

# TRABAJO DE FIN DE GRADO



Universidad de Almería

Facultad de Educación

## Sobre la enseñanza del modelo de fuerzas en Educación Primaria

### *On the teaching of the forces model in Primary Education*

TFG presentado por:

Juan Beltrán Martínez

Tutor del TFG:

Rafael López-Gay Lucio-Villegas

Titulación:

Grado en Educación Primaria

Fecha:

Mayo/2021

## **Resumen**

El modelo de fuerzas constituye un conocimiento fundamental en la educación científica, de hecho está presente en los currículos de las diferentes etapas educativas a partir de Primaria. Sin embargo, la investigación didáctica ha mostrado el escaso o nulo aprendizaje de los estudiantes de este modelo, en especial de su capacidad para aplicarlo para describir e interpretar situaciones cotidianas, hasta el punto de que el tema más estudiado para reconocer las dificultades de los estudiantes y su persistencia ha sido desde la década de los 70 la dinámica elemental.

El modelo científico de fuerzas es un modelo complejo, que muchas veces choca con el sentido común, como muestra el largo proceso en la historia de la ciencia que supuso el paso del modelo aristotélico (basado en la idea de que la fuerza produce movimiento) al modelo newtoniano (basado en la idea de que la fuerza produce cambios en el movimiento). Ese modelo científico no se aprende de una vez para siempre sino que es necesario establecer una progresión en las ideas (y no sólo en el nivel de las ideas) desde la Primaria hasta el Bachillerato. Por ello, la primera tarea de este trabajo será reconocer las ideas fundamentales del modelo científico de fuerzas y establecer a modo de tentativa las ideas de un modelo científico escolar para Primaria.

Las personas construyen sus propias explicaciones del mundo que les rodea, y esas explicaciones o concepciones alternativas juegan un papel fundamental en el aprendizaje de las ciencias. Tomando como referencia el modelo científico escolar propuesto para Primaria, se resumen algunas concepciones alternativas ya estudiadas y se realiza un estudio experimental original para identificar las concepciones de una muestra de estudiantes del último ciclo de Educación Primaria.

Por último, se analiza brevemente la enseñanza de las fuerzas en el currículo y en un libro de texto desde la perspectiva del modelo científico escolar propuesto.

## **Abstract**

The model of forces constitutes a fundamental knowledge in science education, in fact it is present in the curricula of the different educational stages from Primary onwards. However, didactic research has not shown enough student learning of this model, especially their ability

to apply it to describe and interpret everyday situations, to the point that the most studied topic to recognize the difficulties of students and its persistence has been the elemental dynamic since the 1970s.

The scientific model of forces is a complex model, which often collides with common sense, as shown by the long process in the history of science that led to the passage from the Aristotelian model (based on the idea that force produces movement) to Newtonian model (based on the idea that force produces changes in motion). This scientific model is not learned once and for all but it is necessary to establish a progression in ideas (and not only at the level of ideas) from Primary to Baccalaureate. Therefore, the first task of this work will be to recognize the fundamental ideas of the scientific model of forces and to tentatively establish the ideas of a school scientific model for Primary.

People construct their own explanations of the world around them, and those explanations or alternative conceptions play a fundamental role in science learning. Taking as a reference the scientific school model proposed for Primary, some alternative conceptions already studied are summarized and an original experimental study is carried out to identify the conceptions of a sample of students from the last cycle of Primary Education.

Finally, the teaching of forces in the curriculum and in a textbook is briefly analyzed from the perspective of the proposed scientific school model.

**Palabras clave:**

Fuerza, Educación Primaria, Enseñanza de las ciencias, Peso, Concepciones.

**Key words:**

Strength, Primary Education, Science Teaching, Weight, Conceptions.

# Índice

1. Introducción y justificación. 5
2. El modelo científico de fuerzas. Ideas fundamentales. Dificultades de aprendizaje. 6
3. Una propuesta de modelo científico escolar de fuerzas para la enseñanza Primaria. 9
4. Estudio de las ideas de los estudiantes: diseño de un cuestionario, resultados y conclusiones. 10
5. Análisis del currículo (y de libro de texto) en relación con las ideas del modelo científico escolar de fuerzas. 24
6. Conclusiones. 27
7. Referencias Bibliográficas. 28

## 1. Introducción y justificación

Las fuerzas en primaria es un tema que rara vez se ha intentado investigar y estudiar. Se trata de un tema que no recibe la importancia que necesita, como se refleja en el poco espacio que se le dedica en el currículo de primaria. Ha pasado a ser el gran tema olvidado de las ciencias en primaria. La mayoría del alumnado no llegan a estudiar nada sobre fuerzas hasta entrar al instituto donde ya se genera un problema al no tener una base en cuanto al tema. Explican todo lo que les rodea utilizando su propia experiencia y capacidad de razonamiento relacionados con las fuerzas y los movimientos, sin tener realmente nada claro o simplemente estar seguros de lo que saben ser realmente cierto, pues nunca nadie se lo ha explicado.

La propia investigación didáctica le ha prestado poca atención, tras la búsqueda y análisis de investigaciones didácticas se ha descubierto una abundancia de documentos acerca de las concepciones sobre fuerzas en secundaria y universidad, pero en el caso de primaria encontramos una escasez de documentos enorme en comparación con otras instituciones educativas. Al igual que documentos de los propios docentes en ejercicio, sobre las fuerzas, así como propuestas de enseñanza. Sin embargo, para Primaria en nuestro país he encontrado:

En el primer documento (Bermúdez y Martínez, 2013) se diseñó una secuencia de actividades en el estudio de las fuerzas, que buscaba trabajar las dificultades de los niños analizadas anteriormente. La secuencia se caracteriza por ir de lo concreto y sencillo como fuerzas por contacto a conocimientos más complejos como fuerzas a distancia. Tras las actividades se realizaban diálogos entre los alumnos y el docente para analizar las respuestas.

En el segundo documento (Fernández, Jiménez y Solano, 2009) se trata el concepto de peso en este caso en alumnos de 2º ciclo, los cuáles presentan dificultades para diferenciar el peso de algunos objetos dependiendo de su forma o color. Se trabaja con balanzas realizando una serie de juegos para que el alumnado distinga el peso de los objetos.

En el tercer y último documento (Postigo y Greca, 2014) encontrado sobre fuerzas en primaria, vemos cómo se trabaja este apartado de las ciencias en un colegio a partir de una metodología de indagación, pero esta vez en un 1er ciclo de primaria. Se puede observar grandes resultados en el aula, y en definitiva una mejor enseñanza que con la metodología tradicional. Se trabajan los contenidos contemplados en el currículo.

