

## Descubriendo las fuerzas y sus efectos

María Fiorella Falcón Soberón – Universidad de Zaragoza  
 Jorge Pozuelo Muñoz – Universidad de Zaragoza

 0000-0002-4248-5208

 0000-0002-9223-6832

Recepción: 28.06.2021 | Aceptado: 14.07.2021

Correspondencia a través de **ORCID**: Jorge Pozuelo Muñoz

 **0000-0002-9223-6832**

Citar: Falcón Soberón, MF y Pozuelo Muñoz, J (2021). Descubriendo las fuerzas y sus efectos. REIDOCREA, 10(27), 1-7.

**Resumen:** La enseñanza de la física en 2º de ESO no parte de cero. Los alumnos tienen concepciones previas (a veces alternativas y otras veces acertadas) formadas en su etapa de Educación Primaria y en las experiencias vividas en su día a día. Es importante que el docente conozca, previo diseño de su metodología docente, esas ideas de sus alumnos. Una vez diagnosticadas, el diseño personalizado en el grupo de clase, de la secuencia didáctica a trabajar en el aula (incluyendo en la metodología las actividades prácticas y las de evaluación) es fundamental para motivar al alumno hacia el aprendizaje de una disciplina ya por sí poco intuitiva de partida.

**Palabra clave:** Fuerzas

### *Discovering the forces and their effects*

**Abstract:** The teaching of physics in 2nd year of ESO is not the starting point. The students have previous conceptions (sometimes alternative and other times correct) formed in their stage of Primary Education and in the experiences lived in their day-to-day life. It is important that the teacher knows, after designing their teaching methodology, those ideas of their students. Once diagnosed, the personalized design in the class group, of the didactic sequence to work in the classroom (including practical and evaluation activities within the methodology) is essential to motivate the student towards learning a discipline in its own right unintuitive starting. In this study, the previous ideas of a class group of 9 students have been analyzed, and based on the results, a didactic sequence has been designed that has been evaluated to find out if students keep their motivation while acquiring knowledge about content and concrete procedures.

**Keyword:** Forces

## Introducción

El concepto de fuerza ha ido evolucionando a lo largo de la historia gracias a grandes científicos como Copérnico, Galileo, Kepler y Newton. Se necesitó mucho tiempo para construir este concepto, que permitía explicar numerosos fenómenos que apreciamos en la vida cotidiana, como la caída de los objetos, el movimiento de los cuerpos, el concepto de aceleración o la deformación de los materiales. Sin embargo, la fuerza no es un concepto factual, sino que se trata de un concepto físico formal que no se puede observar. Este es un hecho que muchas veces se tiene olvidado y es la causa principal del origen de muchas teorías asociadas a un pensamiento casual que queda lejos del significado científico de los fenómenos dinámicos. Estas teorías son las que dificultan los procesos de aprendizaje (Montanero, Suero y Pérez, 1996).

Los conceptos de fuerza, tipos de fuerza y sus efectos no se enseñan por primera vez en 2º de ESO desde la asignatura de Física y Química, sino que se llevan trabajando desde Educación Primaria en asignaturas como Ciencias de la Naturaleza, Educación Física o Plástica. Además, a pesar de que son conceptos que parecen intuitivos y que forman parte de nuestro día a día, resulta complicado trabajarlos en las clases debido a la existencia de numerosas concepciones alternativas, algunas de ellas no científicas u erróneas. En relación con el tema que compete a este estudio, los alumnos poseen numerosas ideas alternativas, muchas de las cuales son erróneas como, por ejemplo: que los cuerpos poseen fuerzas; relacionar la fuerza con el movimiento; pensar que los

cuerpos flotan en el espacio porque la gravedad es nula o muy pequeña; o confundir la masa con el peso (Carrascosa Alís, 2005). Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario detectar las ideas previas para poder diagnosticar el punto de partida de los estudiantes antes de formarlos en este tema concreto.

A la dificultad del concepto de fuerzas, se añade la falta de motivación general y de trabajo de grupo del alumnado de ESO, que es donde se contextualiza este estudio. Es por ello por lo que se diseñó este estudio en el que se plantean diferentes experiencias científicas recreativas o actividades de motivación con el fin de captar la atención de los alumnos y favorecer algunas destrezas científicas como es la argumentación en ciencias (Lozano, Solbes y García Molina, 2012).

