

LAS FUERZAS EN 4º DE PRIMARIA. EVALUACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA

Paula Bermúdez Fernández, M^a Cristina Martínez Losada
Universidad de A Coruña

RESUMEN: El trabajo que se presenta forma parte de un proyecto que pretende la mejora de la enseñanza de las *fuerzas* en Educación Primaria. Se diseñó una secuencia de actividades innovadoras basada en la evidencia científica sobre el tema, en los principios pedagógicos actuales y en el análisis del currículo educativo. La secuencia de actividades se desarrolló en una clase de 4º de Primaria con 24 estudiantes. Los datos, obtenidos a partir de las producciones de los alumnos, se organizaron estableciendo niveles de categorización jerárquicos. Los resultados indican que la secuencia promueve el aprendizaje de las *fuerzas*, aunque también se aprecia que algunos estudiantes tienen dificultades para explicar situaciones en las que éstas intervienen.

PALABRAS CLAVE: Innovación, fuerzas, gravedad, magnetismo, primaria.

OBJETIVOS

- Diseñar y aplicar en un aula una secuencia de actividades enfocada hacia la enseñanza de las fuerzas en E.Primaria.
- Evaluar el grado de adquisición de conocimientos y las dificultades que tienen los niños y niñas de 8 a 9 años.

MARCO TEÓRICO

Los efectos de las fuerzas son acontecimientos observados por los niños y niñas que despiertan esa curiosidad innata hacia los fenómenos naturales que los caracteriza (Bernal, 2001). Se trata de observaciones personales que realizan según su propia visión del mundo que, generalmente derivan en teorías no compartidas por la comunidad científica, por lo que requieren una evolución adecuada para poder aplicarlas a diferentes contextos y servir de base sólida para la formación futura (Greca & Moreira, 1998).

La enseñanza de las fuerzas cobran especial interés en la educación primaria porque explican el movimiento de las cosas, del mismo modo que la energía. Ambas, energía y fuerza, se encuentran relacionadas pero en realidad son muy diferentes, por eso hay que presentarlas por separado, para establecer las relaciones futuras pertinentes en relación a los cambios que producen en la materia (Devereux, 2000). En general, los estudiantes 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). Algunas investigaciones determinan que los estudiantes reconocen el movimiento de los cuerpos, pero tienen dificultades para explicarlo (Black & Harlen, 1997).

Además, 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). Sin embargo, a partir de los 9 años, ya comienzan a aceptar *la gravedad*, incluso en la Luna, renunciando de esta forma a la idea de que es necesario un medio para que se produzca el efecto de esta fuerza a distancia (Bradamante&Viennot, 2007; Vega, 2005). Aunque 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 la detección de los objetos; 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 metálicos de forma espontánea (Bradamante&Viennot, 2007).

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 en un determinado contenido en situaciones de enseñanza/aprendizaje, lo que dificulta la búsqueda de estrategias adecuadas para facilitar dicho aprendizaje (Furió, Solbes y Carrascosa, 2006; Solano, Jiménez-Gómez y Marín, 2000).

METODOLOGÍA

Se diseñó una secuencia de actividades sobre el estudio de las *Fuerzas* que se puso en práctica en el CEIP «Eusebio da Guarda», en la ciudad de A Coruña, con un grupo de 24 estudiantes de 4º de primaria, a lo largo de siete sesiones que comprendieron dos semanas de abril de 2012.

Para cada sesión se plantearon actividades diversas con diferentes objetivos empleando también materiales y situaciones concretas. Éstas pretendían la progresión de conocimiento tomando como referente las dificultades de los niños, recopiladas algunas de ellas en la fundamentación. A su vez, se tuvo en cuenta el currículum oficial y los principios pedagógicos actuales para la enseñanza de las ciencias. Es lo que Guisasola *et al* (2012, p.68) denominan «trabajo de trasposición creativa». A continuación, se presenta en la *Tabla 1* una síntesis de los objetivos y características generales de cada sesión y una aproximación al desarrollo general que siguieron en cada una de ellas, destacando en cursiva ejemplos. Como se puede observar, las actividades se caracterizan por seguir una secuencia que va de lo concreto y sencillo (fuerzas por contacto) a los conocimientos más complejos que requieren una mayor abstracción (fuerzas a distancia). Todas ellas se combinaron, en el momento necesario, con explicaciones expositivas de los fenómenos presentados a los estudiantes; y se realizaron en pequeños grupos y/o en gran grupo a través del diálogo entre la docente y los alumnos.

Tabla 1.
Secuencia de actividades: Fuerzas por contacto y a distancia

Sesión	Objetivos y características generales	Desarrollo general (ejemplos)
1 ^a	Captación de ideas previas Actividades iniciales de trabajo individual y debate en gran grupo	Planteamiento de situaciones próximas a los niños para que expliquen con sus palabras los fenómenos que se producen Un balón que deja de rodar en el patio, una fruta que se cae de un árbol, los imanes de la nevera,...)
Fase de adaptación de la secuencia en función de las respuestas de la sesión inicial		
2 ^a	Fuerzas por contacto Fuerzas a distancia Actividades de laboratorio.	Establecimiento de hipótesis, experimentación y extracción de conclusiones sobre los efectos de las fuerzas. Si aplico la misma fuerza a un coche y lo dejo deslizar por diferentes superficies, ¿qué crees que ocurrirá? Si sujetando un lápiz abres la mano y lo dejas caer, ¿qué crees que pasará? ¿Por qué crees que ocurre?
3 ^a	Trabajo en grupos de 3-4 personas y debate en gran grupo.	
4 ^a		
5 ^a	Usos y aprovechamiento de las fuerzas. Actividades de aplicación. Debate en gran grupo.	Puesta en común de los conocimientos adquiridos en las sesiones de laboratorio a través de la que se pretende que los niños extraigan conclusiones de los diferentes usos de las fuerzas por parte del ser humano y como éstas influyeron en el avance de la humanidad. Los sistemas de poleas, la fuerza del viento o agua, de los animales,...
6 ^a	Síntesis y generalización Actividades de síntesis y visionado de videos educativos. Debate en gran grupo.	Presentación de situaciones donde intervengan las fuerzas estudiadas. Gravedad terrestre y lunar, funcionamiento de la brújula, objetos que se deforman en función de la fuerza que se aplique,...
7 ^a	Evaluación Actividades de aplicación. Trabajo individual	Aplicación de los conocimientos adquiridos a situaciones nuevas. Hacer un dibujo de la Tierra lloviendo; indicar como se pueden juntar los clips desparramados en el cajón de tu mesa; representar gráficamente las fuerzas que actúan sobre un niño que desciende por un tobogán, e indicar cómo se llaman...

