



**Facultad de  
Ciencias Sociales  
y Humanas - Teruel**

**Universidad Zaragoza**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO  
EN MAGISTERIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA**

**Título: “Propuesta y puesta en práctica de actividades  
de ciencias dentro y fuera del aula para alumnos de  
Primaria“**

**Alumno/a: Diego Magallares López**

**NIA: 525620**

**Director/a: María Carmen Lázaro Peinado**

**AÑO ACADÉMICO 2020-2021**



## Contenido

Resumen.....	4
1 Introducción y justificación .....	5
2 Objetivos .....	7
3 Marco teórico .....	8
3.1 Leyes educativas españolas.....	9
3.2 Evolución de los paradigmas de la didáctica de las ciencias experimentales. ....	12
4. Actualidad .....	20
5. Propuestas de intervención.....	26
5.1 Propuesta para un aula de 5º de Primaria.....	26
5.2 Propuesta de aproximación a las ciencias naturales fuera del curriculum .....	30
Conclusiones .....	37
Bibliografía. ....	39
Anexos .....	44

## Resumen

Este trabajo ofrece una visión sobre cómo aplicar la literatura de la enseñanza en las ciencias experimentales en Primaria teniendo en cuenta la evolución pedagógica y legislativa en este campo. Para ello se diseñaron distintas actividades tanto para el ámbito escolar, siguiendo las pautas que marca el currículum aragonés, como para un ámbito más lúdico relacionado con la formación informal. Los experimentos han sido una herramienta muy útil cuyos beneficios pueden aprovecharse en la puesta en práctica de dichas actividades. La experimentación dentro y fuera de la escuela sirvió para trabajar conceptos que, tarde o temprano, los alumnos deben asimilar para ser partícipes de manera activa en esta sociedad del conocimiento.

**PALABRAS CLAVE:** Ciencias experimentales, Educación Primaria, experimentos, Educación formal, Educación informal.

### ABSTRACT

This work offers a vision on how to apply the literature of teaching in experimental sciences in Primary, taking into account the pedagogical and legislative evolution in this field. In order to did that, different activities were designed both for the school environment, following the guidelines set by the aragonese curriculum, and for a more playful environment related to informal training. Experiments have been a very useful tool whose benefits can be used in the implementation of these activities. The experimentation inside and outside the school served to work on concepts that, sooner or later, students must assimilate in order to be active participants in this knowledge society.

**KEY WORDS:** Experimental Sciences, Primary Education, Experiments, Formal Education, Informal Education.

# 1 Introducción y justificación

Los paradigmas de la enseñanza han ido modificándose y se ha llegado a cierto consenso en cuanto a que los alumnos deben sentirse partícipes de los conceptos que estudian y que hay elementos motivadores en los experimentos que pueden ser utilizados en las clases de Ciencias Naturales de Primaria. Esto se puede ver reflejado en los libros de texto que contienen una variedad de experimentos para llevar a cabo, por lo general en las páginas finales de las distintas unidades didácticas. Pero la realidad en las aulas de nuestras clases de Primaria es que apenas se dedica tiempo a la enseñanza mediante la experimentación. En unas ocasiones se alega la falta de tiempo para poder llevar a cabo este tipo de actividades a causa de la gran cantidad de contenidos que se deben impartir, y en otras ocasiones, es la falta de experiencia y formación de los docentes en esta área lo que aumenta las barreras para cambiar de metodología (Mellado, 1998).

Por otro lado, el currículum español guía los contenidos de tal forma que muchos conceptos quedan fuera del alcance de los alumnos, entendiéndose que no podrán ser comprendidos por ellos hasta haber alcanzado la Educación Secundaria.

En este trabajo se indaga sobre la evolución de la enseñanza de las Ciencias Naturales y el momento en el que estamos actualmente, con especial interés en España. Posteriormente se elaboran sesiones que se llevan a cabo en un aula de 5º de Primaria para comprobar que la enseñanza llamada de metodología tradicional puede ser sustituida por un aprendizaje guiado a través de la experimentación con una mejoría o al menos sin perjuicio en los resultados académicos de los alumnos.

En paralelo se desarrollan sesiones que no pueden llevarse a cabo en un aula puesto que los contenidos distan de los exigidos por nuestro currículum. Esto nos lleva a preparar sesiones de experimentos en una ludoteca, con todas las particularidades que un establecimiento de estas características tiene. Con ello se busca demostrar que otros contenidos son posibles para el área de Ciencias Naturales con alumnos de diferentes edades y características.

La motivación intrínseca que tiene el hecho de realizar experimentos y comprobar cómo no todo sucede como los alumnos esperan a priori es una herramienta que ofrece grandes posibilidades de cara a lograr un aprendizaje significativo y duradero, pero en ocasiones puede que nos cerremos puertas al pensar que los alumnos no están aún en el estadio o momento evolutivo para enseñar según que contenidos. Junto a esto nos encontramos en ocasiones en una encrucijada ya que, pensando que si no se han asentado del todo según qué conceptos es imposible pasar a otros de una mayor complejidad, o que no podemos comenzar con conceptos genéricos o abstractos sin haber empezado por otros más concretos o cercanos a los alumnos. Pero no debemos olvidar que es la exposición continuada a nuestra realidad la que nos ofrece la posibilidad de entenderla de forma más profunda y que negar algunas experiencias a los alumnos puede suponer que la comprensión de los mismos se retrase en el tiempo (Aguado-Aguilar, 2001).

En este trabajo se trata de hacer énfasis en la posibilidad de que hay otras formas de acercar la ciencia a los niños.

## 2 Objetivos

Los objetivos que persigue este estudio son los siguientes:

- Indagar en la evolución de los paradigmas de la enseñanza de las ciencias, así como la importancia que se le otorga en las distintas etapas.
- Exponer el momento actual de la enseñanza de las ciencias con especial interés en España.
- Conocer las características de las metodologías más importantes en la enseñanza de las Ciencias Experimentales
- Elaborar y realizar sesiones del área de Ciencias Naturales en un aula usando experimentos ajustados al currículum.
- Elaborar y poner en marcha actividades fuera de la institución educativa para demostrar que alumnos de corta edad pueden aprender sobre conceptos complejos con experimentos.
- Fomentar la motivación de los alumnos aumentando su interés y curiosidad por el área de Ciencias Naturales.
- Acercar conceptos complejos de la ciencia a niños de todas las edades mediante la experimentación.

### 3 Marco teórico

La competencia científica la define la OCDE en 2003 como:

la capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en hechos con el fin de comprender y de poder tomar decisiones sobre el mundo natural y sobre los cambios que han producido en él la actividad humana (COSCE, 2011, p. 21).

Existe una dificultad y un debate sobre cómo se debe enseñar en las aulas las ciencias experimentales cuya falta de resolución permea en todos los estratos de la educación. Esto se hace patente al comprobar que, como muestran Sjøberg y Schreiner (2010) y otros estudios, la percepción positiva que los alumnos tienen sobre las ciencias no se correlaciona con una valoración positiva de las ciencias. Lo que nos hace pensar que algo sucede en el proceso de enseñanza para que se produzca esta ruptura entre cómo se percibe la ciencia y cómo se percibe su enseñanza.

Según Osborne y Dillon (2008) existen dos factores que pueden explicar la falta de interés que suscitan las carreras de la rama de las ciencias. Por un lado, el problema surge por la poca conexión entre lo que se trabaja en las clases y lo que los jóvenes perciben en su día a día. Por otro lado, la información referente a la importancia de las ciencias a la hora de afrontar el mundo laboral no es suficiente.

Otros autores dividen el problema en cinco factores: La falta de estrategias adecuadas junto unos apoyos inadecuados hacen que en las clases exista un predominio de la verbalización. Otro factor se centra en el ámbito socioeconómico ya que la inversión que se dedica a este ámbito no es la suficiente. Por otro lado, el proceso de enseñanza se dificulta ante el insuficiente conocimiento que los docentes tienen sobre los saberes de sus alumnos. Además la dificultad de cumplir con la temporalización ya que la cantidad de materia a impartir no se correlaciona con el tiempo disponible para ello. Por último, tenemos la falta de vinculación entre lo que se enseña en las aulas y lo que

los alumnos ven en su día a día (García-Ruíz y Orozco, 2008).

En la búsqueda de soluciones para la enseñanza se han ido sucediendo una serie de leyes y paradigmas con el objetivo de resolver las dificultades y retos de la enseñanza.

### **3.1 Leyes educativas españolas**

La legislación española ha ido evolucionando acorde con los cambios históricos y sociales pasando por distintas etapas hasta llegar a la actual LOMLOE. Un ejemplo de ello lo encontramos en el trabajo realizado por Balaguer, Fabregat y Vidal. (2016) donde se recalca la evolución de la didáctica de las Ciencias Naturales y las Ciencias Experimentales en general.

Se considera que el primer intento de organizar la educación en un sistema educativo fue el Informe Quintana. Según Araque (2013) este informe significó una ruptura con la trayectoria educativa española que en palabras del mismo Quintana era fruto de la tiranía, el fanatismo y el absolutismo y que hasta entonces habían retrasado a España en todos los ámbitos, haciendo hincapié en el científico y cultural. Pero hubo que esperar a que dicho informe se aplicase a la llegada del trienio liberal, con Riego, y la Constitución de 1820 mediante el Proyecto de decreto de 1820 y el Reglamento general de Instrucción pública de 1821.

Uno de los problemas que presentaban tanto el Informe Quintana como el Dictamen sobre el Proyecto de Decreto de Arreglo General de la Enseñanza Pública, es la falta de contacto con la realidad y, en estos mismos documentos, se reconocía la escasez de datos sobre la situación educativa del momento (Viñao, 1994).