### **Objetivos o hipótesis**

En estudio se plantean los siguientes objetivos generales:

- Diseñar una propuesta de actividades de aula que ayude a motivar a los alumnos hacia el aprendizaje recurriendo a la realización de experiencias prácticas.
- Que las actividades diseñadas fomenten la participación continua de los alumnos en el aula.
- Identificar y ayudar a corregir algunas de las ideas previas de los alumnos relacionadas con el concepto de fuerza.

De forma complementaria, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Que los alumnos adquieran el modelo de fuerza, sus efectos y los tipos de fuerzas que existen relacionando estos conceptos con fenómenos de la vida cotidiana.
- Que los alumnos sepan clasificar los materiales en rígidos, plásticos y elásticos cuando sobre ellos se ejerce una fuerza.
- Que los alumnos entiendan la diferencia entre el peso y la masa y sepan modelizar esos conceptos a través del uso de la balanza y el dinamómetro para su medida.
- Que los alumnos comprendan la ley de Hooke a través de desarrollos experimentales (ejemplo: miden el peso de los cuerpos anotando los resultados en tablas y realizando representaciones gráficas que los lleven a deducir la ley).

### **Método**

Se plantea un proyecto para trabajar las fuerzas en 2º de ESO. En concreto, se abordan los siguientes contenidos: concepto de fuerza; efectos de las fuerzas; tipos de fuerza; introducción a la fuerza gravitatoria, eléctrica y magnética; fuerza de rozamiento y fuerza gravitatoria y peso.

Desde el currículo oficial aragonés (Orden ECD/489/2016), estos contenidos vienen recogidos en el bloque IV: El movimiento y las fuerzas y atiende a los siguientes criterios de evaluación: Crit.FQ.4.1. Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios del estado de movimiento y de las deformaciones; Crit.FQ.4.5. Comprender el papel que juega el rozamiento en la vida cotidiana; Crit.FQ.4.6. Considerar la fuerza gravitatoria como la responsable del peso de los cuerpos y distinguir entre masa y peso, midiendo la masa con la balanza y el peso con el dinamómetro. Calcular el peso a partir de la masa y viceversa, y la aceleración de la gravedad utilizando la balanza y el dinamómetro.

Todo lo anteriormente expuesto, se plantea alcanzar a través de una metodología basada en la experimentación para conseguir que los alumnos aprendan física de manera contextualizada a través de actividades prácticas (Romero Maltrana, Fuentes, Rivera y Vera, 2015).

El proyecto se ha llevado a cabo en el Instituto "Pablo Serrano", de Zaragoza. En el grupo de 2º ESO formado por 9 alumnos, dos de ellos con adaptación curricular significativa o ACI. El clima del aula es bueno y respetuoso, aunque es un grupo que tiene dificultades académicas y están desmotivados en cuanto al trabajo y al aprendizaje.

La secuenciación de los contenidos trabajados recoge: una sesión inicial, cinco sesiones de intervención, que incluye actividades de motivación y desarrollo, y una sesión final en la que se realiza una prueba de evaluación. Los contenidos detallados son:

- Cuestionario inicial y concepto de fuerza y sus efectos. Introducción a los distintos tipos de fuerza.
- Tipos de fuerza. Clasificación de los materiales en rígidos, elásticos y plásticos. Introducción a la fuerza gravitatoria.
- Fuerza gravitatoria. Masa y peso.
- Masa y peso. Comportamiento elástico de los muelles.
- Repaso y evaluación final.

## **Resultados**

A continuación, exponemos la secuencia diseñada y los resultados obtenidos en su aplicación en el aula.

### ***Actividades de evaluación inicial***

Se diseña un cuestionario inicial, que los alumnos realizan en la primera sesión, para conocer las ideas previas de los alumnos.

Se adapta metodológicamente el cuestionario para los alumnos con ACI.

