hypothesis when tackling paper-and-pencil tasks in physics. *Research in Science Education*, 36(3),163-186
- KORTLAND, J. (2007). Context-based science curricula: Exploring the didactical friction between context and science content. ESERA conference papers, Malmo, Sweden.
- MORENTIN, M. (2010). Los museos interactivos de ciencias como recurso didáctico en la formación inicial del profesorado de Ed. Primaria. Tesis doctoral.
- ROSCHE, E. (1999). Reclaiming concepts. *Journal of consciousness studies*, 6(11-12), 61-77.
- STAKE R. E. (1994) Case studies, en N. K. Denzin e Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, CA. Sage. 236-247.
- YIN, R. K. (2003). *Case study research, design and methods* (3rd ed., vol. 5). Thousand Oaks: Sage.