Teniendo en cuenta estas carencias, el trabajo a realizar pretende hacer una contribución a los siguientes objetivos: identificar qué ideas sobre fuerzas se pueden aprender y enseñar en

Primaria (conocimiento científico escolar), qué concepciones tienen los estudiantes sobre esas ideas y que aparecen en el currículo y libros de texto en relación con esas ideas. Para obtener las concepciones del alumnado acerca de este tema se trabajará mediante un cuestionario y una posterior entrevista para conseguir un análisis más profundo de los datos obtenidos anteriormente.

## **2. El modelo científico de fuerzas. Ideas fundamentales. Dificultades de aprendizaje.**

### **Ideas del modelo científico de fuerzas**

Pretendemos mostrar aquí, de forma esquemática, las ideas fundamentales del modelo de fuerzas que debe poseer una persona formada científicamente, evitando el uso del lenguaje matemático, y que han sido extraídas del estudio de manuales de Física de Bachillerato.

- ❑ Cada fuerza es la medida de una acción desde el exterior que se está realizando sobre un objeto. Cada fuerza tiene dirección y sentido, y se representa mediante un vector (o una flecha) y su valor se mide en Newton (N).
- ❑ En realidad, esa acción del exterior sobre el objeto es mutua: también el objeto actúa sobre el exterior. Cada fuerza es una medida de una interacción: si A ejerce una fuerza sobre un objeto, entonces el objeto ejerce la misma fuerza en sentido contrario sobre A.
- ❑ Ningún objeto puede aplicarse fuerza a sí mismo, ni posee fuerza. Cuando tenemos la sensación de que los seres vivos se empujan a sí mismos, en realidad lo que hacen es que empujan a otro objeto (el suelo, el aire, el agua...) y ese otro objeto les empuja a ellos.

[Aunque cada vez que desde el exterior se está aplicando una fuerza sobre un objeto éste está aplicando otra fuerza en sentido contrario sobre el exterior, a partir de ahora sólo vamos a centrarnos en la fuerza que se está aplicando sobre el objeto (no en la que él está aplicando).]

- ❑ Si sobre un objeto están actuando varias fuerzas a la vez, se suman teniendo en cuenta su dirección y sentido. En el caso más sencillo, cuando todas las fuerzas que están

actuando tienen la misma dirección: se suman todas las que van en un sentido, se suman todas las que van en sentido contrario, y se resta el resultado de ambas sumas.

- ❑ Cuando la suma de las fuerzas que están actuando sobre un objeto es cero, entonces ese objeto mantiene su velocidad: permanece en reposo si está inicialmente parado, o bien se mueve en línea recta con rapidez constante si inicialmente se estaba moviendo.
- ❑ Cuando la suma de las fuerzas que están actuando sobre un objeto es distinta de cero (decimos que esa suma es la fuerza neta o fuerza resultante), entonces estará cambiando el movimiento del objeto, de distinta forma según la dirección y sentido de la fuerza respecto a la dirección y sentido del movimiento:
  - a) Si la dirección de la fuerza resultante es la misma que la del movimiento, entonces se estará moviendo en línea recta y produciendo un cambio la rapidez del objeto:
    - a1. si el sentido de la fuerza es el mismo que el sentido del movimiento, la rapidez está aumentando, el objeto se estará moviendo cada vez más rápido (la rapidez está aumentando más bruscamente cuanto mayor sea el valor de la fuerza resultante)
    - a2. si el sentido de la fuerza es opuesto al sentido del movimiento, la rapidez estará disminuyendo, el objeto se estará moviendo cada vez más despacio (estará frenando más bruscamente cuanto mayor sea el valor de la fuerza resultante).
  - b) Si la dirección de la fuerza resultante es perpendicular a la dirección del movimiento, entonces se estará moviendo con rapidez constante y describiendo una curva, más cerrada cuanto mayor sea el valor de la fuerza resultante)
  - c) Si la dirección de la fuerza resultante es intermedia entre la dirección del movimiento y su perpendicular, entonces ocurre simultáneamente lo que se describe en a y b: trayectoria curva y cambio de rapidez (aumentando o frenando).

Estas ideas generales del modelo se completan con la identificación de diferentes tipos de fuerzas que actúan sobre los objetos en determinadas circunstancias.

## ¿Qué fuerzas conocemos en nuestro entorno?

1. La que ejerce la Tierra (cualquier planeta) sobre cualquier objeto cerca de su superficie, es vertical y hacia abajo (hacia el centro de la Tierra o el planeta). Su valor es el producto de la masa del objeto por una constante característica de cada planeta (10 N/kg en la Tierra). Se llama Peso.
2. La que ejerce una persona que empuja a un objeto
3. La que ejerce el suelo o cualquier superficie sobre un objeto, es perpendicular a la superficie y dirigida hacia afuera de la superficie. Su valor depende de lo apretados que están el objeto y la superficie.
4. La que ejerce un muelle sobre un objeto: tiene la dirección del muelle y el sentido siempre es hacia la posición natural (ni estirado ni comprimido) del muelle. Su valor es proporcional a lo que se encuentre de estirado o comprimido el muelle.
5. La que ejerce el suelo sobre un objeto que se desliza sobre él, es contraria al movimiento y su valor depende de la rugosidad del suelo y de lo apretados que están el suelo y el objeto. Se llama fuerza de rozamiento por deslizamiento.
6. La que ejerce un líquido (o un gas) sobre un objeto que se encuentra total o parcialmente sumergido. Su dirección es vertical, sentido hacia arriba y su valor es igual al peso del líquido (o gas) desalojado. Se llama fuerza de Empuje o fuerza de Arquímedes.

Es importante comentar las dificultades en cuanto al aprendizaje que presentan estos contenidos. Existen muchos trabajos que han estudiado la persistencia de concepciones alternativas entre los estudiantes y se ha tratado de abordar de muchas formas diferentes para buscar los mejores resultados. El alumnado muestra más dificultades ante fuerzas a distancia como las gravitacionales, ya que si no ven quien ejerce la fuerza achacan que no está expuesto a ninguna fuerza.