Los resultados obtenidos muestran que los alumnos asocian la fuerza a energía, movimiento y a la capacidad de levantar un peso. Conocen la fuerza gravitatoria, la fuerza eléctrica y la fuerza de rozamiento. Alguno de ellos confunde al movimiento de rotación y traslación con un tipo de fuerza. Otro piensa que la resistencia es una fuerza. Por otro lado, todos reconocen que las fuerzas no se pueden ver y sólo dos representan la fuerza como un brazo musculado. Un único alumno representó la fuerza de manera correcta. En cuanto a cómo se mide una fuerza, uno de los alumnos piensa que se puede medir calculando el tiempo que tarda un objeto en caer al suelo y propone que la fuerza es igual a la masa por el volumen. Asimismo, un alumno piensa que la fuerza se mide calculando el peso. Otros no lo saben o piensan que no se puede medir. Sólo dos alumnos dan una respuesta correcta a la unidad de medida de la fuerza.

### ***Actividades de motivación***

Se plantean experiencias o vídeos para explicar la fuerza gravitatoria, la fuerza eléctrica y la fuerza magnética usando materiales que se encuentran fácilmente en la vida cotidiana y son comunes para los alumnos.

Al final de la primera sesión, como introducción al concepto de fuerza eléctrica, se planteó la experiencia de electrización de un globo por frotamiento. Cuando acercamos un globo a unos trozos de papel, no sucede nada. Sin embargo, si frotamos el globo con nuestro pelo, adquiere carga eléctrica y es capaz de atraer los papelitos. Se le entregó un globo a cada alumno para que pudiese realizar la experiencia y buscar una explicación física basada en lo trabajado previamente en clase.



**Figura 1:** Generando electricidad estática con un globo.

En una sesión posterior, se trabajó con unos vídeos sobre el salto desde la estratosfera de Félix Baumgartner y se explicaron los conceptos de estratosfera, fuerza gravitatoria, fuerza de rozamiento, unidades de longitud, barrera de sonido. En cuanto a la fuerza gravitatoria la mayoría de los alumnos reconocen que la fuerza gravitatoria es la responsable de que los objetos caigan. Aunque algunos asocian esta fuerza a la atmósfera o al aire. En relación con la masa y el peso, muchos de los estudiantes reconocen que masa y peso no es lo mismo, pero no son capaces de explicarlo. Los alumnos además saben que el peso en la Luna es diferente al de la Tierra y lo asocian al hecho de que en la Luna flotas porque no hay gravedad o porque lo han visto en la tele.

A raíz del estudio de los cuerpos según el efecto que causa sobre ellos una fuerza, se llevó al aula un huevo que estuvo 24 horas en vinagre y que pasó de ser rígido a elástico. Se enseñó a cada uno de los alumnos el resultado y se les pidió que lo manipularan viendo las diferencias entre un huevo ordinario y este último.



**Figura 2:** Experiencia con huevo normal y huevo en vinagre.

La mayoría de los estudiantes asocia estos tipos de materiales con la deformación, pero no tienen claro la diferencia entre ellos.

### ***Actividades de desarrollo (evaluación formativa)***

Se realizó una actividad práctica de clasificación de diferentes materiales en rígidos, plásticos y elásticos por parejas. Los alumnos tenían que reconocer el material del que estaban hechos los objetos, dibujar la fuerza que iban a aplicar sobre cada uno y clasificar los materiales completando una ficha que entregaron al final de la clase. Para los alumnos con ACI se adaptó la ficha.



**Figura 3:** Materiales y su clasificación según rígidos, plásticos o elásticos.

Los alumnos son capaces de distinguir las diferencias entre materiales elásticos y plásticos y reconocen su utilidad.

De forma posterior a la actividad anterior, se fabricó "slime" a partir de polialcohol vinílico y borato de sodio. Se puso en una mesa todo el material y después de una explicación de cómo tenían que hacerlo, por parejas, los alumnos llevaron a cabo la actividad. Al final, observando los resultados, concluyeron que el material era plástico cuando aplicábamos una fuerza.



