

Enseñanza de las fuerzas: qué recuerdan los estudiantes de 4º de primaria dos años después

Bermúdez Fernández, P., García Barros, S., Martínez Losada, C.

*Departamento Didácticas Específicas. Universidad de A
Coruña. paula.bermudez@udc.es*

RESUMEN

Dos años después de la aplicación de una secuencia de actividades innovadora acerca de la enseñanza de las fuerzas, en un aula de 4º de primaria, se diseña y aplica un cuestionario que permita conocer la retención de aspectos científicos y el recuerdo emocional de los participantes, teniendo en cuenta que no retomaron el tema a lo largo de los cursos siguientes. Los resultados muestran, a nivel emocional, que los estudiantes guardan un buen recuerdo tanto de la metodología empleada para la enseñanza, como del tema de las fuerzas. Así mismo, consideran que es un contenido útil para su vida. Globalmente, en relación a los aspectos científicos, se percibe un mantenimiento y, en algunos casos, incremento de los conocimientos adquiridos en el 2012. Aunque se manifiesta una pérdida del recuerdo científico en cuestiones que se consideran necesarias para siguientes etapas educativas.

Palabras clave

Innovación, fuerzas, gravedad, magnetismo, primaria

INTRODUCCIÓN

El estudio que se presenta forma parte de un proyecto que pretende la mejora de la enseñanza de las *fuerzas* en Educación Primaria. En el mes de abril del año 2012 se aplicó en un aula de 4º de Primaria una secuencia innovadora basada en la evidencia científica sobre el tema, en los principios pedagógicos actuales y en la revisión del currículum educativo. Las actividades diseñadas para esta secuencia se caracterizan por seguir una progresión que va de lo concreto y sencillo (fuerzas por contacto) a los conocimientos que requieren una mayor abstracción (fuerzas a distancia).

Los resultados de esta primera fase del estudio indicaron que la secuencia promueve el aprendizaje de las *fuerzas*, aunque también se apreció que algunos estudiantes tienen dificultades para explicar situaciones en las que éstas intervienen. Se manifestaron menos problemas en relación con las fuerzas por contacto que con las fuerzas a distancia, siendo el rozamiento el contenido más interiorizado. Además, los/as estudiantes tuvieron dificultades para identificar el efecto simultáneo de ambos tipos de fuerzas en una misma situación. También presentaron problemas para aplicar técnicamente los conocimientos acerca del magnetismo (Bermúdez y Martínez, 2012).

Dos años después, se elabora un cuestionario que se aplica al mismo grupo de estudiantes para conocer el recuerdo que poseen de aquella experiencia, en relación a sus emociones y al conocimiento científico adquirido.

OBJETIVOS

- ✓ Conocer qué recuerdan los participantes de los conocimientos adquiridos en el estudio de las fuerzas dos años después.
- ✓ Conocer el grado de satisfacción en relación al tema y a la metodología utilizada. Así como la valoración de los participantes acerca de la utilidad que los contenidos puedan tener en su vida cotidiana.

MARCO TEÓRICO

La enseñanza de las fuerzas cobra especial interés en la educación primaria pues éstas producen cambios en la materia, que a su vez pueden asociarse a la energía. Sin embargo, en la etapa de Primaria, es necesario presentarlas por separado y vinculando, las fuerzas, al movimiento de las cosas, para así establecer en el futuro las relaciones pertinentes entre ambas (Devereux, 2000). La revisión bibliográfica acerca de las dificultades de los niños ante el tema de las fuerzas determina, en general, que los más jóvenes poseen nociones elementales, asociadas a la ciencia del *sentido común*, que evolucionan con la edad (Bar, Zinn & Goldmuntz, 1994; Black & Harlen, 1997; Vega, 2005) y que suponen el punto de partida para el desarrollo de estructuras cognitivas concretas, no siempre coherentes con las ideas científicas (Bar, Zinn & Rubin, 1997). Además, los estudiantes de niveles elementales reconocen el movimiento de los cuerpos, pero tienen dificultades para explicarlo (Black & Harlen, 1997).