## Concepciones alternativas relacionadas con el modelo científico de fuerzas

En cuanto a las concepciones alternativas del modelo de fuerzas podemos contemplar estos dos documentos, el primero (Salinas, 1992) y otro de (Driver, 1986), en ellos se definen una serie de concepciones en su mayoría debidas a la existencia de potentes ideas intuitivas, que a pesar de

muchas de las ideas ser recogidas en universidades e institutos no varían independientemente de la madurez mental del individuo.. Recogiendo las más interesantes de ambos documentos tenemos:

1. El movimiento y reposo son sustancialmente inequivalentes, al igual que presentaban problemas para seleccionar y utilizar un sistema de referencia estandard.
2. El movimiento requiere la existencia de una fuerza en la dirección del mismo.
3. Para mantener un movimiento continuo se precisa que una fuerza esté continuamente actuando. Se entiende que un objeto se para cuando la fuerza que se le ha aplicado se gasta.
4. La fuerza es diferente dependiendo de la rapidez con la que se mueva un objeto.
5. Un objeto se moverá en la dirección marcada por una fuerza aplicada.
6. Un objeto en reposo no puede ejercer fuerza.
7. La fuerza de gravedad es mayor cuanto más alto se encuentre el objeto y los cuerpos más pesados caen más rápido que los ligeros.

### **3. Una propuesta de modelo científico escolar de fuerzas para la enseñanza Primaria**

El modelo científico no se aprende de una vez para siempre. Se establece una progresión a lo largo de la escolaridad, en función del avance cognitivo del alumnado se aumenta la cantidad de contenidos, a través de modelos científicos escolares cada vez más complejos, que van profundizando en los distintos elementos del modelo científico.

Con frecuencia, el modelo científico escolar para las primeras etapas consiste en una versión resumida del modelo científico. Sin embargo, creemos que es preferible seleccionar algunas ideas, con la seguridad de que dejaremos fuera otras ideas importantes del modelo, que puedan sentar las bases de una mayor complejidad en el futuro. Después del análisis realizado, creemos que las primeras ideas del modelo de fuerzas que deberían aprender los estudiantes son las siguientes:

#### **Ideas del modelo científico ESCOLAR de fuerzas**

- Cada fuerza es la medida de una acción desde el exterior que se está realizando sobre un objeto. Cada fuerza tiene dirección y sentido, y se representa mediante un vector (o una flecha) y su valor se mide en Newton (N).
- Ningún objeto puede aplicarse fuerza a sí mismo, ni posee fuerza. Cuando tenemos la sensación de que los seres vivos se empujan a sí mismos, en realidad lo que hacen es que empujan a otro objeto (el suelo, el aire, el agua...) y ese otro objeto les empuja a ellos. Por ejemplo nosotros no conseguimos movernos por el agua por la fuerza que nosotros realizamos, sino que el agua nos devuelve la fuerza que nosotros le ejercemos para poder remar, nadar etc.
- Si sobre un objeto están actuando varias fuerzas a la vez, se suman teniendo en cuenta su dirección y sentido. En el caso más sencillo, cuando todas las fuerzas que están actuando tienen la misma dirección: se suman todas las que van en un sentido, se suman todas las que van en sentido contrario, y se resta el resultado de ambas sumas. Es decir si sobre un objeto se realizan varias fuerzas en el mismo sentido esas fuerzas se complementarán y se moverá el objeto de forma más rápida en dicha dirección, en cambio si las fuerzas se encuentran una enfrente de la otra la suma de sus fuerzas será cero y por ello el objeto se mantendrá en reposo.
- Si un objeto se encuentra **en reposo**, cuando la suma de las fuerzas que están actuando sobre el objeto es cero, entonces ese objeto permanece en reposo, pero si la suma no es cero entonces el objeto empieza a moverse.
- La fuerza peso la cual se trata de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto, es decir la fuerza con la que es atraída un objeto por la Tierra.

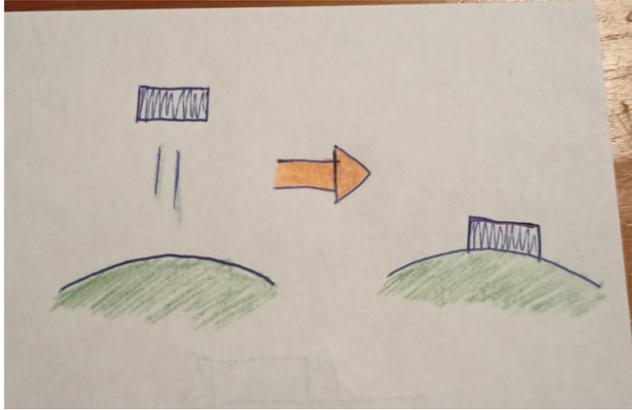
#### **4. Estudio de las ideas de los estudiantes: diseño de un cuestionario, resultados y conclusiones**

El cuestionario busca entender y observar el pensamiento de un tercer ciclo ante situaciones básicas de fuerzas, se tratan de ejemplos muy sencillos que se encuentran en su día a día en su gran parte, se quiere observar que fuerzas reconocen en cada momento y si saben en qué dirección se ejercen. Realizaremos este estudio experimental con una muestra de alumnado de 5º Primaria del colegio público *Angel Suquía*, clasificado como un colegio de educación compensatoria. Se trata de un centro que posee un conjunto de programas que destinan

recursos específicos, materiales y humanos, a garantizar el acceso, la permanencia y la promoción en el sistema educativo del alumnado en situación de desventaja social. El trabajo de investigación tiene una dificultad añadida, como es la diferencia de niveles que hay dentro de una misma clase: he podido reconocer alumnos que tienen el nivel que les corresponde (5º Primaria) junto a muchos otros que rondan el nivel de 2º o 3º de Primaria, confirmado por la propia tutora. Esas diferencias no son sólo una dificultad para la enseñanza, quizás también sea interesante para observar cómo cambian su pensamiento acerca del tema según adquieren una evolución mental. Lamentablemente, el centro tiene un alto grado de absentismo en especial la clase utilizada para el estudio, pero no por ello ha existido una falta de interés tanto por parte del alumnado como de la tutora del grupo. A parte el alumnado no había visto anteriormente nada de fuerzas así que el cuestionario refleja sus ideas iniciales acerca del tema. Las cuales también nos interesan para trabajar ahora a partir de sus ideas iniciales moldearlas hacia donde nosotros queramos como docentes. A la hora del cuestionario se ha intentado explicar lo que les pedía la pregunta aunque había muchas que no la entendían. Para que el cuestionario fuera más vistoso y llamativo se le han atribuido nombres a las personas que salen dibujadas, así quizás lo asocien mejor a la realidad y pueden responder mejor. En el cuestionario se presentan dos secuencias de preguntas una acerca del peso y otra sobre la contraposición de fuerzas. Tras el cuestionario se realizó una serie de entrevistas al alumnado que realizaba respuestas más interesantes, para preguntarle ¿por qué pensaban eso? y descubrir que les hizo pensar así. De esta forma queremos averiguar cómo explican el mundo que tienen ante sus ojos. Durante la entrevista se realizaron explicaciones y ejemplos visuales para ver respuestas más claras y llegar a ciertas conclusiones en cuanto al pensamiento del alumnado en cuanto a las fuerzas.