Hubo que esperar hasta el Plan del duque de Rivas de 1836 para que apareciese el estudio de la asignatura relacionada con las Ciencias Naturales, a la que denominaron Historia Natural. Aunque el plan de Rivas era más liberal, y por tanto daba menos

control al gobierno, fue más realista en el plano económico de la ley quedando la financiación de las escuelas a cargo de los ayuntamientos, los institutos de las provincias y las enseñanzas superiores al Estado. Aunque el plan no pasó de la promulgación muchos historiadores lo consideran como uno de los hitos que conformó el nacimiento del sistema educativo español moderno (Gudín y Voces, 2019).

El Plan Pidal de 1845 introdujo estos estudios mientras que la Ley Moyano no solo los mantuvo, sino que mediante una serie de decretos, aumentó la carga lectiva de horas y creó en la facultad un área de Ciencias Naturales (Balaguer et al, 2016).

Unos años antes, en 1838, La Ley de Instrucción Pública del Marqués de Someruelos, introdujo la enseñanza de las Ciencias Físicas, Químicas y Naturales, y para el grado superior la asignatura Nociones Generales de Física (Araque, 2011).

Durante el siglo XX autores como Manuel Bartolomé Cossío fomentaron la enseñanza más práctica de las Ciencias Naturales. Cossío plantea que el material no es lo más importante y que muchas veces es inadecuado o contraproducente por lo que aboga por el aprendizaje por la acción y que maestros y alumnos creen sus propios materiales. A su vez plantea la importancia de invertir primero en la formación del profesorado antes que en la del alumno ya que el primero es la clave de la formación. También propone huir de las construcciones típicas de las escuelas y utilizar más los terrenos situados en el entorno natural. (Ortiz y Torrego, 2019).

Con la llegada de la ley de Primaria de 1945 las Ciencias Naturales quedaron en un segundo plano asumiendo el papel de materia complementaria (Araque, 2011).

La Ley General de Educación de 1970 incluyó la asignatura de Conocimiento del mundo físico en la EGB con la intención de elevar a niveles europeos y modernizar la enseñanza (Araque, 2011).

Con la llegada de la democracia, se han sucedido una serie de leyes educativas, que coinciden con los distintos cambios de gobierno.

En 1983 aparece la denominación de Didáctica de las Ciencias Experimentales por primera vez gracias a la ley de Reforma Universitaria de ese mismo año que presentó una nueva catalogación de las áreas de conocimiento (Gándara, 1992).

La Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo de 1990 (LOGSE) realizó reformas que afectaron especialmente al área de Didáctica de las Ciencias Experimentales eliminando la especialidad de ciencias para los profesores de EGB y recuperando el modelo unificado anterior de Primaria que ahora acababa a los 12 años en vez de a los 14. Esto eliminó la parte del currículum de Primaria en la que mayor esfuerzo se había aplicado en cuanto a las ciencias experimentales. La reforma tampoco se acompañó de una asignación de tareas para la formación de los docentes (Barberá, 2002).

Con esta ley la formación del maestro de primaria en esta área se reduce a una asignatura troncal semestral (que además es compartida con el área de Didáctica de las Ciencias Sociales) y la asignatura de Ciencias de la naturaleza y su didáctica (Barberá, 2002).

Con la Ley Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE) del 2002 no aparecen cambios importantes en lo referente a la formación permanente e inicial del profesorado (Galván, González, Rodríguez y Escartín, 2013).

Esta ley busca potenciar las áreas de Lengua y Matemáticas, las lenguas extranjeras y la lectura en Primaria (Digón, 2003).

Con la entrada de un nuevo gobierno entra en vigor la LOE antes de que se llegue a aplicar la LOCE. La Ley propone una enseñanza activa basada en los modelos constructivistas mediante la motivación del alumnado para que adquiera los saberes

de forma más autónoma (Araque, 2011). De esta forma se le da una gran importancia a la enseñanza de las Ciencias Naturales impartándose en todos los ciclos el área de Conocimiento del medio natural, social y cultural.

En 2013 fue propuesta la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa por el ministro Wert con la intención de mejorar la calidad de la educación. Uno de los aspectos más importantes en cuanto a la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria fue que se volvió a desdoblarse el área de Conocimiento del medio natural, social y cultural en dos, regresando de nuevo a las áreas de Ciencias Sociales por un lado y Ciencias de la Naturaleza por otro, debiendo ser valoradas y calificadas por separado (Medina, 2016).

La LOMLOE es la octava y última ley de la democracia que promueve un cambio radical en la organización del sistema aunque mantiene su estructura (Carnicero, 2020).

### **3.2 Evolución de los paradigmas de la didáctica de las ciencias experimentales.**

Los paradigmas han ido cambiando y diversos autores han intentado encontrar los pilares fundamentales que permitan la enseñanza exitosa de las ciencias experimentales.

En el libro *Cómo se enseñan las Ciencias Naturales*, Rioja (1923) explica los puntos que considera importantes respecto a la relación que debe existir entre los alumnos y la observación y la experimentación y que se resumen en:

-Los alumnos deben interactuar de manera activa con la naturaleza para ir construyendo, con esfuerzo, su ciencia personal que le lleve a la verdad de las Ciencias Naturales.

-El papel del docente debe ser el de facilitar dicha observación y la experimentación.

-Los conocimientos y las ideas se fijan con el hábito experimental.

-El libro en sí no constituye la materia del estudio, sino que guía al niño al objeto de trabajo.

Hay que destacar que el avance en la enseñanza de las ciencias experimentales no ha sido ni rápido ni prematuro en nuestro país.

Al inicio de los 80 del siglo pasado, se analizó la situación en España sobre la didáctica de las ciencias donde se reconoció un vacío prácticamente total ya que no existían revistas de nuestro país que sirviesen de impulso y las publicaciones internacionales eran desconocidas. Existían problemas relacionados con la investigación y elaboración de tesis que eran ignorados o incluso rechazados desde las facultades de Ciencias. No se incluía preparación a la investigación educativa en los currículos de formación al profesorado (sin hacerse mención siquiera a la misma). Y más allá de alguna individualidad no se conocía ningún equipo con dedicación al desarrollo de la investigación (Gil, 1994).

Los modelos que se utilizan en la enseñanza de las ciencias emanan de las bases psicológicas del proceso de enseñanza -aprendizaje que se usan en la didáctica general. No debemos entender la aparición de modelos como una evolución en la que los estos van avanzando hacia un modelo final, interpretación común pero errónea.

No debemos entender las distintas teorías del desarrollo humano como explicaciones progresivamente acertadas del mismo. No podemos identificar una única teoría que supere las aportaciones de todas las demás. Tampoco podemos construir con retales y restos de unas y otras una nueva teoría de orden superior que nos permita comprender el desarrollo humano en toda su complejidad. La explicación y comprensión acertada del desarrollo humano requiere inexcusablemente de la toma en consideración de todas y cada una de las teorías que hemos descrito en el apartado anterior (Muñoz et al. 2014).

Las teorías más relevantes ordenadas de forma cronológica son:

Conductismo:

El primer modelo conductista es el condicionamiento clásico de Ivan Pavlov que explica la secuencia de estímulo-respuesta que posteriormente es ampliada por Skinner y Thorndike con el condicionamiento operante cuyo foco es la secuencia antecedente-comportamiento- consecuencia.

Cognitivismo:

El mayor aporte del cognitivismo es el de entender que el sujeto no es una tábula rasa, lo que implica una corresponsabilidad del profesor y el alumno en el aprendizaje.

Constructivismo:

Con Piaget aparecen los términos de esquema cognitivos y los estadios junto con los conceptos de asimilación y acomodación. Su teoría explica cómo los alumnos intentan comprender el medio a través de la relación entre el conocimiento que ya tienen y la nueva información.

Vygotsky aporta la ley de la doble formación de las funciones psicológicas (se aprende primero a nivel social y luego a nivel individual) y la zona de desarrollo próximo, siendo de gran importancia la ayuda de otra persona con mayor capacidad.

Siguiendo con el construccionismo social, otros autores como Bandura profundizaron en el aprendizaje por modelado.

### **3.2.1 Modelos de enseñanza**

En cualquier caso, hay que diferenciar entre las teorías del aprendizaje, las teorías de la enseñanza, la naturaleza del conocimiento y el papel del alumno y el maestro por un lado y los modelos de enseñanza por otro, que estarían conformadas por las anteriores (figura 1).

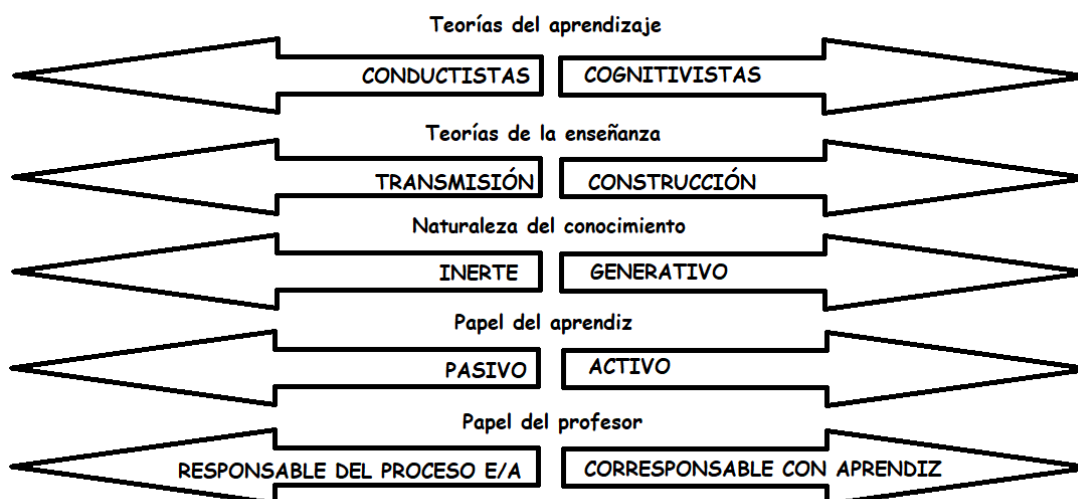


Figura 1. La enseñanza en función del plano desde el que se estudie (Vieiro y Gómez, 2004).