**Figura 4:** Fabricando "slime".

Por otro lado, se dedicaron dos sesiones para abordar la explicación de qué es y cómo funciona un dinamómetro. En primer lugar, se realizó una experiencia de cátedra con la participación de los alumnos. En esta experiencia se midió el peso con el dinamómetro del estuche de un alumno. Se pidió a cada alumno, pasando por sus mesas, que indicase qué medida se obtenía en el dinamómetro. De esta forma, practicaron cómo se mide una fuerza: cuál es la sensibilidad del instrumento y dónde tienen que mirar para tomar la medida. Con todos los resultados de los alumnos, se calcularon las masas correspondientes en la pizarra. Posteriormente, se tomó de forma experimental el valor de la masa del estuche en la balanza y se observó que resultado, de los obtenidos teóricamente, coincidía con el experimental. En segundo lugar, se realizó una experiencia cátedra en la que los alumnos observaron lo que sucede cuando pesamos un objeto de metal en una balanza y luego acercamos un imán para explicar las diferencias entre masa y peso.

En tercer lugar, se realizó una actividad por parejas dentro del aula. A cada pareja se le entregó un dinamómetro y dos pesas de diferente masa. Los alumnos tenían que calcular su peso expresado en Newton con el dinamómetro y calcular su masa de forma teórica. A continuación, obtenían el valor de la masa de las pesas con la balanza y calculaban su peso teóricamente. Al final comprobaron que los resultados obtenidos eran similares. Finalmente, se pidió a los alumnos que hicieran lo mismo con el objeto de que quisieran: las llaves de casa, la mochila, su estuche, etc. Se les entregó a su vez una ficha que tuvieron que rellenar y entregar al final de la clase.

En cuarto lugar, a cada pareja se le entregó un soporte del que estaba colgado un muelle y tres pesas diferentes. Los alumnos tenían que calcular el peso de las pesas a partir del valor de sus masas. Posteriormente, midieron la longitud natural y la longitud final del muelle cuando colgaban de él los objetos. Calcularon con estos datos la elongación del muelle y representaron gráficamente el peso en función de su elongación en una ficha que se entregó al principio de la clase.

En la última sesión, una vez finalizada la intervención, se realizó una prueba de evaluación enfocada en la gamificación. Se llevó a la clase una caja cerrada por un candado que sólo se abría introduciendo una clave de cuatro dígitos. Para hallar la clave, se realizó una actividad por parejas en la que los alumnos tenían que responder a cuatro preguntas con diferentes apartados en los que se incluían preguntas teóricas, problemas y ejercicios prácticos. Cuando los alumnos terminaban la primera pregunta, se corregía y se les daba el primer dígito de la clave. Se realizó lo mismo con el resto de las preguntas, de manera que al final hallaban la clave.

<i>Tabla. Rúbrica de evaluación</i>				
CONCEPTO	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Concepto 1: Fuerza	No contesta o confunde el concepto de fuerza con los efectos que esta produce.	Reconoce la diferencia entre fuerza y los efectos que esta produce, pero no sabe representarla ni las unidades en las que se mide.	Reconoce la diferencia entre fuerza, los efectos que esta produce, sabe representarla y las unidades en las que se mide.	Reconoce la diferencia entre fuerza, los efectos que esta produce, sabe representarla y las unidades en las que se mide. Sabe calcular la fuerza total aplicada sobre un cuerpo.
Concepto 2: Fuerza gravitatoria	No contesta o confunde conceptos.	Reconoce qué es la fuerza gravitatoria.	Reconoce qué es la fuerza gravitatoria, su dependencia con la distancia y la masa de los cuerpos.	Reconoce qué es la fuerza gravitatoria, su dependencia con la distancia y la masa de los cuerpos y la saben diferenciar de la aceleración de la gravedad.
Concepto 3: Fuerza de rozamiento	No contesta o confunde conceptos.	Reconoce qué es la fuerza de rozamiento.	Es capaz de asociar la fuerza de rozamiento con los efectos que esta produce.	Es capaz de asociar la fuerza de rozamiento con los efectos que esta produce y reconocen su importancia en la vida cotidiana.
Concepto 4: Diferencia masa y peso	No contesta o confunde conceptos.	Sabe que peso y masa es diferente.	Reconoce las diferencias entre peso y masa. Realiza cálculos con la fórmula y experimentalmente.	Reconoce las diferencias entre peso y masa. Realiza cálculos con la fórmula y realiza mediciones de forma experimental. Conoce el funcionamiento de un dinamómetro.
Concepto 5: Materiales elásticos y plásticos	No contesta o confunde conceptos.	Reconoce que los materiales elásticos y plásticos están relacionados con la deformación.	Saben diferenciar entre materiales elásticos y plásticos.	Saben diferenciar entre materiales elásticos y plásticos y reconoce su utilidad en la vida cotidiana.