## **CUESTIONARIO**

Un objeto esta cayendo hacia el suelo. ¿Quién o qué esta empujando al objeto?¿hacia dónde? \*



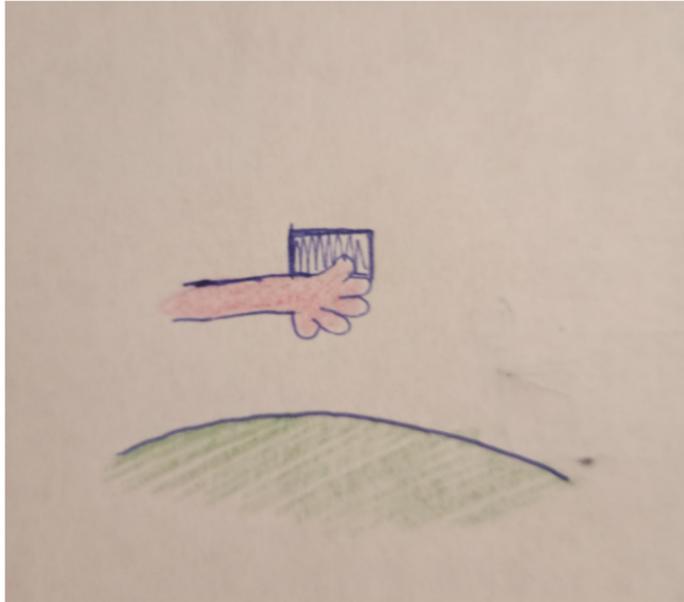
Texto de respuesta larga

Con esta primera pregunta se pretende analizar los pensamientos acerca de la gravedad, que explicación le daban los alumnos a un objeto que cae hacia el suelo. Si lo relacionaban a la gravedad, si simplemente cae porque alguien lo haya tirado... En definitiva esta primera pregunta del cuestionario sirve un poco de introducción para que a la hora de responder la siguiente pregunta en la que una mano sostiene el mismo objeto para que no caiga, les llevé a pensar porque en una imagen cae el objeto y porque en otra no.

Para comprobar la situación de contrarrestar la fuerza del peso para mantener un objeto en reposo, se realiza una secuencia de situaciones. En primer lugar el objeto cayendo solo, después la colocación de una mano, seguido de agua manteniendo el objeto, es decir flotando, y por último sobre el suelo.

⋮

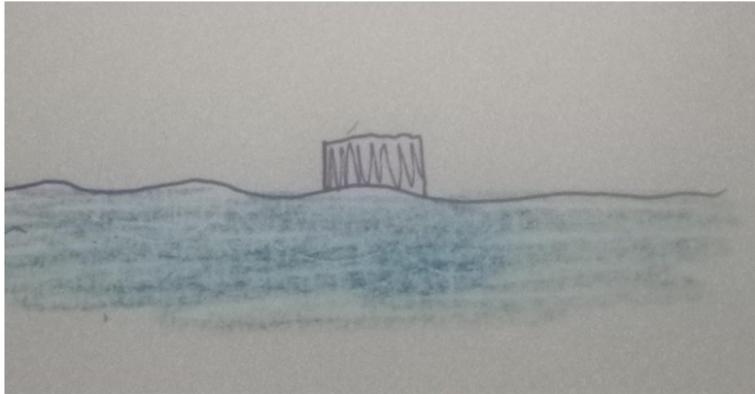
El mismo objeto permanece en reposo en la mano. ¿Quién o qué está empujando al objeto? ¿hacia dónde?



Texto de respuesta larga

Como ya he comentado anteriormente esta situación viene precedida del objeto simplemente cayendo. Intentamos conseguir el pensamiento de que la mano realiza una fuerza hacia arriba para poder contrarrestar el peso del objeto. Tras realizar el cuestionario a cierto alumnado se le realizaron una serie de preguntas acerca de sus respuestas y también se aprovechó para explicarle un poco más detallado las preguntas del cuestionario para ver si sus respuestas cambiaban a la hora de tener un mínimo de conocimiento. En esta pregunta la mayoría no era consciente de la fuerza de la mano hacia arriba, hasta que en la entrevista les pedí que levantaran una mesa y la dejarán en reposo en el aire. Automáticamente se daban cuenta de la fuerza que se debía de ejercer para conseguir la situación de reposo en el objeto.

El mismo objeto permanece flotando en agua ¿Quién o qué esta empujando al objeto? ¿hacia dónde?

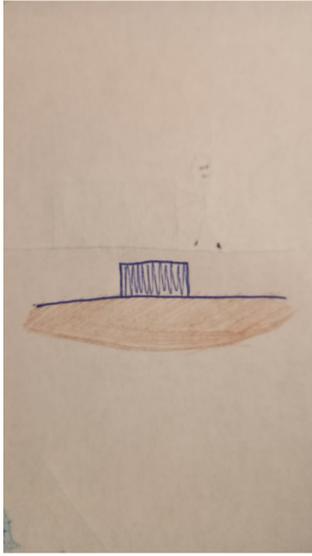


Texto de respuesta larga

---

En esta otra pregunta queríamos comprobar si el hecho de ser agua el que sujete el objeto y lo mantenga en reposo en vez de una mano, cambiaba la percepción del alumnado o por si lo contrario era determinante para que el alumnado entendiera, que el agua ejerce fuerza hacia arriba para mantener el objeto en la superficie. En la posterior entrevista entendieron de forma rápida que el agua debía de ejercer una fuerza sobre el objeto pues si no se hundiría, gracias a su propia experiencia en la playa lo entendieron con rapidez.

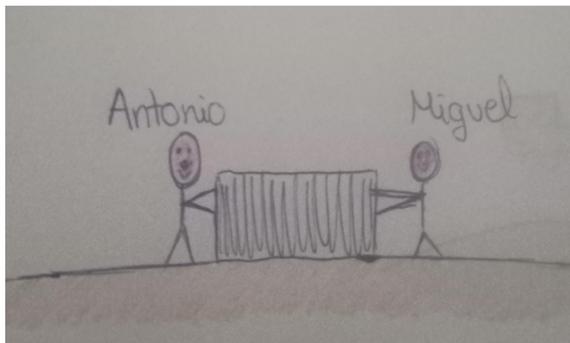
El mismo objeto permanece en reposo en el suelo ¿Quién o qué está empujando al objeto? ¿hacia dónde?