### 3.2.2 La aplicación de los modelos de enseñanza de las ciencias en España.

#### 3.2.2.1 Modelo tradicional (transmisión/recepción)

Las principales características del modelo tradicional se recogen en la tabla 1.

En cuanto a las prácticas de laboratorio, son entendidas como una oportunidad de desarrollo manipulativo pero que resulta ser carente de significado para el alumno y que es entendida como trabajos cerrados resultando ser una herramienta sin objetivos didácticos explícitos (Solbes y Vilches, 1989).

Las principales críticas que recibió este modelo se pueden resumir en que

según han mostrado buen número de trabajos, la mera exposición de un cuerpo de conocimientos no asegura su comprensión, y los conocimientos no se adquieren ya hechos, sino que cada persona los rehace a la luz de sus ideas y experiencias anteriores. Tampoco se piensa hoy que el desarrollo del conocimiento científico tenga lugar por acumulación, sino que hay momentos en que las teorías y modelos anteriores son modificados o desechados (Perales y Cañal de León, 2000, p. 6)

Tabla 1. Características del modelo tradicional. Fuente: elaboración propia (Vílchez, 2015)

Fundamentos psicológicos	El estudiante aprende escuchando, repitiendo y memorizando
Fundamentos epistemológicos	La ciencia es un cuerpo cerrado de conocimientos indiscutibles
Objetivos	Reproducir los contenidos conceptuales.
Contenidos	Contenidos conceptuales
Estrategia didáctica	El docente explica mientras que el estudiante escucha, repite y memoriza. A continuación, los estudiantes realizan actividades de aplicación
Organización del aula	Gran grupo exclusivamente.
Recursos	Destacan el libro de texto y la pizarra
Evaluación	Evaluación final, con intención sumativa.
Rol del docente	Explicar y ser un buen comunicador.

Otros autores también aseguran que los conocimientos que no responden a problemas que se hayan planteado los estudiantes con anterioridad difícilmente podrán ser significativos (Gil, 1993).

### **3.2.2.2 Modelo por descubrimiento**

Es puesto en marcha en la segunda mitad del siglo XX (años 60 y 70) en Norte América como reacción al modelo de transmisión-recepción.

En la actualidad este modelo está superado, aunque puede utilizarse para enseñar contenidos procedimentales

En los años 60 diversos autores reaccionaron ante el conductismo y se produjeron cambios en las ciencias del aprendizaje. Con la revolución cognitiva. se pasó de explicar el aprendizaje como algo observable a explicarlo en base a cómo resolvemos

los problemas a nivel mental (tabla 2). Algunos de los principales exponentes fueron Bruner con el procesamiento de la información en diversos contextos, o Chomsky y su teoría de la gramática universal (Racionero, 2013).

Las principales características del modelo tradicional se recogen en la tabla 2.

Tabla 2. Características del modelo por descubrimiento. Fuente: elaboración propia (Vílchez, 2015).

Fundamentos	El aprendizaje es por descubrimiento por uno mismo. Se propone que el estudiante vaya desarrollando un pensamiento formal. Considera que el alumno puede descubrir teorías y leyes por generalización a partir de observaciones y experimentos.
Principios	La mejor forma de llegar a la verdad científica es mediante la metodología científica no se deben introducir los conceptos ni dar instrucciones para resolver un problema.
Modelo en acción	Lo importante son las destrezas y procesos del método científico. El eje principal es la elaboración de actividades y así se va elaborando el conocimiento.
Sistema social	El profesor coordina las actividades experimentales con la menor intervención posible. Se debe activar la participación del estudiante y favorecer la interacción entre ellos. Se suelen emplear guiones de trabajo con preguntas para su experimentación. Se evalúa la capacidad de utilizar los conocimientos en situaciones nuevas.

Con este paradigma, el papel secundario que habían recibido los trabajos prácticos pasó a una importancia de primera magnitud, siendo la herramienta indispensable para que los alumnos descubriesen teorías y leyes. A través de la experimentación se pretendía una identificación entre el aprendizaje de la ciencia y la propia investigación científica. Aunque se buscó que los trabajos fuesen abiertos, la necesidad de que se obtuviese un resultado concreto convertía las prácticas en procesos muy dirigidos (Solbes y Vilches, 1989).

El modelo por descubrimiento que en sus inicios ofrecía un futuro prometedor pronto recibiría duras críticas, junto con unos resultados insuficientes. Autores como Hodson o Ausubel plasmaron el fracaso de este paradigma tanto en la adquisición de los conocimientos como en la comprensión de la naturaleza de la ciencia. A pesar de ello supuso un intento de renovación curricular que inició un proceso de transformación frente a la estabilidad de muchas décadas del modelo antecesor. Por ello, puede entenderse que este paradigma, más allá de considerarse un modelo fracasado, es el precursor y origen de las reestructuraciones posteriores (Gil, 1993).

### **3.2.2.3 Modelo constructivista**

Surge en el último tercio del Siglo XX como modo de trabajo entre los extremos de la transmisión-recepción y el aprendizaje por descubrimiento (tabla 3).

A partir de los 80s se produjo otro cambio de paradigma internacional donde la clave no es entender la mente individual, sino como resultado de la interacción social (Racionero, 2013). Es por ello que desde esta perspectiva se le adjudica importancia tanto al conocimiento verbal como a las experiencias prácticas.

Las principales características del modelo tradicional se recogen en la tabla 3.

Tabla 3. Características del modelo constructivista. Fuente: elaboración propia (Vílchez, 2015).

Fundamentos	<p>Se basa en el conocimiento de las “ideas previas” del alumnado.</p> <p>Se construyen modelos que explican los fenómenos y que ponen a prueba situaciones diversas.</p> <p>Se deben sustituir los modelos a medida que las necesidades de concreción aumentan.</p>
Principios	<p>Aprender ciencias es reconstruir los modelos que se tienen, partiendo de las ideas propias y ampliándolas o cambiándolas según las necesidades.</p> <p>Aprender es un proceso de construir ideas, no de reproducir contenidos.</p> <p>El profesor actúa de mediador en la construcción de conocimientos, planificando actividades y dirigiendo el trabajo individual y en grupo.</p>
Modelo en acción	<p>Las ideas previas son importantes.</p> <p>Se usan programas de actividades para que los alumnos construyan sus aprendizajes.</p>
Sistema social	<p>El aprendizaje es responsabilidad del estudiante.</p> <p>El profesor diagnostica los problemas de aprendizaje y trata de solucionarlos.</p> <p>El papel del profesor debe ser flexible y debe modificar las actividades si es preciso.</p> <p>Habrán múltiples interacciones entre el profesor y los estudiantes entre sí.</p> <p>Eliminar el miedo a equivocarse.</p> <p>Los recursos deben ser variados.</p>

## 4. Actualidad

Existe un amplio consenso en cuanto a la alfabetización científica en la actualidad sobre que no solo se debe profundizar en la enseñanza científica, sino que además se debe formar a los alumnos como ciudadanos, en el sentido de que dicha formación científica esté presente a la hora de tomar decisiones a lo largo de su vida y en su día a día de una manera fundamentada, que los contenidos de la ciencia estén presentes en los alumnos como ciudadanos del mundo (COSCE, 2011).

A pesar de que puede parecer que esté superado el aprendizaje de tipo acumulativo y de que apenas se encuentre a quien lo defienda explícitamente, el peso de la tradición sigue siendo muy elevado por lo que este tipo de metodología sigue siendo muy habitual hoy en día (Vílchez, 2015).

Esto sucede, no solo porque los modelos que se alejan del tradicional requieren de mayores recursos (económicos, temporales y de esfuerzo por parte de alumnos y profesores) sino también por cierto desconocimiento y formación por parte de algunos maestros. Es por ello que hay que hacer hincapié en que el modelo continúa siendo tradicional en los siguientes casos:

- Cuando el docente hace uso de las TIC en sus explicaciones
- En explicaciones interactivas, esto es, aquellas en las que trata de incrementar la atención de los estudiantes mediante preguntas
- Cuando alguna de las actividades realizadas por los estudiantes, tras la explicación, es de carácter práctico, siempre que sirva para comprobar lo dicho en la teoría (Jiménez, 2000).