Otra dificultad estudiada es que, a pesar de poder predecir los fenómenos de las fuerzas a distancia en su entorno más próximo, tienen dificultades a escalas planetarias o astronómicas (Bar *et al*, 1994; Bar *et al*, 1997; Bradamante & Viennot, 2007). Resulta importante señalar que los estudiantes, a partir de los 9 años, pueden aceptar *la gravedad*, incluso en la Luna, renunciando de esta forma a la idea de que es necesario un medio para que se produzca su efecto (Bradamante & Viennot, 2007; Vega, 2005). Por otro lado, muy pocos explican la caída de los cuerpos usando el término *gravedad* (Black & Harlen, 1997) y no lo asocian al concepto de *peso*, lo que supone que piensen que los cuerpos más pesados, caen más rápido (Bar *et al*, 1994; Black & Harlen, 1997). Así, también piensan que cuanto más alto se encuentre un objeto, mayor será la atracción de la fuerza de la gravedad (Bar *et al*, 1997), confundiendo la fuerza con la energía del objeto al caer. Además, tienen dificultades para reconocer que algún tipo de fuerza está involucrada en el cese de movimiento de los cuerpos; siendo la respuesta más intuitiva la del *empuje*, como entidad que permanece en el objeto por un tiempo, pero que se acaba poco a poco (Black & Harlen, 1996). En cuanto al *magnetismo*, hablan de la necesidad de que los objetos atraídos sean metales de forma espontánea (Bradamante & Viennot, 2007).

Tras la publicación de Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas (2012) nos vemos en la necesidad de que, desde la investigación en Didáctica de las Ciencias, se consideren los aspectos emocionales de las personas que enseñan y aprenden, pues tanto los aspectos afectivos como los cognitivos guardan una fuerte interrelación. En esta línea, las actitudes positivas que los alumnos presentan hacia las Ciencias se va degradando a medida que avanzan en edad (Fernández, Brígido y Borrachero, 2013), algo en lo que profundizaron Pérez y de Pro (2013), concluyendo en su estudio que, más del 40% de los estudiantes de 6º de primaria y 4º de ESO, valora el interés de la Física de *muy bajo* o *bajo*. Por ello, nos parece importante analizar la valoración emocional, del grupo tenido en cuenta para el estudio previo, con respecto al tema de las fuerzas.

Conocer el recuerdo de este grupo de estudiantes resulta importante para el estudio pues ofrece información relevante de la significatividad que éstos otorgan a los aspectos científicos, a los académicos y/o a los afectivos ya que “las experiencias vividas son significativas si perduran con el paso del tiempo” (García, Jiménez y Prados, 2013:440).

Además esta línea de trabajo resulta interesante, pues las investigaciones sobre el aprendizaje de los estudiantes se concentran más en describir las concepciones del alumno que en averiguar la evolución cognitiva del conocimiento (Furió, Solbes y Carrascosa, 2006; Solano, Jiménez-Gómez y Marín, 2000).

METODOLOGÍA

Se diseñó un cuestionario compuesto por ítems que buscan recoger datos de carácter científico y emocional combinando, para ello, pregunta abierta y cerrada. Se aplicó en el CEIP “Eusebio da Guarda”, en la ciudad de A Coruña, al mismo grupo de 24 estudiantes de la primera fase de este estudio, en abril de 2012.

El cuestionario se compone de dos núcleos temáticos. El primero se refiere a los aspectos emocionales, contiene once ítems que buscan conocer la satisfacción de los estudiantes acerca del tema de las fuerzas y de la metodología utilizada para su aprendizaje, así como averiguar la utilidad que, creen, tiene en su vida. Se combinaron ítems de escala ordinal Likert con cinco opciones de respuesta (“Nada” a “Mucho”), y preguntas abiertas. Prácticamente todas las preguntas contemplaban ambos aspectos; un ejemplo es “*¿Te gustó estudiar el tema de las fuerzas? Pon una X donde corresponda y justifica tu elección*”.

El segundo núcleo temático se refiere a los aspectos de carácter científico y se compone de siete preguntas de respuesta abierta, de las cuales cinco fueron realizadas al grupo de estudiantes en la primera fase de este estudio (ver Tabla 2). Consideramos conveniente incluir algunas preguntas realizadas entonces a fin de poder comparar los resultados con mayor precisión.

La recogida de datos, para las respuestas de carácter abierto, se realizó mediante el análisis de las producciones escritas de los niños. Para las cuestiones abiertas relativas a la satisfacción se establecieron categorías basándose en el tipo de razones aportadas: científica, académicas y emocionales. Para las preguntas de carácter científico se establecieron niveles de respuesta jerárquica de más a menos adecuadas. Por motivos de espacio, y para facilitar la comparación entre los conocimientos que poseen los alumnos en dos momentos diferentes (curso 2011-12 y 2013-14), se tendrán en cuenta únicamente las respuestas deseables desde el punto de vista científico/escolar (tabla 2). El procedimiento de la categorización de los datos siguió los pasos principales ofrecidos por Martínez Miguélez (2006).