Texto de respuesta larga

Y como última situación de esta secuencia, tenemos el ejemplo más difícil de entender al menos en el alumnado de primaria. Al igual que en los ejemplos anteriores el suelo también realiza una fuerza sobre el objeto para mantenerlo en reposo. Tras las entrevistas posteriores algunos alumnos defendían la existencia de una fuerza sobre el objeto a partir del suelo, una respuesta que no esperábamos encontrar a estas edades.

El mismo objeto es empujado por dos personas como se muestra en la imagen, pero el objeto permanece en reposo en el suelo ¿Quién o qué está empujando al objeto? ¿hacia dónde?

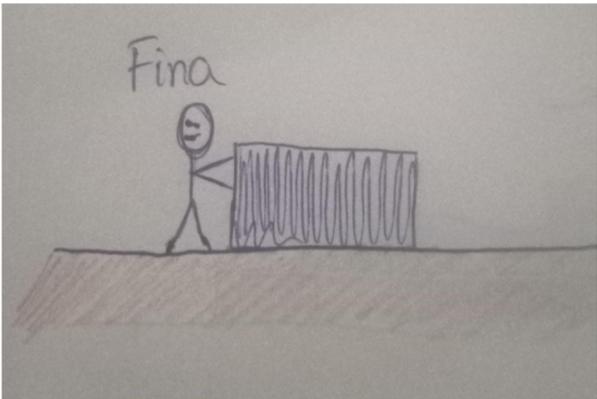


Texto de respuesta larga

Tras la primera secuencia de preguntas acerca del peso, pasamos ahora a una secuencia sobre la contraposición de fuerzas, queremos comprobar si el alumnado de 3er ciclo es capaz de entender las siguientes situaciones. En este primer ejemplo queremos averiguar qué ocurriría en el caso de que se contraponen dos fuerzas sobre un objeto. Por su experiencia jugando en la calle como en el colegio es bastante probable que respondan de forma correcta al ejemplo.

⋮

El mismo objeto es empujado ahora por una sola persona como se muestra en la imagen, pero el objeto permanece en reposo en el suelo ¿Quién o qué está empujando al objeto? ¿hacia dónde?

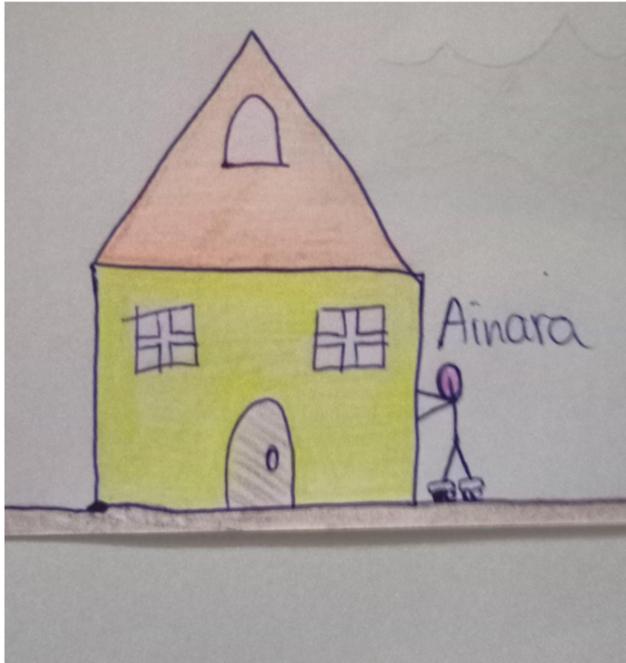


Texto de respuesta larga

---

En la siguiente situación se utiliza un ejemplo muy sencillo para comprobar simplemente en qué sentido se ejercen las fuerzas en esa imagen

Una persona en patines esta empujando la pared para moverse alejándose de la pared ¿Quién o qué esta empujando al patinador? ¿hacia dónde?



Y por último esta es la situación más complicada de la secuencia. Lo que se busca con este ejemplo es ver si el alumnado es capaz de entender que la pared de la casa también realiza una fuerza contra la niña que está con los patinetes. O estudiar cómo explican que la niña sale disparada hacia la derecha tras impulsarse. Si solo ejerce fuerza la niña sobre la pared, si solo la pared, o los dos. También se puede analizar si entienden que la pared no ejerce fuerza pues no es una persona, ni un ser vivo para ello.

## Análisis de resultados

### 1ª pregunta

Lo esta empujando hacia el suelo

Por la gravedad

Lo ha empujado alguien o el viento

Va para abajo y la tira el hayre

Lo enpuja hacia el suelo

Lo empuja el aire  
El viento  
La gravedad, para la derecha  
No hay gravedad  
Lo empuja hacia el suelo  
Poque sopla el viento  
La himpuja el viento ha la derecha.  
La gravedad, Y está cayendo hacia el suelo

### 2ª pregunta

Lo esta empujando el niño hacia el suelo  
Con la fuerza de la mano  
Si lo está empujando lo está empujando ala derecha  
No lo está empujando nadie y va acia la derecha  
Lo esta empujando la mano  
Lo sugetan  
la deleza  
Nadie está empujando, para la derecha  
La fuerza de la mano  
La mano lo empuja hacia la izquierda  
No se cae porqué lo están sujetando ba para la derecha  
Nadie lo empuja.  
Lo está empujando la mano y a caído sobre la mano

### 3ª pregunta

Lo empuja el mar hacia la izquierdoa  
Lo empujan las olas del mar  
Lo está empujando el mar para dentro o para derecha  
Lo está empujando la marea  
El mar le empuja hacia la izquierda  
El agua lo empuja el mar

la corriente

Sí, el mar hacia de medio

No tiene peso la caja

El mar lo empuja hacia la izquierda

El agua

Nadie lo empuja

La fuerza de la flotación y lo está llevando hasta la superficie

#### 4ª pregunta

La arena le empuja hacia la derecha

No se puede mover en el suelo

No lo está empujando nadie

Lo ha empujado el perro. Acia la derecha

Lo empuja la arena

No lo empujan nadie

nadie

Sí, nadie está empujando del medio

El suelo esta anclado

La arena lo empuja hacia la izquierda

Hacia ningún lado

Nadie lo empuja

La fuerza del mar y lo está llevando hacia la arena

#### 5ª pregunta

Los niños lo empujan hacia la izquierda

Los dos niños lo estan empujando y se queda quieto

Si lo empujan moverá hacia donde quieren ellos

No se va a mover

Miguel y Antonio lo están empujando

Lo sujetan

Al medio

Sí, Antonio y Miguel hacía del medio

Tira hacia adelante y tiene ruedas

Miguel y Antonio

El objeto no va a ningún lado. Porque los dos lo empujan a la vez.