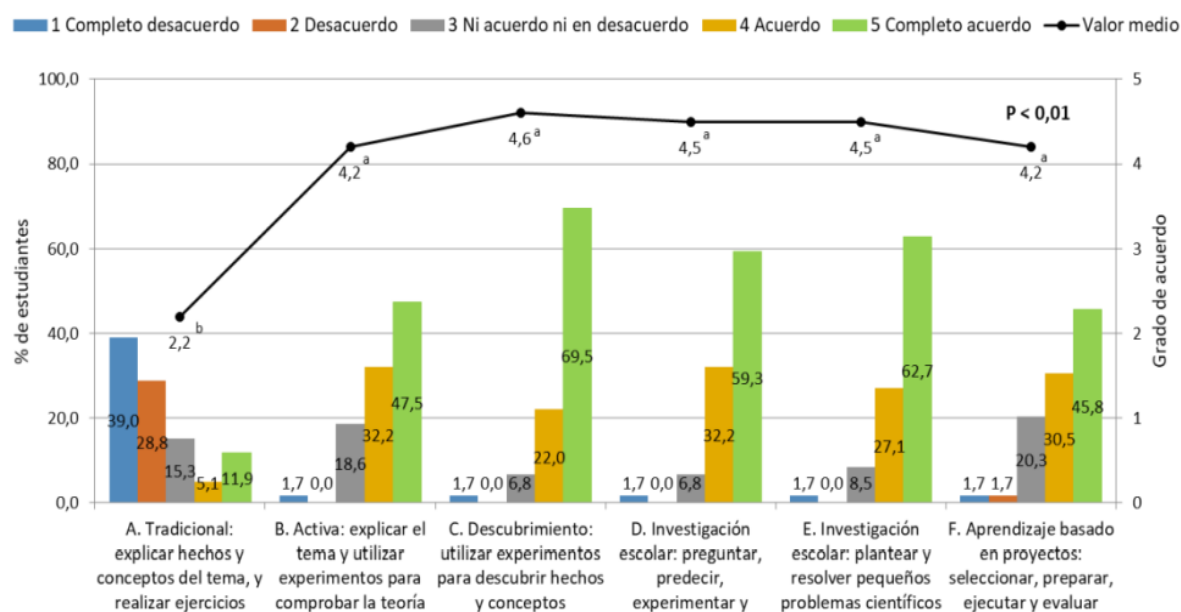
Un número importante de investigaciones indican que los estudiantes que comienzan los estudios de Magisterio de Primaria muestran importantes deficiencias formativas. En este aspecto, destaca por un lado el escaso conocimiento científico y concepciones

sobre la enseñanza de las ciencias que están mediadas por sus propias experiencias como alumnos, y por otro lado, la dificultad de modificar dichas concepciones. Esto dificulta que desde la Didáctica de las Ciencias se implementen en las aulas soluciones provenientes de metodologías que se alejen del aprendizaje memorístico de hechos y datos (Valverde y Sánchez, 2020).

A esto hay que añadirle la dificultad que supone el hecho de que, de forma habitual, a la hora de formar a los docentes, se plantee la enseñanza de las ciencias y la psicología como una simple suma de preparación científica básica por un lado, y una formación pedagógica, psicológica y social general por otro de forma desconectada, sin tener en cuenta la relación existente entre estas dimensiones (Gil, 1993).

De los alumnos de prácticas de magisterio un elevado número de estudiantes, entre el 20,3 % y el 31,9 %, no realizan actuaciones docentes en el área de ciencias. Hay que destacar que en las actuaciones docentes de los alumnos también hay una escasa presencia de los contenidos que aparecen en el bloque de iniciación a la actividad científica, siendo este bloque 1 primordial para la transversalidad (Valverde y Sánchez, 2020).

A pesar de esto, los alumnos en prácticas rechazan los elementos característicos de los sistemas tradicionales más extremos donde el maestro se limita a explicar y los alumnos a resolver los ejercicios. Según se aprecia en la figura 2 los enfoques de enseñanzas prácticas y paidocentristas reciben valoraciones superiores a 4 en más del 76% de las ocasiones, por lo que los alumnos son conscientes de la importancia de usar metodologías vinculadas al aprendizaje significativo integrado y funcional, alejándose de aquellas que se centran más en el puro aprendizaje memorístico. Usar los experimentos para comprobar la teoría explicada es una opción muy popular ya que casi el 80% de los alumnos en prácticas que trabajan esta área usan este tipo de planteamientos activos de corte transmisivo (Valverde y Sánchez, 2020).



**Figura 2.** Planteamientos metodológicos que se deben usar en Primaria para enseñar ciencias, según Valverde y Sánchez (2020).

Por otro lado, en España se tiene como referencia a autores como Ausubel cuando se estudia la didáctica, de manera que algunas de sus afirmaciones son tomadas como premisas indiscutibles a partir de las cuales se sustenta la forma en la que debemos educar a los niños. Una de las afirmaciones más repetidas y aceptadas es la de “si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio enunciaría este: De todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno sabe. Averígüese esto, y enséñese consecuentemente” (Ausubel, 1968, p. 235).

Pero este principio indiscutible para muchos ha sido duramente criticado por autores como K. Egan, quien aseguró que “La falta de demostraciones empíricas claras dé su beneficio para la educación debería, al final, conducir hacia su disolución” (Egan, 2005, p.40) refiriéndose a estos postulados, afirmando que no se han logrado evidencias de que este tipo de teorías logren éxito.

En esta línea en España, Sandra Racionero se hace eco de esta situación en la ponencia en la asegura que:

Mientras en los 80s toda la comunidad científica internacional estaba de acuerdo en que las claves del aprendizaje estaban en: la interacción; en la comunicación; en el diálogo; y en la comunidad, en España estábamos diciendo que la teoría más importante era la concepción constructivista, no general, sino la del aprendizaje verbal significativo, de D. Ausubel. Que la clave del aprendizaje estaba en adaptarse al nivel de conocimientos previos y [ ...] el Bruner que a mí se me enseñó en 2002 (...) era el Bruner de antes de cambiar su teoría. (Racionero, 2013)

Criticando no solo las premisas de Ausubel sino la importancia que estas presentan en la legislación actual de nuestro país.

Para esta autora, algunas de las teorías del aprendizaje que se vienen aplicando no han demostrado su eficacia mediante datos objetivos. De esta forma habría países y universidades de prestigio internacional en la actualidad en los que se aplican metodologías cuyo éxito queda demostrado en publicaciones de revistas científicas de renombre, mientras que en otros países como el nuestro basan la educación en sistemas no comprobados que no tienen bases demostradas, donde muchos docentes han dejado de lado la parte científica de la docencia para pasar de la innovación a la mera improvisación.

Egan también critica otros de los principios que se entienden como básicos en nuestro currículum como el principio de que el aprendizaje de los niños progresa desde lo concreto a lo abstracto, o el de que se debe enseñar de lo conocido a lo desconocido. Según el autor, estos principios no constituyen una guía adecuada de lo que los niños pueden aprender

¿Y qué decir del principio ad hoc, relacionado con lo anterior, del paso de lo conocido a lo desconocido? Si es cierto, ¿cómo podemos explicar el atractivo que ejercen sobre los niños los guerreros espaciales, las brujas perversas y los gusanos que utilizan la forma de hablar de la clase media?" (Egan, 1999, p. 26).

Para refutar estos principios, el autor, usando como ejemplo los relatos infantiles, esgrime el argumento de que “la abstracción es antecedente y condición necesaria para que puedan entender el relato concreto” (Egan, 1999, pp. 20-21).

Otros autores añaden la necesidad de aclarar el concepto “medio” como es el caso de la pedagoga Pilar Benejam. La autora explica cómo el concepto de medio ha cambiado dándose la paradoja de que en muchos casos puede resultarle a los niños más familiares hechos o sucesos que nada tienen que ver con su entorno real más directo pero sí con un entorno más virtual (Arguimbau, 2003). Aunque esta autora se centra en la didáctica de las ciencias sociales, su idea sobre reconsiderar la definición del concepto “medio” es necesaria, sobre todo cuando el paradigma actual se centra en enseñar a partir de lo que el alumno conoce y siente como cercano. Hay que tener en cuenta que hoy en día podemos encontrarnos con alumnos que hayan tenido acceso con mayor facilidad a experiencias como haber visto una representación en tres dimensiones del sistema solar que una patata germinar del suelo.

En cuanto al aprendizaje, la atención es de gran importancia ya que es el proceso mental a partir del cual la persona atiende selectivamente algunos estímulos e ignora a otros, permitiendo la entrada de la información. Es por ello por lo que las materias deben enseñarse de forma que se facilite el mantenimiento atencional de los alumnos. La manipulación ofrece elementos que ayudan a mantener dicha atención. Por otro lado, la sorpresa capta la atención de las personas y los experimentos ofrecen esos elementos relacionados con la sorpresa y la motivación.

Una parte importante del aprendizaje pasa por la atención y la motivación. Esto queda patente en diversos estudios de evolutiva de los cuales se extraen afirmaciones como: “Los bebés humanos nacen con ciertas preferencias atencionales, es decir, con una mayor predisposición a atender a unos estímulos frente a otros” (Coll, Palacios y Marchesi, 2005, p.118).

“El bebé humano se siente atraído por objetos en movimiento más que por estímulos estáticos” (Coll et al. 2005, p.118)

Una vez se han familiarizado con un objeto o acontecimiento determinado, los bebés prefieren estímulos novedosos que presenten una moderada discrepancia en relación con lo ya conocido, y también aquí se observa una creciente capacidad con la edad para hacer frente a discrepancias cada vez más acentuadas (Coll, et al. 2005, p.118).

Por lo que podemos entender que desde nuestros inicios nos sentimos atraídos por la novedad y por aquello que aporta patrones que rompen con los ya conocidos. Con el paso del tiempo nuestra atención puede ser captada por eventos más llamativos (menos inesperados según nuestras experiencias previas).

Por ello la experimentación y presentar la materia de forma que cause extrañeza a los alumnos, aunque no la comprendan en la etapa inicial, es una forma de utilizar estos mecanismos que favorecen el aprendizaje.

## **5. Propuestas de intervención**

### **5.1 Propuesta para un aula de 5º de Primaria**

#### 5.1.1 Razones de la elección.

Las sesiones se prepararon y se llevaron a cabo en un aula de 5º de Primaria conforme a la temporalización del maestro tutor durante las prácticas escolares.

Con estas sesiones se buscó demostrar que la realización de experimentos ajustados al currículum y con una visión inclusiva eran posibles y beneficiosas para los alumnos.

Para la preparación y realización de las actividades se tuvo en cuenta que había dos alumnos con discapacidad intelectual que tienen ACS de 3º de Primaria.

### 5.1.2 Elementos curriculares

Curso: 5° de Primaria.