RESULTADOS

Aspectos emocionales

Las valoraciones de los niños/as, con relación a los aspectos emocionales, se recogen en la figura 1 y, las justificaciones de las mismas, en la tabla que aparece a continuación (Tabla 1).

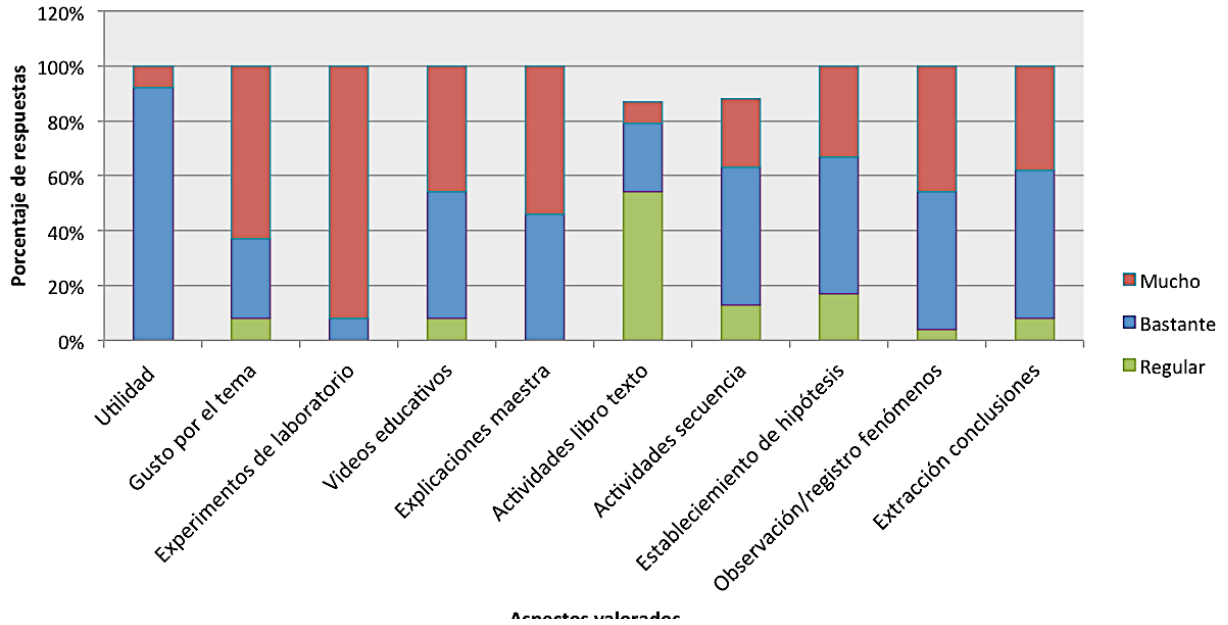


Figura 1. Porcentaje de estudiantes que otorgan máxima puntuación a los enunciados emocionales

Preguntas		Tipo de justificación		
		Académica	Científica	Emocional
Carácter general	Utilidad	8 (33%)	13 (55%)	-
	Atracción-Gusto	6 (25%)	-	22 (91%)
Referentes al uso de habilidades de indagación	Establecimiento hipótesis	2 (8%)	3 (13%)	11 (47%)
	Observación/registro fenómenos	5 (21%)	2 (8%)	15 (62%)
	Extracción del conclusiones	5 (21%)	6 (25%)	7 (29%)

Tabla 1. Justificaciones aportadas por los alumnos a las valoraciones de los enunciados/cuestiones relacionadas con aspectos emocionales

El grupo de estudiantes considera de *bastante* (92%) o *mucha* (8%) utilidad el tema de las fuerzas para su vida cotidiana. El 55% atribuyen esta utilidad a motivos científicos, la mayoría de ellos (42%) afirman que el estudio de las fuerzas les permite explicar fenómenos que ocurren a su alrededor. Por otro lado, el 33% se refiere a motivos académicos, concentrándose las respuestas en la utilidad que tiene el tema para resolver tareas (17%).

Refiriéndose al gusto por el tema, la mayoría afirma que le gusta *mucho* o *bastante* (92%) y las razones que aportan tienen que ver con aspectos emocionales (91%) y/o académicos (25%). En relación a las emociones, la respuesta más frecuente es que lo consideran un tema divertido (58%).