Lo está empujando las dos personas y lo está llevando un lugar

### 6ª pregunta

La niña fina lo está empujando hacia la izquierda

Fina está empujando el objeto con su fuerza

Lo está empujando fina lo está empujando a la derecha

Lo estoy empujando yo hacia la derecha

La niña lo empuja hacia la izquierda

Lo sujetan

a la derecha

Sí sí, fina hacia derecha

Tira desde atrás hacia adelante tiene ruedas

La niña lo empuja hacia la izquierda

Lo está empujando para la derecha

El objeto va a la derecha.

Lo está empujando esa persona hacia un lugar

### 7ª pregunta

Lo empuja hacia la pared

Ainara está empujando la pared con toda su fuerza si no hay fuerza no se puede empujar

La casa a la izquierda

No puede empujar la casa y además tiene patines

La niña lo empuja hacia la izquierda y lo mueve los patines

La casa empuja

a la izquierda

Sí, el viento hacia la izquierda

El impulso desde la pared con su fuerza

La niña lo empuja hacia la izquierda

Ainara

La casa empuja a Ainara.

La fuerza que mantiene la pared

## ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

- Pregunta nº1, se distinguen tres respuestas generales. Una defiende que alguien o algo tira el objeto hacia abajo y por eso cae, no contemplan otra forma de caer un objeto que no sea tirada por alguien. Otra respuesta defiende que el aire es el que hace que el objeto caiga, no reconocen la fuerza de la gravedad pero sí que no lo tira nadie, y la respuesta más acertada hace referencia a la gravedad, algunos no tienen muy claro en qué sentido atrae la gravedad al objeto pero ya la nombra.
- Pregunta nº2, en esta pregunta diferenciamos dos respuestas principalmente, una que la mano empuja al objeto y por ello no cae y otra que no lo empuja nadie. En esta pregunta tenemos las dos respuestas más obvias, en el que ha respondido bien un 50% de la clase.
- Pregunta nº3, en esta pregunta la mayoría ha coincidido que el agua empuja el objeto y por ello no se hunde, una respuesta destaca por el tecnicismo con el que se habla, < la fuerza de la flotación lo está llevando hacia la superficie>. Un 80% de la clase ha respondido correctamente o bien encaminado, solo algunos defienden que el objeto no cae porque no tiene peso o simplemente no le empuja nadie, es decir nadie le realiza ninguna fuerza al objeto.
- Pregunta nº4, aunque la mayoría afirma no haber ninguna fuerza sobre el objeto, una minoría afirma que el suelo empuja el objeto, un pensamiento muy raro en alumnos de este año. Esta pregunta es la más difícil de esta secuencia. Sorprende el 10% del alumnado que le atribuye una fuerza al suelo.
- Pregunta nº5, en esta pregunta la mayoría coincide en el pensamiento correcto el cual es que el objeto no se moverá a ningún lado pues las fuerzas de los dos alumnos se contraponen. Un 90% ha respondido de forma correcta.
- Pregunta nº6, la mayoría coincide en que la persona del dibujo empuja el objeto hacia la derecha, pero se contemplan dudas de en qué dirección empuja

pese a ser explicado en clase, esto puede ser por la confusión de que lado es realmente derecha e izquierda.

- Pregunta nº7, la mayoría afirma que Ainara empuja a la casa pero no piensan en la posibilidad de que la casa también ejerza fuerza contra ella para salir disparada, excepto dos alumnos los cuales si lo comentan.

Tras el análisis del cuestionario realizado en clase y algunas posteriores entrevistas hacia el alumnado con respuestas más llamativas sobre el tema podemos llegar a estas conclusiones. Además de contrarrestar y apoyar muchas conclusiones en otros documentos.

Acerca de la gravedad la mayoría del alumnado de 5º no la nombraba ni sabía exactamente qué era, por lo que varios ejemplos de situaciones reales como la de un objeto cayendo le daban explicación como; alguien lo tiraba o porque el viento lo empujaba para abajo, sin embargo al hacer entrevistas posteriores con ciertos alumnos de todos los niveles, llegan a entender el aspecto de la gravedad y a posteriori el desarrollo de otras fuerzas como las de un suelo o el agua para contrarrestar la gravedad y dejar un cuerpo en reposo. En definitiva como idea inicial no achacan el suceso a la gravedad pero la entienden con bastante facilidad, ya que siempre se han preguntado, ¿por qué caerán los objetos? Solo faltaba alguien que les dijera esta duda que tenéis es esto. La propia experiencia y curiosidad del niño hace que su aprendizaje sobre estos temas sea rápido e interesante para ellos.

En cuanto al reposo fue un aspecto que creaba gran confusión al principio en el cuestionario inicial, pues la concepción que tenía la mayoría de los alumnos era, reposo = no fuerzas. Los pocos que nombraban la gravedad se olvidaban de ella en cuanto veían el objeto en reposo en cualquier sitio, ya fuera agua o suelo. Tras las entrevistas y explicar de forma breve la gravedad, aún seguían habiendo alumnos que afirmaban no haber gravedad, pero otros cambiaron su respuesta e incluso afirmaban de forma cierta que, el suelo realizaba fuerza hacia arriba para contrarrestar la gravedad. Pensamiento que no imaginaba llegar con el alumnado. Para llegar a este pensamiento pasé por una serie de situaciones que le hicieron cambiar de mentalidad. La primera fue explicando brevemente la gravedad como tal y que atraía a los objetos, después les puse en la situación de sujetar con la mano un objeto, para que fuera más visual y rápido les pedí que levantaran y mantuvieran una mesa. Rápidamente se dieron cuenta que tenían que hacer una fuerza en contra de la gravedad para mantenerlo. Entonces a la hora de nombrarles el suelo dedujeron que también tendría que realizar una fuerza para aguantar el objeto y así es. Una alumna me dio una respuesta muy interesante,

resulta que ella piensa que el suelo si hace fuerza en contra de la gravedad si es arena, en cambio si es el suelo de la clase por ejemplo no. La alumna ha podido llegar a ese pensamiento por la experiencia en la playa quizás en la que ella misma notaba que la arena hacía fuerza y se comprimía para no hundirse.

Un aspecto de las fuerzas que el alumnado entiende perfectamente, entiendo que por la simple experiencia jugando y en el día a día es, la contraposición de varias fuerzas, en las que el resultado de tal disposición es cero. Es decir, los alumnos saben perfectamente que si dos alumnos empujan una mesa por dos extremos con la misma fuerza la mesa no se moverá, al igual que si se ponen cuatro alumnos uno en cada lado de la mesa. Al igual que si uno de esos 4 alumnos se quita la mesa cederá para ese lado. En esta concepción coinciden casi todos los alumnos y no les generaba ninguna duda, para ellos era algo muy obvio.