BLOQUE 1: Iniciación a la actividad científica

---

<b>Contenidos:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-<b>Iniciación a la actividad científica.</b></li><li>-<b>Aproximación experimental a algunas cuestiones.</b></li><li>-<b>Utilización de diversos materiales, teniendo en cuenta las normas de seguridad.</b></li><li>-<b>Trabajo individual y en grupo.</b></li><li>-<b>Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades.</b></li><li>-<b>Diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo.</b></li><li>-<b>Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad.</b></li><li>-<b>La flotabilidad en un medio líquido.</b></li></ul>
<b>Criterios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Crti. CN. 1.1.</li><li>Crti. CN. 1.2.</li><li>Crti .CN. 1.3.</li><li>Crti. CN. 4.1.</li><li>Crti. CN. 4.2.</li><li>Crti. CN. 1.4.</li></ul>
<b>Estándares</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Est. CN. 1.3.1.</li><li>Est. CN. 1.3.2.</li><li>Est. CN. 1.4.5.</li><li>Est. CN. 1.4.6.</li><li>Est. CN. 4.1.1.</li><li>Est. CN. 4.2.1.</li><li>Est. CN. 4.2.2.</li><li>Est. CN. 4.2.3.</li></ul>

---

### 5.1.3 Desarrollo

1º) Densidad: agua y aceite.

Esta parte se realizó con un único grupo compuesto por toda la clase. Se buscó un consenso entre los alumnos sobre lo que significa el concepto de densidad. Posteriormente se registró la masa de la jeringuilla vacía, con agua y con aceite y el volumen para obtener la densidad.

2º) Densidad: calcular el volumen de cualquier objeto.

En grupos reducidos, los alumnos debían averiguar la densidad de diferentes objetos. Para ello les mostraron unas canicas y se les preguntó si serían capaces de calcular su densidad.

A través de preguntas se les fue guiando (¿Cuál era la fórmula de la densidad? ¿Cómo podemos saber la masa? ¿Y su volumen?) y tras las conclusiones se realizó la actividad experimental.

Introdujeron las canicas en un vaso lleno de agua que estaba dentro de un recipiente mayor. Posteriormente, se recogió el volumen de agua desalojado con la jeringuilla para así obtener el volumen del agua desalojada (que debe ser el mismo que el de los objetos introducidos dentro del vaso de agua).

Después de comprobar que las canicas tienen mayor densidad que el agua y que no flotan pasamos al siguiente experimento.

3º) Flotabilidad.

Se comprobó cómo deformando la plastilina y según la forma que se le dé, esta flota o no en el agua. Posteriormente se les enseñó un diablillo de descartes en forma de pulpo para que experimentasen ellos mismos cómo apretando o no la botella logran que el pulpo suba o baje a través de la botella llena de agua.

#### 5.1.4 Materiales

- Bascula para personas.
- Báscula de cocina.
- Jeringuillas de 10 y 20 cl.
- Aceite
- Agua
- Vasos y bol de cristal.
- Cánicas.
- Diablillo de descartes.
- Plastilina.
- Fichas para seguir el experimento

#### 5.1.5 Metodología

Los experimentos buscaban varios objetivos. Por un lado, se pretendía que los conocimientos que se adquiriesen fueran más significativos y por ende más permanentes. Se usó la sorpresa que, como emoción, es una buena forma de contribuir a un mejor aprendizaje. Además se aprovechó la expectación, que contribuye a que la motivación sea mayor. No se realizó de un aprendizaje por descubrimiento propiamente dicho ya que, aunque se realizaron preguntas a los alumnos para que intentasen desentrañar los misterios de los experimentos, terminó siendo el maestro quien guio y mostró los resultados. Intentando ofrecer una clase más inclusiva, se preparó una ficha (Anexo III) para todos los alumnos con preguntas de un nivel de 5º y partes que pudieran trabajar los alumnos con ACS de 3º sin necesidad de darles otra hoja diferente.

Para cada paso, salió un ayudante por orden de lista para que manipulase parte del experimento.

Reorganizamos a los alumnos al final del aula donde hay una mesa más grande para poder realizar los experimentos y que todos los alumnos pudiesen verlos.

## **5.2 Propuesta de aproximación a las ciencias naturales fuera del currículum**

Se han preparado y llevado a cabo una serie de experimentos para un grupo de niños de edades muy variadas (4-12 años) que no siguen las líneas curriculares de la institución educativa.

Se pretendía por lo tanto, trabajar mediante educación no formal, experimentos que a priori quedarían fuera del alcance de la cognición de algunos de los niños que acuden a estas clases.

Los experimentos que se proponen a continuación, aunque se acompañan de unas fichas (ver anexos) son tratados de una forma lo más lúdica posible puesto que se llevan a cabo en un apartado de las clases de STEM que hemos desarrollado para una ludoteca.

Todas las sesiones tienen un esquema similar. A los alumnos se les entregaba una ficha que comenzaba con una pregunta con respuestas a elegir, pudiendo haber varias respuestas correctas. Posteriormente se presentaban otras cuestiones abiertas para que respondiesen antes de que se hiciese la comprobación experimentalmente los resultados.

La parte del experimento era la parte central de la actividad ya que es la que motiva a los alumnos, logrando que presten interés a toda la sesión.

Las partes experimentales de las sesiones son las siguientes:

### 0. percepción

En la primera sesión, se les mostró una serie de efectos ópticos basados en el efecto moiré con el fin de explicar que en la ciencia no podemos dejarnos llevar simplemente por la percepción ya que en muchas ocasiones nuestra percepción no se ajusta a la realidad.

### 1 Altas temperaturas

Tras reflexionar sobre el movimiento del aire en función de su temperatura, se realizaron algunas comprobaciones con: una lámpara de lava, un aspa que gira con el

calor de una vela y con dos barcos de juguete que funcionan al introducirles una vela encendida en su interior.

## 2. Conductor de temperatura

En este experimento se comprobó cómo un hielo se derrite en una superficie que percibimos como más fría antes que en otra que percibimos como menos fría. Este fenómeno se explica mediante la propiedad de la conductividad térmica de los materiales.

En la segunda parte, la demostración se hizo aplicándole una llama a dos globos, uno con aire y otro con aire y agua, resistiendo mucho más el segundo puesto que el agua disipa mejor el calor evitando la ruptura del plástico durante más tiempo.

## 3. Huevo en una botella.

En la actividad se demostró cómo modificando el volumen del aire del interior de una botella, aplicándole una variación de temperatura, y colocando un huevo cocido en la abertura, este entra a causa de la diferencia de presión al enfriarse de nuevo el aire del interior de la botella.

## 4. Trayectoria rectilínea

Este experimento se realizó con un láser y varios cartones con un orificio en el centro para comprobar que sólo se puede ver la proyección del láser en el último panel si todos los agujeros están perfectamente alineados.

## 5. Cámara estenopeica

En esta actividad se comprobó lo que sucedía cuando la luz pasa por orificios suficientemente pequeños. Para ello se utilizó una serie de luces led que formaban una

letra “F” y se comprobó cómo aparecía invertida en la pantalla tras atravesar el orificio.

Los alumnos pudieron realizar distintas comprobaciones como usar orificios de distintos tamaños, formas y a distintas distancias.

Para la explicación del suceso se emplearon unos cartones y unos bolígrafos de distintos colores que hacían las veces de los rayos de luz. Así pudieron apreciar con elementos físicos y de un tamaño más grande el proceso.

Con ayuda de una lámina se explica que este proceso (entre otros) se da en el ojo humano.

## 6. Refracción

Para la parte más experimental de esta actividad se hicieron observaciones como comprobar cómo percibimos una pajita dentro de un vaso con agua o cómo una flecha invierte su dirección al verla a través de un vaso de agua.

Para la explicación se empleó un palo de escoba cogido por los extremos por dos alumnos y una cinta puesta en el suelo. En la explicación se les dijo que se comportaran como si caminasen por la playa y que la cinta simulaba que entraban en agua por lo que debían caminar más lento. Al entrar de forma oblicua el primer alumno obliga al segundo a modificar su dirección ya que la escoba marca la distancia entre ambos.

Para finalizar se experimentó con bolas de hidro gel cuyo índice de refracción es igual al del agua por lo que aparentan desaparecer al sumergirlas en esta.

Se sumergieron distintos objetos en estas bolas, siendo imposible saber lo que eran hasta que se llenaban los recipientes de agua. Al “invisibilizarse” las bolas, se podía ver el objeto.

## 7. Reflexión

Para esta actividad se prepararon una serie de espejos con distintas formas (recto, cóncavo y convexo) y tres láseres, pero antes de realizar la prueba se les pidió que

dibujasen lo que esperaban que hiciese la luz láser. Se utilizó el símil de la trayectoria que hace una pelota al golpear una pared, ya que el laser dibujará la misma trayectoria dependiendo del ángulo con el que golpee.

Para las experiencias posteriores, se usaron espejos para comprobar el efecto en sus propios rostros, así como figuras impresas en 3D cuya forma hace que se aprecien de forma diferente vistas de frente y a través de un espejo plano común.

Para finalizar se les presentó un efecto holográfico creado con una pirámide que al colocarla sobre un móvil, la refracción hace que percibamos los objetos como si estuviesen en frente en tres dimensiones.

## 8. Lentes

En esta sesión se les pidió que imaginaran y dibujasen la dirección de los rayos láser al atravesar distintos tipos de lentes para luego comprobarlo.

Posteriormente, usando una lámina de un ojo humano con sus partes se hacen distintas pruebas simulando el cristalino y unas gafas intentando que los rayos coincidan en la retina (se haga un enfoque correcto).