La valoración general de las diferentes actividades realizadas durante la aplicación de la secuencia es positiva. En primer lugar, la actividad mejor valorada es la visita al laboratorio para realizar experimentos (92%). En relación a las explicaciones de la

maestra, los estudiantes afirman que les gustó *mucho* o *bastante* (54% y 46% respectivamente). Los videos educativos utilizados también tuvieron una valoración positiva representando el 92% las valoraciones *bastante* y *mucho*. Podemos afirmar que, este grupo de estudiantes, valora mejor las actividades diseñadas por este equipo de investigación para el estudio de las fuerzas (50% *Bastante* y 25% *Mucho*) que las que aparecen en el libro de texto (54% *Regular* y 25% *Bastante*).

Este grupo de estudiantes valoró muy positivamente la utilización de la indagación en las sesiones destinadas a trabajo en el laboratorio. El 85% valoraron positivamente la fase de establecimiento de hipótesis. La razones que ofrecieron para esta valoración son, principalmente, de tipo emocional (47%, "*Porque me gusta expresar mis ideas*"). En relación a la fase de observación de los fenómenos y registro de datos, el 86% la valoró positivamente. De nuevo, la mayoría de los estudiantes describen razones de tipo emocional (62%, "*Porque era divertido hacer experimentos y apuntar cosas sobre él*"; "*Porque era un método muy divertido porque los que habían acertado se ponían contentos.*"). La fase mejor valorada fue la de extracción de conclusiones (92%). Las razones que describen los participantes se distribuyen homogéneamente entre las categorías de carácter emotivo (29%), científico (25%) y, académico (21%).

Aspectos científicos

En la tabla 2 se muestra el número de alumnos que respondieron adecuadamente a las cuestiones en los cursos 2011-12 y 2013-14.

Pregunta	Respuesta adecuada	2011-12	2013-14
¿Por qué deja un balón de rodar en el patio?	Una fuerza lo para (el rozamiento)	13 (56,6%)	11 (46%)
Interpretación de cómo es la caída de la lluvia en la Tierra mediante un dibujo	Debido a la gravedad	14 (60,9%)	20 (84%)
	Dibuja caída radial (hemisferio norte y sur)	8 (34,8%)	11 (46%)
¿Por qué salta un astronauta más alto en la Luna?	Porque la gravedad es menor	16 (70%)	9 (38%)
¿Qué tipo de fuerzas actúan? (Situación: deslizamiento de un niño por un tobogán)	Fuerza por contacto (rozamiento) y fuerza a distancia (gravedad)	2 (8,7%)	15 (63%)
¿Cómo ordenarías un cajón de clips de níquel dispersos?	Utilizaría un imán	11 (47,8%)	19 (79%)

Tabla 2. Alumnos que aportan respuestas científicamente adecuadas a las cuestiones científicas en dos momentos diferentes

En relación al rozamiento, se objetiva un ligero descenso de las respuestas próximas al conocimiento científico con respecto al estudio previo. Mientras en 2012, el 56,6% asumía que las fuerzas por contacto tienen la capacidad de parar el movimiento de los objetos, nombrando o no rozamiento; en la actualidad, el 46% reconoce este fenómeno para explicar la detención de un balón que rueda en el patio.

Por el contrario, es destacable el aumento de respuestas que reconocen el efecto de la gravedad para explicar la caída de las gotas de lluvia al planeta (un 84% frente a un 60,9%). A la hora de representar este fenómeno gráficamente en términos de gravedad radial, el porcentaje pasó de un 34,8% en el año 2012, a un 46% en la actualidad. Se aprecia, por tanto, un incremento de las respuestas que más se acercan al conocimiento

científico. Sin embargo, también se observa un aumento en las respuestas que representan gráficamente la caída de la lluvia tan sólo en el hemisferio norte (un 38% en el presente frente al 26,1% del pasado).

Se les planteó una cuestión en la que debían explicar cómo es posible que un astronauta salte más alto en la Luna, en comparación a nuestro planeta. Se aprecia un marcado descenso en las respuestas que más se acercan al conocimiento científico (un 38% de alumnos que contestan que hay menos gravedad en la Luna frente al 70% recogido hace dos años). Además, hoy, el 54% afirma que en la Luna no existe la gravedad.

Uno de los resultados más reseñables de nuestro estudio es el relacionado con la apreciación, por parte de los alumnos, de la acción simultánea de las fuerzas por contacto y a distancia en una misma situación. De tal modo que, si en el 2012 tan sólo un 8,7% reconoció ambas fuerzas en el deslizamiento de un niño por un tobogán, en la actualidad este resultado ascendió a un 63%.