Una minoría de los alumnos, defienden de forma correcta, la interacción entre un objeto es mutua, es decir la fuerza que se realiza sobre un objeto es directamente proporcional a la que te devuelve ese mismo. Aunque no son capaces de explicarlo con todos los ejemplos si saben diferenciarlo en esta situación. “Ainara se impulsa en la pared de una casa con sus patines”, en este ejemplo saben que tanto Ainara como la pared ejercen fuerzas, y por la fuerza que ejerce la pared sobre Ainara sale disparada para el otro lado. En cambio una situación más complicada para el entendimiento del alumnado pero igual a la anterior es, la fuerza con la que te devuelve la pisada en el suelo para poder andar, pero esto muy complejo para el alumnado pues rompe muchas concepciones que ya tienen aprendidas bajo su experiencia.

En cuanto a las ideas acerca del rozamiento sobre un objeto son muy contradictorias, ya que se basan en la experiencia. Si se utiliza el ejemplo de que es más fácil avanzar un objeto por arena o por hielo. Resulta evidente que sobre hielo existirá menor rozamiento, pero si este alumno no ha andado nunca sobre hielo, tirará por la opción que le sea más familiar como es la arena. Si se utilizan ejemplos cercanos al alumnado si son conscientes del rozamiento. Las ideas de otros alumnos en los que se realizó un estudio similar acerca del rozamiento. En dicho estudio se les presentó el ejemplo de una pelota que se frenaba y se pedía que explicaran porque pasaba esto. Algunos niños explican 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 niños tienen la falsa concepción de distinguir el peso de un objeto por su forma y volumen que ocupa, para que puedan dejar atrás este pensamiento incorrecto se puede trabajar con balanzas de brazos iguales, realizando juegos para que igualen las balanzas. Al final los alumnos sabrán distinguir el peso independientemente de la forma del objeto.

## **5. Análisis del currículo (y de libro de texto) en relación con las ideas del modelo científico escolar de fuerzas.**

### ***Criterio de evaluación:***

C.E.1.5. Observar, identificar, diferenciar y clasificar materiales de su entorno según propiedades físicas elementales relacionándolas con su uso. Reconocer efectos visibles de las fuerzas sobre los objetos.

***Orientaciones:*** Se valorará si se aproximan a la idea de fuerza y su relación con el movimiento. Para ello, se podrán realizar diferentes experiencias que permitan, de forma intuitiva, poner ejemplos de fuerzas de la misma o distinta dirección y de contacto o a distancia.

***Contenidos:*** Bloque 4: “Materia y Energía”:

4.3. Observación de la relación entre fuerzas y movimientos.

4.10. Flotabilidad: fuerzas que intervienen y características de los cuerpos ante la misma.

### ***Indicadores:***

CN.1.5.3. Observa y predice el resultado de la aplicación de fuerzas sobre objetos respecto a la dirección de su movimiento. (CMCT, CCL).

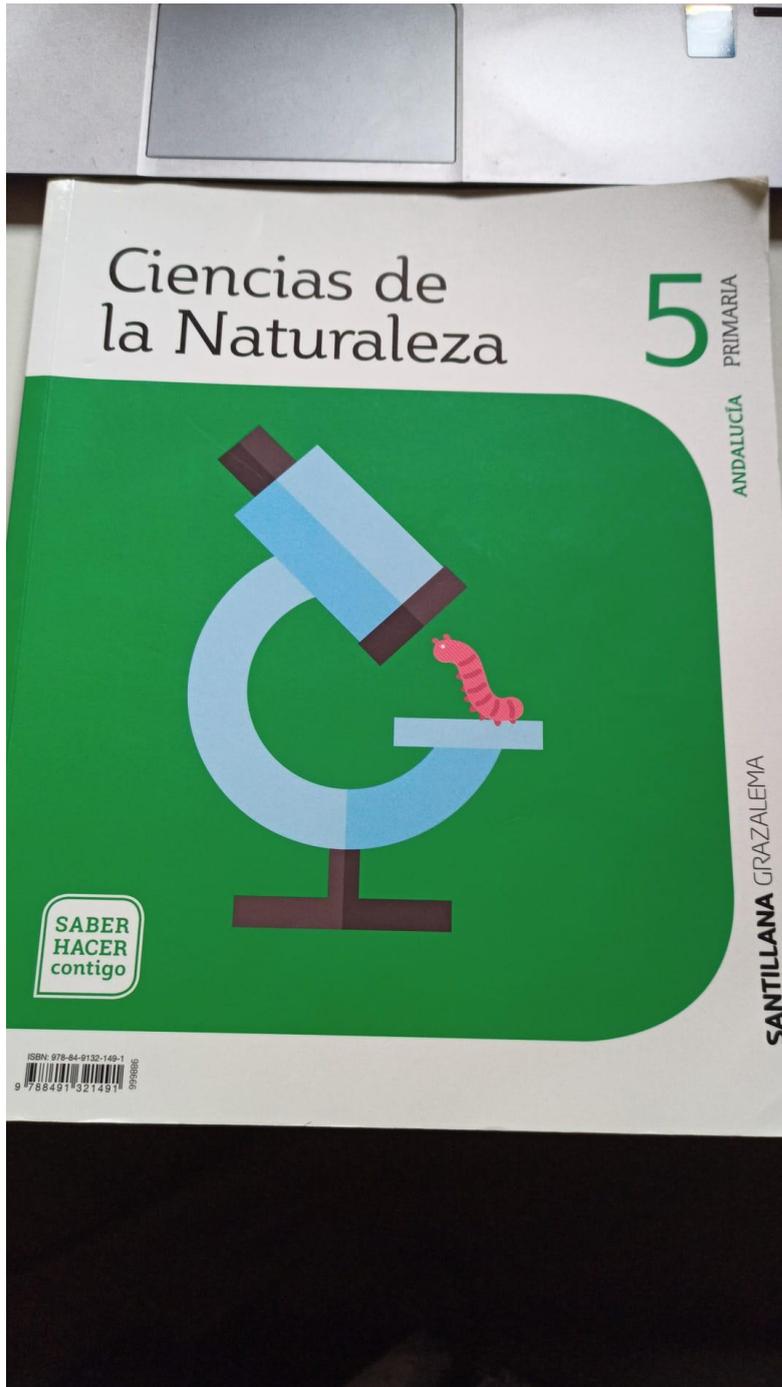
### **Comparación del currículo con las ideas del modelo científico escolar de fuerzas**

Como podemos ver en el currículo de primaria se aborda de forma muy breve y superficial el tema de las fuerzas, se trata de un tema que no recibe mucha importancia en primaria. Comparado con el modelo científico escolar predeterminado en apartados anteriores se puede comprobar que sólo se contempla de forma breve el

tercer punto, en cuanto a la aplicación de fuerzas sobre un objeto, distinguir su dirección y de forma breve los efectos de esa fuerza sobre el objeto.