## 9. Polarización y fosforescencia

Para esta sesión los alumnos experimentaron con lentes polarizadas y comprobaron lo que sucedía al mirar en dirección de la pantalla de un ordenador (que ya posee un filtro polarizado).

En la segunda parte de la sesión, experimentaron con una pizarra fosforescente y un bolígrafo de luz, que les permitía dibujar sobre dicha superficie que brillaba en la oscuridad.

## 10. colores

Para este experimento se utilizaron luces con los tres colores primarios y se hicieron pruebas para comprobar cómo quedaban los colores resultantes con las distintas mezclas. También se utilizó una peonza con todos los colores para comprobar cómo la

mezcla de todos da de resultado el blanco.

Se utilizó un prisma para comprobar cómo se pueden obtener los colores del arco iris de la luz blanca.

#### 11. La electricidad.

En esta actividad se trabajaron conceptos relacionados con la electricidad estática y la conductividad eléctrica de los materiales. Para ello y con ayuda de un polímetro, con su opción de sonido para identificar la continuidad, se comprobó el resultado en distintos elementos.

Con un globo y pequeños trozos de aluminio, se comprobó la atracción en presencia de electricidad estática.

#### 12. Circuitos.

Para este experimento se prepararon una sesión virtual con la aplicación de tinkercad que permite crear y simular el funcionamiento de circuitos eléctricos y otra sesión en la que los alumnos podían trabajar con elementos de circuitería reales (cables, pilas, interruptores y bombillas).

#### 13. Mezclas y reacciones.

La actividad consistió en separar mediante distintas técnicas físicas las sustancias que formaban una mezcla (sal, viruta magnética, tierra y arena).

Posteriormente se realizó una reacción química con vinagre y bicarbonato mediante la cual se lograba hinchar un globo.

#### 14. Movimiento.

En esta sesión los alumnos debían intentar adivinar cómo se iban a comportar distintos objetos en rotación para descubrir cómo la interacción de las fuerzas es compleja y da como resultado movimientos inesperados.

## 15. Engranajes y poleas.

Se les permitió a los alumnos manipular un sistema de engranajes para que descubriesen cómo se modifica la velocidad y dirección en función del tamaño (nº de dientes) y cantidad de ruedas (par o impar).

## 16. Plantas

Se plantaron semillas de lenteja que son de rápida germinación para que los alumnos comprendiesen las funciones vitales de los seres vivos puesto que las semillas forman parte de la reproducción, deben suministrarle nutrientes a la planta (nutrición) y se comprueba cómo la planta crece en dirección a la luz (relación).

Pudieron comprobar cómo uno de los ejemplos más extremos con una planta carnívora a la que se le alimento con un gusano.

## 17. Animales.

Se observaron y cuidaron animales como gusanos de seda, hormigas, caracoles e insectos palo a los que clasificaron atendiendo a distintas variables. Los animales se llevaron a lo largo de distintos momentos para observarlos en diferentes momentos evolutivos (un claro ejemplo es el de los gusanos de seda). Mientras les aplicaban los distintos cuidados y utilizando las características más llamativas de cada especie se les explicaba a los alumnos distintos temas de la biología.

### 4.3 Evaluación

#### 4.3.1 Clase de 5º.

Para la evaluación de la propia actividad se les entregó a los alumnos una ficha para que marcasen entre distintos emoticonos con cinco grados de conformidad.

Para la evaluación de los conocimientos se pide a la maestra tutora del grupo que facilite las calificaciones de los alumnos de las diferentes unidades que se han

trabajado durante el curso para poder comparar las diferencias existentes entre los temas abordados con experimentos y los temas impartidos con otras metodologías.

#### 4.3.2 Ludoteca.

Para valorar las distintas actividades se usa el mismo método de los emoticonos explicado en el apartado anterior.

Al tratarse de un espacio de recreo con alumnos de todas las edades y con una mezcla de alumnos asiduos y alumnos que acuden de forma puntual, la evaluación de los conocimientos se realiza mediante las fichas incluidas en los anexos (conocimientos iniciales) y preguntas orales (conocimientos finales)

#### 4.4 Resultados

Los resultados obtenidos no son concluyentes ni pueden aportar argumentos que sirvan para apoyar ninguna de las hipótesis expuestas en este documento.

Han sido varios los factores que han llevado a que no se puedan realizar conclusiones con un mínimo de consistencia científica.

Por un lado, la maestra tutora encargada del grupo de 5º de Primaria donde se llevaron los experimentos decidió unilateralmente prescindir del examen al entender que las actividades de los experimentos podían de alguna manera entenderse como sustitutorias del mismo. Al no poseer una calificación objetiva solo queda valorar de forma subjetiva, con el consiguiente sesgo del investigador que esto conlleva, el aprovechamiento de estas actividades.

En cualquier caso no parece que hubiese un avance importante ni remarcable en cuanto a la adquisición de conocimientos y no se han aplicado herramientas para poder comprobar que dichos conocimientos se retengan mejor a medio o largo plazo que los impartidos con otras metodologías.

Para poder tener datos útiles, debería replantearse el TFG con otra metodología obtención y análisis de datos.

En cuanto a los resultados de la Ludoteca, en la línea de lo expuesto anteriormente, sí que se puede afirmar que alumnos de primeros cursos de Primaria y de tercero de Infantil atendieron y disfrutaron de experimentos aparentemente muy complicados para su nivel de cognición, de forma que si bien no se puede asegurar que los entendieron completamente sí que se puede decir que asentaron unas bases para que el dominio de distintos conceptos se produzca mucho antes de lo que se presupone.

## **Conclusiones**

Existe cierto debate que siempre estuvo presente y que siempre estará sobre cuál es la mejor forma de enseñar ciencias, qué metodologías son las más exitosas y hasta qué punto es interesante primar el descubrimiento sobre el aprendizaje guiado o cerrado. Los diversos paradigmas, así como la entrada en vigor de las diferentes leyes educativas, muestran este efecto péndulo que se produce al ir rectificando los fallos cometidos en las etapas más cercanas a los cambios propuestos.

Con esto es importante no dejarse llevar por la creencia de que solo existe una única forma de enseñar de forma correcta y evitar así caer en dogmas que se den por indiscutibles.

Con la realización de diversos experimentos con niños de distintas edades, más allá de los resultados en forma de calificación, se demuestra que es posible trabajar conceptos que a priori son desechados por la complejidad que encierran para niños de corta edad. Todo ello sin la necesidad de infantilizar la ciencia ni la pretensión de disfrazarla de algo que no es. En muchas ocasiones se pretende acercar la ciencia al niño en vez de acercar al niño a la ciencia.

Por otro lado, con este trabajo se pretende reflexionar sobre hasta qué punto es necesario que comprendan por completo el experimento. La mayoría de las personas de nuestro entorno están convencidas de que comprenden fenómenos como la gravedad, pero si se profundiza en ello se demuestra que muchas cosas de las que los adultos damos por sentado son más complicadas de lo que en un principio nos imaginamos. Tal vez sea más importante la semilla que se planta en cada experimento

que germinará cuando el alumno esté preparado.

Esto nos lleva a pensar que tal vez no sea necesario esperar a que los niños tengan la capacidad cognitiva suficiente para entender por completo los experimentos, esto puede ser un error. Aunque es cierto que hay ciertas barreras cognitivas y que la psicología evolutiva nos demuestra que hay ciertos hitos que no se pueden alcanzar (de manera genérica) hasta determinadas edades, o una cierta maduración cerebral, no hay que olvidar que el propio conocimiento de las cosas amplía las capacidades mentales de los individuos. Esto queda patente en los experimentos de Piaget en donde los alumnos sin escolarizar alcanzaban los estadios cognitivos entre 1 o 2 años más tarde que los niños escolarizados.

Por ello es importante exponer a los alumnos a retos cognitivos que ofrece la ciencia, ya que esto hace que asimilen antes y sean capaces de alcanzar estadios superiores con mayor celeridad. Esto queda explicado en:

fue precisamente Chi (1978) quien demostró este hecho en un estudio clásico [...] comparó la memoria de un grupo de niños de entre 8 y 13 años, expertos en ajedrez, tenían acerca de la posición de las piezas en un tablero según determinadas jugadas clásicas, con la de un grupo de adultos que no eran expertos en el juego. Los niños recordaban con una exactitud mucho mayor que los adultos la posición de las piezas. Además eran más eficientes en la organización mental de las piezas en bloques lógicos de memoria relacionados entre sí. En cambio cuando se trataba de recordar números aleatorios, los adultos superaban claramente a los niños (Coll, et al. 2005 p.339).

Con este experimento se puede comprobar cómo la exposición a ciertas actividades puede hacer que se aumente algunas capacidades de los niños aunque en otros aspectos aún estén por debajo, debido al estadio en el que se encuentran.

## **Bibliografía.**

Aguado-Aguilar, L. (2001). Aprendizaje y memoria. *Revista de neurología*, 32(4), 373-381.

Araque, N. (2011). Reflexiones en torno a la enseñanza de las ciencias naturales en las escuelas españolas. *Nova scientia*, 3(5), 143-163. Recuperado de:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-07052011000100008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052011000100008)

Araque, N. (2013). *Manuel José Quintana y la Instrucción pública*. Madrid, España: Universidad Carlos III.

Arguimbau, P. B. (2003). La enseñanza de la Geografía en la sociedad actual: problemas y propuestas. In *La enseñanza de la geografía ante las nuevas demandas sociales* (pp. 551-562). Grupo de Didáctica de la Geografía (AGE).

AUSUBEL, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Balaguer, M. D. C. R., Fabregat, F. P. y Vidal, M. M. J. (2016). *Evolución de las Ciencias Naturales y su didáctica desde el Informe Quintana hasta la LOMCE*. Universidad Miguel Hernández.