La recogida de datos se realizó mediante el análisis de las producciones escritas de los niños. Para cada cuestión se establecieron niveles de respuesta jerárquica de más a menos adecuadas. A continuación, se presenta un ejemplo de análisis de las respuestas aportadas por los estudiantes para explicar el cese de movimiento de un coche de juguete (*Tabla 2*).

Tabla 2.
Categorías establecidas en la actividad 4 de la 2^a sesión

Categorías	Respuestas textuales
Una fuerza lo para	«Porque la fuerza lo para» (12)
Se quedó sin fuerza	«Porque la fuerza que empleas no sirve para que el coche no se pare nunca porque la fuerza se termina» (14); «Porque ya no tenía fuerza» (20)
Otros	«Que se paró porque se para» (6); «Porque pasó tiempo» (10)

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Una vez realizadas las actividades correspondientes, el grupo de estudiantes no presenta problemas para explicar los fenómenos asociados a las fuerzas por contacto y parece que el conocimiento más interiorizado es el rozamiento. Así, en las actividades iniciales, ningún niño explica que una pelota se para por efecto de una fuerza, llegando a afirmar que el fenómeno se produce debido a que pierde progresivamente la fuerza que llevaba durante el movimiento (83,3%) o por la influencia del medio (47,8%), como puede ser el viento que *deja de soplar*. Sin embargo, después de las actividades realizadas en el laboratorio, un 70,9% reconoce la capacidad de las fuerzas para detener los objetos e incluso un 41,7% nombran específicamente el *rozamiento*.

Los estudiantes, sin embargo, presentan más dificultades para explicar los fenómenos en situaciones nuevas, sobre todo en lo que se refiere a las fuerzas a distancia. Así, mientras que la totalidad de los niños demuestran conocer el efecto de los imanes en los metales, 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 (ver *Tabla 1*). Los alumnos también tienen problemas con la fuerza de la gravedad. Por ejemplo, al finalizar la secuencia, el 60,9% justifican la caída de gotas de lluvia en términos de gravedad, pero sólo el 34,8% asume la caída radial, lo que indicaría que éstos no disponen de una idea adecuada de atracción radial del planeta.

A su vez, este grupo de estudiantes presenta dificultades para describir la acción simultánea de las distintas fuerzas que actúan en una determinada situación. Solo el 8,7% fue capaz de representar las dos fuerzas, gravedad y rozamiento, que actúan sobre una persona que se desliza por un tobogán, reconociendo mayoritariamente solo la primera.

A modo de conclusión se puede considerar que:

Las actividades desarrolladas en el aula permitieron ampliar el conocimiento de los estudiantes sobre las fuerzas, tanto a distancia como de contacto. Sin embargo, se aprecia que los niños tuvieron algunos problemas para utilizar el nuevo conocimiento en otras situaciones. Este grupo de estudiantes manifestó menos dificultades en relación a las fuerzas por contacto, especialmente, al rozamiento. Por el contrario, se mostraron mayores problemas en relación a las actividades de las fuerzas a distancia pues se detectan dificultades para abstraer el conocimiento más allá de lo experimentado durante las sesiones. Es necesario aclarar que, con los imanes, el problema se centra en trasladar la aplicabilidad técnica del conocimiento a una situación cotidiana.

Estas conclusiones corresponden a un primer trabajo y lógicamente es susceptible de profundización y mejora. En primer lugar, sería conveniente insistir en situaciones que permitan al alumnado superar las dificultades que presentan para explicar fenómenos relacionados con las fuerzas; lo que significa mejorar las actividades y buscar nuevas situaciones de aprendizaje. También resultaría de interés profundizar en el conocimiento individual de los niños, a través del estudio del discurso de aula. En cualquier caso entendemos que las actividades realizadas han tenido una buena acogida por los niños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Bernal, J.M. (2001). Los contenidos de las ciencias en la enseñanza primaria. ¿Puede ayudar la historia del currículum en la toma de decisiones?. *Alambique*, 30, 111-118.
- 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.
- Furió, C., Solbes, J. & Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. *Alambique*, 48, 64-77.
- Greca, I.M. y Moreira, M.A. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las ciencias*, 16 (2), 289-303.
- Guisasola, J., Garmendia, M., Montero, A. & Barragués, J.I. (2012). Una propuesta de utilización de los resultados de la investigación didáctica en la enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias*, 30 (1), 61-72.
- Solano, I., Jiménez-Gómez, E. & Marín, N. (2000). Análisis de la metodología utilizada en la búsqueda de << lo que el alumno sabe >> sobre fuerza. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 171-188.
- Vega Navarro, 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.