Un contenido que también se relaciona con el modelo es el tema de la flotabilidad en el sentido de la contraposición de fuerzas para mantenerlo en reposo sobre agua. Contraponiendo la fuerza del peso y la que ejerce el agua sobre el objeto.

### **Libro de texto. Ciencias de la Naturaleza**



Editorial: Santillana Grazalema

Ciclo: 3 er ciclo

Curso: 5° de primaria

### **Tema 6. Las fuerzas y el sonido**

Se trata del único tema en el que toca las fuerzas en 5° de primaria. El tema comparte contenido con el sonido, sobre el cual se utiliza más de la mitad del tema. Solo se dedican dos hojas para las fuerzas en todo el curso. Se trata de una temática poco presente en primaria.

En cuanto al contenido, explica qué efectos provocan las fuerzas en los cuerpos, los cuales detalla como:

- Hacen que cambie de forma.
- Logran que se rompan.
- Provocan que comiencen a moverse.
- Consiguen que los cuerpos en movimiento se detengan.

Se le dedica un apartado entero a las deformaciones de los cuerpos, distinguiendo entre cuerpos deformables o indeformables, lo cual no se contempla en el modelo científico de fuerzas. En cuanto a fuerzas como tal sólo se meten en:

- . La actuación de una fuerza para que un objeto comience a moverse o se detenga, en el caso de que esa fuerza esté en contra del movimiento. Algo muy simple en relación a las concepciones del alumnado de 0 sobre las fuerzas.
- . Y por último nombra la fuerza del rozamiento, dando explicación a que por ello se frenan las pelotas cuando ruedan por un campo, o en una pista. La fuerza de rozamiento es un contenido que pueden entender perfectamente el alumnado de tercer ciclo pero ya se introduce en contenidos más técnicos.

Y esto es todo sobre fuerzas en 5° de primaria, se trata de contenidos muy escasos para las concepciones del alumnado y lo que pueden llegar a aprender, no se toca nada del peso, de la contraposición de fuerzas de una forma muy ligera, la fuerza del suelo, agua o cualquier cosa en contra de la gravedad. Se trata de un

tema que tiene muy poca importancia en primaria, sin embargo es algo fundamental a la hora de explicar fenómenos que nos pasan día a día.

## **6. Conclusiones**

Tras la realización de este trabajo de fin de grado (TFG) he descubierto la falta de información e investigación que hay acerca de las fuerzas en primaria. Se trata de un tema que se pospone más bien a la etapa de secundaria pero creo que es algo realmente necesario para el alumnado desde bien pequeño. Creo que los alumnos de tercer ciclo pueden llegar a entender bastantes aspectos del modelo científico obviamente adaptados a su nivel. También sería interesante investigar en qué momento ya sea primer o segundo ciclo empiezan a tener un razonamiento lo suficientemente crítico para entender elementos básicos de fuerzas. Es claramente un contenido que se debe de trabajar más en primaria para que nuestros alumnos puedan dar explicación a muchas dudas que se plantean para acabar dándose por hechas como, ¿por qué cae un objeto al suelo cuando lo sueltas?, ¿qué pasa cuando se realizan dos fuerzas enfrentadas sobre un objeto?, ¿por qué flotan los objetos sobre el agua? o quizás otras preguntas que se relacionan con el entendimiento del modelo científico de fuerzas y hasta que no tengan una edad avanzada no conseguirán entender. Y aún más importancia en centros como en el que se ha realizado la investigación el cual lo compone alumnado, que seguramente el día de mañana en cuanto cumplan los 16 años abandonará el instituto, para trabajar con sus familias y lo más seguro es que no lleguen a dar nada relacionado con las fuerzas, serán personas que no entenderán cosas básicas que le rodean.

Y ahora la pregunta que realmente nos realizamos mi asesor y yo antes de abordar el TFG, ¿qué pueden aprender realmente el alumnado de tercer ciclo sobre fuerzas?, ¿hasta dónde llega su intelecto para entender o no ciertas cosas?. Ese fue el inicio de este trabajo que nos ha llevado a averiguar que efectivamente el alumnado de tercer ciclo de primaria, puede aprender y entender muchos conceptos del modelo científico escolar. Tras nuestra investigación y ayuda de otros trabajos acerca de esto mismo hemos llegado a ciertas conclusiones. En primer lugar partiendo de las ideas iniciales de nuestro alumnado podemos

ver explicaciones muy bien encaminadas acerca del rozamiento, que simplemente con su experiencia en juegos como el fútbol llegan a un razonamiento de que debe haber algo que frene la pelota, también si la suma de las fuerzas que recibe un objeto son cero el objeto se mantiene en reposo, la mayoría de las ideas que tienen en un principio vienen derivadas de los juegos a los que están acostumbrados a realizar en su día a día.

Por último comentar la importancia de este tema en los niños de primaria para una formación completa del alumnado en temas realmente relevantes y que se encuentran constantemente en sus vidas. Se debería de aumentar los contenidos dentro del currículo ya que como hemos podido analizar son prácticamente nulos y muy superficiales con los que el alumnado no llega realmente a ninguna idea fija sobre el tema.

## 7. Referencias bibliográficas

- Bermúdez, P., Martínez, M<sup>a</sup> C. (2013). Las fuerzas en 4º de primaria. Evaluación de una propuesta de enseñanza. *Revista de Enseñanza de las Ciencias (X Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las sociales)*, 328-332.
- Fernández, E., Jiménez, E., Solano, I. (2009). Secuencia de actividades sobre el peso para la enseñanza primaria. *Revista de Enseñanza de las Ciencias (VIII Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las sociales)*, 2029-2032.,
- Postigo, D., Greca, I.M. (2014). Uso de la metodología de indagación para la enseñanza de nociones sobre fuerzas en primer ciclo de la escuela primaria. *Revista Enseñanza de la Física. Vol. 26, No.Extra*, 265-273
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 3-15.
- Carrascosa, J. y Gil, D. (1992). Concepciones alternativas en Mecánica. Dinámica: las fuerzas como causa del movimiento. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 314-328