Barberá, O. (2002). El área de «Didáctica de las Ciencias Experimentales»: ¿apuesta de futuro o error del pasado. *Revista de Educación*, 328, 97-109.

Carnicero, G. (2020). Historia del sistema educativo español. Evolución de la enseñanza de la biología y la geología en enseñanzas medias. Universidad de Valladolid

Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A. (2005). *Desarrollo psicológico y educación, II*. Madrid: Alianza editorial.

COSCE (2011). Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España. Recuperado de: [https://www.cosce.org/pdf/Informe\\_ENCIENDE.pdf](https://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf)

Digón, P. (2003). La Ley Orgánica de Calidad de la Educación: análisis crítico de la nueva reforma educativa española. *Revista electrónica de investigación educativa*, 5(1), 1-15. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-40412003000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-40412003000100003&script=sci_arttext)

Egan, K. (1999). *Fantasia e imaginación, su poder en la enseñanza primaria: una alternativa a la enseñanza y el aprendizaje en la educación infantil y primaria*. Madrid, España: Morata.

Egan, K. (2005). Students' development in theory and practice: The doubtful role of research. *Harvard Educational Review*, 75(1), 25-42.

Galván, J. J. M., González, J. F., Rodríguez, C. T. y Escartín, N. E. (2013). ¿Qué piensa el profesorado de una comunidad autónoma acerca de su formación tras un cambio educativo? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 66-84.

- Gándara, M. (1992) La investigación en la enseñanza de las ciencias en España. *Revista Interuniversitaria de la formación del profesorado*, 14, 19-26.
- García-Ruiz, M. y Orozco, L. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las ciencias naturales y su enseñanza en profesores de educación primaria. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 7(3), 539-568.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 11(2), 197-12. Recuperado de: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21204>
- Gil, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(2), 154-164.
- Gudín, E. y Voces, J. (2019). *El duque de Rivas y la Instrucción pública*. Universidad Carlos III. Madrid.
- Jiménez, M.P. (2000) Modelos Didácticos: en Didáctica de las Ciencias Experimentales En Perales, F.J. y Cañal, P. (coord), Alicante, España: Marfil.
- Medina, L. E. (2016). ¿Qué ha cambiado en la educación entre LOE/LOMCE?. Jameos: publicación del CEP de Lanzarote.
- Mellado, V. (1998). La investigación sobre la formación del profesorado de Ciencias Experimentales. *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales*.

- Muñoz, M.V., López, I., Jiménez, I., Ríos, M, Morgado, B., Román, M., Ridao, P., Candau, X. y Vallejo, R. (2014). *Manual de psicología del desarrollo aplicada a la educación*. Madrid, España: Pirámide.
- Ortiz, R. y Torrego, L. (2019). Manuel Bartolomé Cossío en la Revista Pedagógica escuelas de España (1929-1936). *Bordón. Revista De Pedagogía*, 71(1), 63-77. Recuperado de: <https://doi.org/10.13042/Bordon.2019.6590>.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London, England: Nuffield Foundation.
- Perales, F.J. y Cañal de León, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy, España: Marfil.
- Racionero, S. P. (noviembre, 2013) Actuaciones educativas de éxito en Europa [Discurso grabado]. <https://vimeo.com/80055023#>
- Rioja, E. (1923). Cómo se enseñan las Ciencias Naturales. *Publicaciones de la Revista de Pedagogía*.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. An overview and key findings*. University of Oslo.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1989). Interacciones Ciencia Técnica Sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 14-20.
- Valverde, M. y Sánchez, G. (2020). Futuros maestros: qué piensan sobre su formación en ciencias y qué hacen en sus prácticas escolares. *Investigación en la Escuela*, 102, 122-139. doi: <http://doi.org/10.12795/IE.2020.i102.09>

Vieiro, P. y Gómez, I. (2004). *Psicología de la lectura: Procesos, teorías y aplicaciones instruccionales*. Recuperado de:

<http://www.redined.mec.es/oai/indexg.php?registro=008200420243>

Vílchez, J.M. (2015). *Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria. I Ciencias del Espacio y de la Tierra*. Madrid, España: Pirámide.

Viñao, A. (1994). Política educativa: política liberal de las Cortes de Cádiz, el informe Quintana. En B. Delgado (coord.), *Historia de la Educación en España y América* (pp.41- 49). Madrid, España: Morata.

## Anexos

### Anexo I

#### LA DENSIDAD

¿Qué crees que es la densidad?

\_\_\_\_\_

---Grupo clase---

Un material más denso ¿flota sobre uno menos denso o es al revés? Si la fórmula para calcular la densidad es  $m/V$  ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ , aunque también suele expresarse en  $\text{g}/\text{cm}^3$ ) Hagamos las cuentas:

Masa de la jeringuilla vacía: \_\_\_\_\_

Cantidad de masa de agua recogida: \_\_\_\_\_

Volumen que ocupa esa cantidad de masa: \_\_\_\_\_

Cantidad de masa de aceite recogida: \_\_\_\_\_

Volumen que ocupa esa cantidad de masa: \_\_\_\_\_

Recuerda que  $1 \text{ dm}^3$  equivale a 1L.

Hipótesis: (¿qué sucederá y por qué?)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

---Por grupos---

Repetiremos el experimento para medir la densidad de objetos. ¿Cómo podemos saber el volumen de un objeto en estado sólido?

\_\_\_\_\_

Preparad un informe con los datos y resultados obtenidos.

Ahora vamos a pesar una bola de plastilina y comprobaremos de nuevo nuestra hipótesis.

¿Hay alguna forma de hacer que con la misma masa flote en el agua? ¿Cómo explicas esto?

\_\_\_\_\_

¿Podemos medir la densidad de una persona? ¿Cómo lo harías?

\_\_\_\_\_

## Altas temperaturas



¿Qué sucede cuando el aire se calienta?:

Sube hacia arriba

Baja hacia abajo

Piensa en lo siguiente. Los radiadores ¿se colocan en la parte baja de la pared o en la parte alta? ¿Y el aire acondicionado? ¿Por qué crees que se suelen colocar de esa manera?

UNE:



Abajo



Arriba

Tu hipótesis:

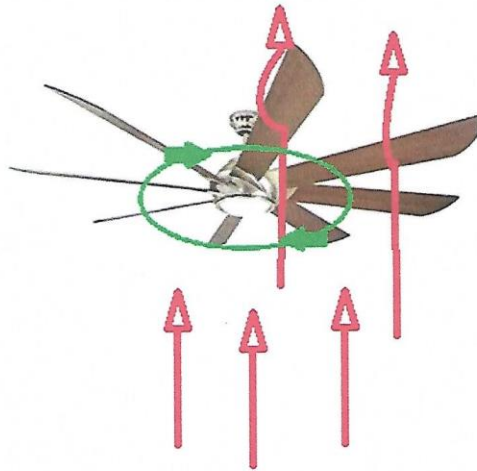
---

---

---

---

# Demostración



Si calentamos el aire con una vela y colocamos unas aspas justo encima de esta, el aire que sube, al chocar con estas, hará que giren.

¿Conoces algún ejemplo más?

---

---

---

¿Sucede también con los líquidos? ¿Cómo funciona la lámpara de lava? ¿Y la caldera de mano?

# Conductores de temperatura



¿Qué significa que un material es conductor de la temperatura?:

Circula a gran velocidad

Permite el paso de la temperatura

Busca un objeto metálico y otro de madera que estén en la misma habitación. ¿Cuál está más frío? :



El objeto metálico:



El objeto de madera

Si medimos la temperatura, debe de ser la misma ya que ambos están en la misma habitación. Entonces ¿Por qué los objetos metálicos parecen estar más fríos?

Tu hipótesis:

---

---

---

---

Los materiales que nos parecen más fríos son mejores conductores de la temperatura, esto hace que el calor de nuestras manos pase a ellos. Por eso los percibimos como más fríos, porque nos "roban" nuestro calor.

## Demostración



Pon un hielo en una superficie de madera y otro del mismo tamaño en una superficie metálica ¿Cuál se derrite antes? ¿Si el metal fuese realmente más frío qué debería suceder?

Si metemos el cubito de hielo en un vaso con agua ¿Qué sucederá?

---

---

---

Hincha dos globos y mete en uno de ellos agua. Ponlos encima de la llama de una vela. ¿Qué sucede? ¿Por qué?

---

---

---

---

---

# Huevo en una botella



Una cerilla encendida:

Calienta el aire

Enfría el aire

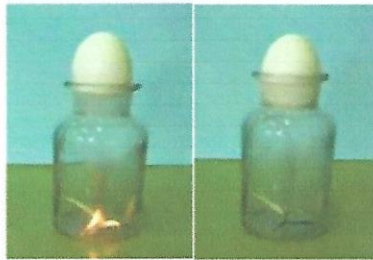
El aire caliente:

Aumenta su volumen

Disminuye su volumen



Tapamos la botella. Se apaga el fuego y se enfría el aire:



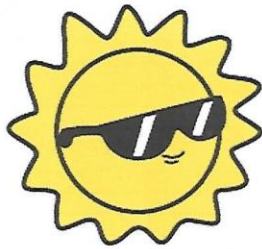
¿Qué pasará con el aire que está dentro de la botella?

Aumenta su volumen

Disminuye su volumen

¿Qué Pasará con el huevo?

# Trayectoria rectilínea



¿Qué camino hace la luz cuando viaja por el aire?:

No se puede saber

En línea recta

En zig zag

Otro: \_\_\_\_\_

Haz un agujero en un cartón y haz pasar la luz por él para que se proyecte en la pared (o pantalla):

Ahora usarás dos cartones con agujero. ¿Qué hay que hacer para que se vea el punto de luz en la pared?

Da igual cómo los ponga, la luz encuentra el sitio por el que pasar.