En relación a la aplicabilidad técnica del magnetismo también se aprecian diferencias. Mientras que la totalidad de los niños, hace dos años, demostraron conocer el efecto de los imanes en los metales y sólo el 47,8% es capaz de aplicar dicho conocimiento en una situación sencilla, como explicar cómo juntarían clips dispersos por el cajón de su mesa; ahora el 79% utilizarían el imán.

CONCLUSIONES

El grupo de estudiantes muestra una actitud satisfactoria ante el tema de las fuerzas, y hacia la metodología llevada a cabo para su enseñanza, basada en el uso de habilidades de indagación de fenómenos relacionados con las fuerzas de contacto y a distancia.

En relación a los aspectos científicos, los alumnos mantienen e incluso amplían sus conocimientos, sobre todo en contextos cotidianos, como en la aplicación de lo que saben sobre los efectos de la fuerza a distancia provocada por los imanes para resolver un problema; o en la identificación de la acción simultánea de ambos tipos de fuerzas en el descenso por un tobogán. Lo indicado sorprende, pues no han recibido una enseñanza específica en el tiempo transcurrido, aunque esta situación podría explicarse por el desarrollo e interiorización de experiencias directas a lo largo del mismo. Sin embargo, los participantes muestran más dificultad para aplicar los conocimientos adquiridos a escala planetaria, pues demanda una mayor abstracción. En este sentido, los resultados indican que, los estudiantes, no disponen de una idea adecuada de atracción radial del planeta, a pesar de que, a estas edades, se encuentran cognitivamente preparados para aceptar la idea de gravedad terrestre y lunar (Bradamante & Viennot, 2007; Vega, 2005).

Teniendo en cuenta las aportaciones realizadas por Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas (2012), este trabajo podría continuar con el estudio del grado de interrelación entre el nivel de satisfacción de los participantes, ante el tema de las fuerzas y la metodología usada y, el mantenimiento o aumento de los aspectos cognitivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bar, V., Zinn, B. & Goldmuntz, R. (1994). Children's concepts about weight and free fall. *Science Education*, 78 (2), 149-169.
- Bar, V., Zinn, B. & Rubin, E. (1997). Children's ideas about action at a distance. *International Journal of Science Education*, 19 (10), 1137-1157. doi: 10.1080/0950069970191003.

- Bermúdez, P. & Martínez, C. (2013). Las fuerzas en 4º de Primaria. Evaluación de una propuesta de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extraordinario del IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 328-332, desde http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art_13_0.pdf
- Black, P. & Harlen, W. (Dres.) (1996). *Nuffield Primary Science: Electricity and Magnetism. Teacher's Guide. Ages 7-12*. Londres: Collins Educational.
- Black, P. & Harlen, W. (Dres.) (1997). *Nuffield Primary Science: Forces and Movement. Teacher's Guide. Ages 7-12*. Londres: Collins Educational.
- Bradamante, F. & Viennot, L. (2007). Mapping Gravitational and Magnetic Fields with Children 9-11: Relevance, difficulties and prospects. *International Journal of Science Education*, 29 (3), 349-372. doi: 10.1080/09500690600718245.
- Devereux, J. (2000). *Primary Science*. Londres: Paul Chapman Publishing.
- Fernández, M. J., Brígido, M. & Borrachero, A.B. (2013). Estudio longitudinal sobre las emociones y las actitudes del alumnado de Maestro en el Grado de Educación Primaria ante la enseñanza de las ciencias experimentales. En Mellado, V., Blanco, L. J., Borrachero, A. B. & Cárdenas, J. A., *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas, Vol. II* (351-372). España, Grupo de investigación DEPROFE.
- Furió, C., Solbes, J. & Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. *Alambique*, 48, 64-77.
- García, M. C., Jiménez, R. & Prados, E. (2013). ¿Damos voz a las emociones? Evaluación de programas de educación ambiental basada en el recuerdo. En Mellado, V., Blanco, L. J., Borrachero, A. B. & Cárdenas, J. A., *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas, Vol. II* (439-460). España, Grupo de investigación DEPROFE.
- Martínez, M. (2006). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. Sevilla: Trillas.
- Mellado, V., Blanco, L. J., Borrachero, A. B. & Cárdenas, J. A. (2012). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas, Vol. II* (351-372). España, Grupo de investigación DEPROFE.
- Pérez, A. & de Pro, A. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten y piensan los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. En Mellado, V., Blanco, L. J., Borrachero, A. B. & Cárdenas, J. A., *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas, Vol. II* (485-520). España, Grupo de investigación DEPROFE.
- Vega, A. (2005). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado actual de las investigaciones. *Revista de Educación*, 342, 475-500.
- Trabajo subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación EDU2011-27772.**