Se realiza una representación gráfica de los resultados obtenidos en el cuestionario inicial y en la prueba final atendiendo a la rúbrica siguiente, similar a la de Fitriza y Gazali (2018), pero aplicada a los fenómenos dinámicos en 2º de ESO.

Los resultados comparativos de la rúbrica antes y después del desarrollo de las actividades ha sido:

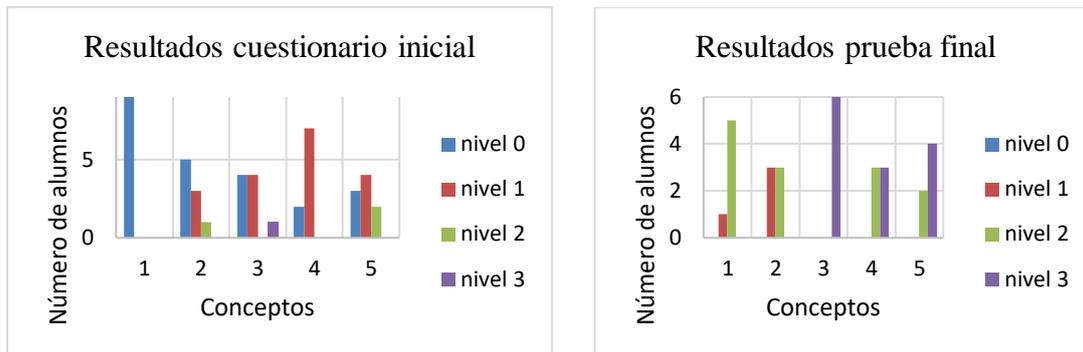


Figura 5: Resultados de la rúbrica pre y post intervención en el aula.

## Discusión

Los resultados obtenidos en el estudio comparativo de la prueba inicial y final son positivos. El número de alumnos que se encuentra en el nivel 3 es mayor al final de la intervención. Podríamos concluir que se han alcanzado en cierta medida los objetivos específicos planteados para esta propuesta, salvo el último objetivo, que apenas dio tiempo a trabajarlo durante las sesiones. Sin embargo, reconocen la relación de proporcionalidad entre el alargamiento del muelle y el peso de un cuerpo. En este sentido ha sido un acierto que el trabajo se centre mucho en actividades colaborativas experimentales y de manipulación, para poder transmitirles, en este caso, la parte cualitativa de los fenómenos dinámicos.

El papel del docente no sólo se limita a conseguir que los alumnos aprendan Física y Química, si no a que en sus clases los alumnos se sientan bien y a darles, a cada uno, su papel dentro del aula. Para intentar conseguir esto me ha ayudado la metodología que he utilizado para abordar las actividades que forman parte de su evaluación formativa, pero conseguir confianza con ellos ha sido fundamental para que las actividades se lleven a cabo de forma satisfactoria y participen en clase.

## Referencias

- Carrascosa Alís, J (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 183-208.
- Lozano, O, Solbes, J y García Molina, R (2012). Contribución de la ciencia recreativa al desarrollo de competencias argumentativas y actitudinales. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71(1), 70-80.
- Domínguez, A, Masingila, J y Nigam, P (1997). Evaluación: una herramienta para enseñar y para aprender. *Uno*, 11, 33-42.
- Montanero, M, Suero, MI y Pérez, AL (1996). El quién-qué-cuál de las fuerzas. *Alambique*, 7(1), 97-107.
- Fitriza, Z, & Gazali, F (2018). Diagnosing Students' conception on atomic structure using open ended questions. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1), 012097.
- Orden ECD/489/2016 de 26 de mayo.
- Romero Maltrana, D, Fuentes, R, Rivera, R y Vera, F (2015). Estudio del movimiento de caída libre usando videos de experimentos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 581-592.