Hay varias posiciones para que la luz llegue a la pared.

Solo hay una forma para que la luz se proyecte en la pared.



Una vez que se ve la luz en la pared, ¿qué sucede si movemos uno de los cartones? ¿Y si lo acercamos o lo alejamos?

---

---

---

---

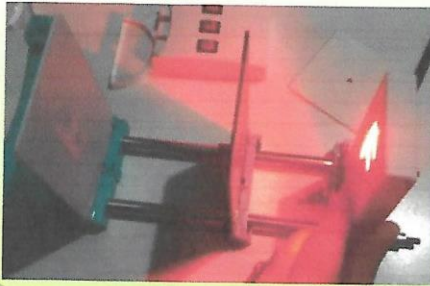
---

---

---

---

# Cámara estenopeica.



¿Qué sucede cuando la luz pasa por un agujero pequeño?:

La imagen se proyecta igual

La luz pasa pero no se proyecta la imagen

La imagen se ve invertida

Otro: \_\_\_\_\_

Comprobamos lo que sucede en realidad ¿Por qué crees que sucede eso?

---

---

---

---

---

Si el agujero tiene forma triangular ¿Cómo se verá la proyección de cada punto de luz?

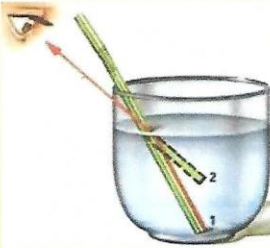
---

¿Cómo afectará el tamaño del agujero? ¿Qué sucede si es más grande?

---

Ahora veremos cómo funciona un ojo humano.

# Refracción



¿Qué ves cuando metemos un lápiz en un vaso de agua?:

Se ve igual

Se ve partido

Se ve doblado

Otro: \_\_\_\_\_

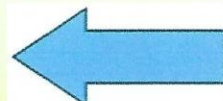
1. Con un palo (de escoba) vamos a imitar a la luz cuando cambia de medio. Dos alumnos separados por el palo caminarán con pasos iguales hasta llegar a la línea que simula el agua. Cuando lleguen a la línea caminarán con pasos más pequeños. ¿Qué ha pasado con la dirección?
2. Coloca un vaso de agua en frente de una flecha que apunte hacia la izquierda. Cuando lo llenemos de agua ¿Cómo veremos la flecha?

De otro color

Apuntando en la dirección opuesta

Se verá igual

Otro: \_\_\_\_\_



Veamos el ejemplo con la luz láser.

Ahora veamos un EFECTO SORPRESA ¿Por qué sucede esto?

---

---

---

---

---

# REFLEXIÓN



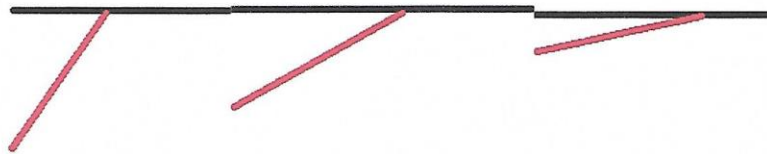
La luz cambia de dirección al atravesar ciertos medios, pero también rebota o se refleja al chocar contra las superficies. ¿Por qué nos vemos reflejados en un espejo y no en una pared?



- Porque es más duro
- Porque es más elástico
- Porque es más liso.
- Porque es más plano.

Otro: \_\_\_\_\_

Traza la dirección que crees que tendrán los rayo después de chocar con un espejo.



Comprobamos con el espejo y los láseres.

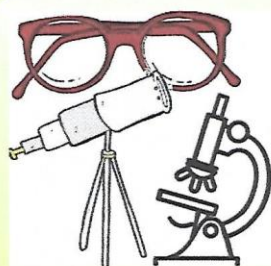
¿Y si fueran curvos?



# Lentes.

Ya hemos visto cómo la luz cambia de dirección al cambiar de medio (aire, agua, vidrio...)

¿Qué utilidades puede tener esto?



¿Cómo crees que seguirán los rayos de luz al pasar por estos cristales?:

Siempre se juntarán

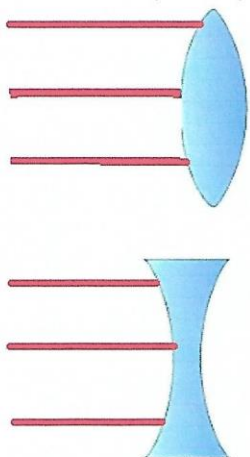
Seguirán paralelos

Siempre se separarán

Dependerá de la forma del cristal

Otro: \_\_\_\_\_

Traza la dirección que crees que tendrán los rayo después de cruzar las lentes.



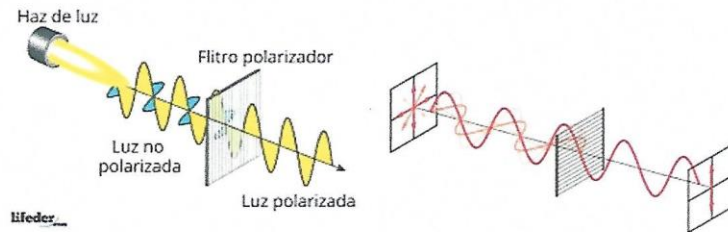
Comprobamos con las lentes y los láseres.

Ahora que ya sabemos cómo funciona el ojo y cómo funcionan las lentes. Vamos a intentar ponerle gafas al ojo para que las imágenes se proyecten en su retina.

# Comportamiento de la luz

## Polarización.

La luz a veces tiene comportamientos que requieren explicaciones más profundas. Una de ellas es la de la polarización de la luz.



Vamos a colocar un filtro polarizador delante de una pantalla de ordenador, o varios hacia cualquier punto de luz ¿qué pasa al girarlos?

---

---

¿Qué sucede al colocar un elemento transparente u otro filtro entre dos que impedían el paso de la luz?

---

---

¿Por qué crees que pasa esto?

---

---

## Fosofrescencia.

Cuando vemos un haz de luz reflejarse en un espejo en realidad no está sucediendo lo que creemos. Los fotones no rebotan al chocar en él, sino que un fotón choca contra el espejo y otro fotón distinto sale del espejo. ¿Crees que podría haber una forma de que esa luz saliese "poco a poco"?

¿Puede un objeto "rebotar" (emitir) luz tiempo después de que esta incida sobre él?

---

Apunta con el lápiz de luz sobre la pizarra ¿Qué sucede?

Ahora veremos cómo funciona la tinta invisible

# Electricidad



¿Qué significa que un material es conductor de la electricidad?:

Que usa coche eléctrico

Que permite el paso de la electricidad

Que no permite el paso de la electricidad

Otro \_\_\_\_\_

¿Qué es la electricidad?

\_\_\_\_\_

Usaremos el polímetro para comprobar qué materiales son o no buenos conductores de la electricidad.

	Buen conductor	Mal conductor
Madera		
Plástico		
Metal		
Agua		
Cristal		
otros		

¿Por qué crees que los cables suelen ser de cobre por dentro y de plástico por fuera?

\_\_\_\_\_

También podemos utilizar el polímetro para otras cosas como por ejemplo comprobar si las pilas están gastadas.

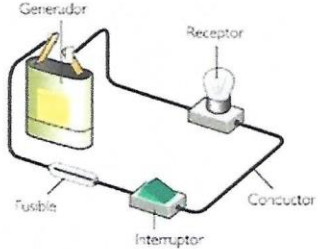
¿Cómo podemos generar electricidad? \_\_\_\_\_

¿Qué es la electricidad estática? \_\_\_\_\_

¿Cómo podemos generar electricidad estática? \_\_\_\_\_

# Electricidad

**Partes de un Circuito Eléctrico**



¿Qué necesitamos para que una bombilla se encienda en un circuito eléctrico?

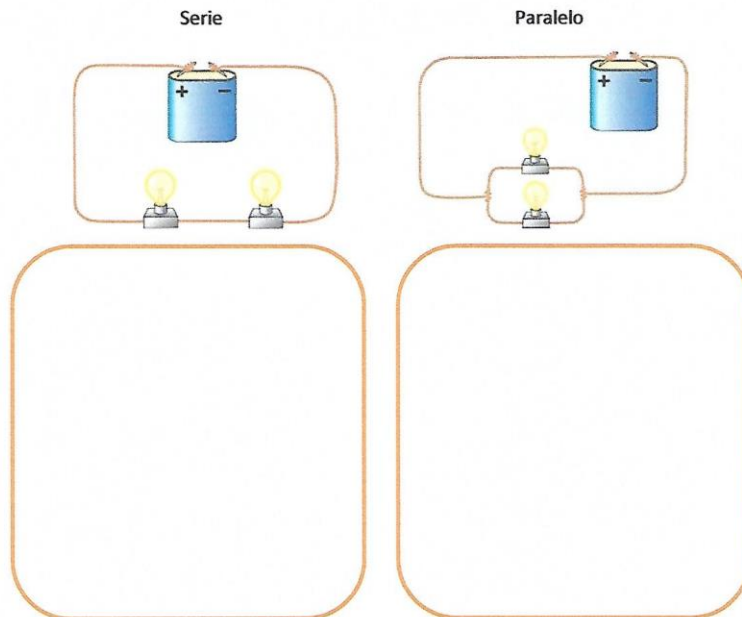
- Una bombilla
- Una pila
- Que el circuito esté abierto
- Que el circuito esté cerrado

Otro \_\_\_\_\_

Montemos virtualmente un circuito con todos los elementos necesarios de forma virtual y luego lo probaremos con elementos reales.

¿Por qué el interruptor hace que la luz se encienda y se apague?

Ahora vamos a montar dos circuitos diferentes con dos bombillas cada uno. ¿Qué diferencias y semejanzas hay entre ellos. Apuna lo que observas

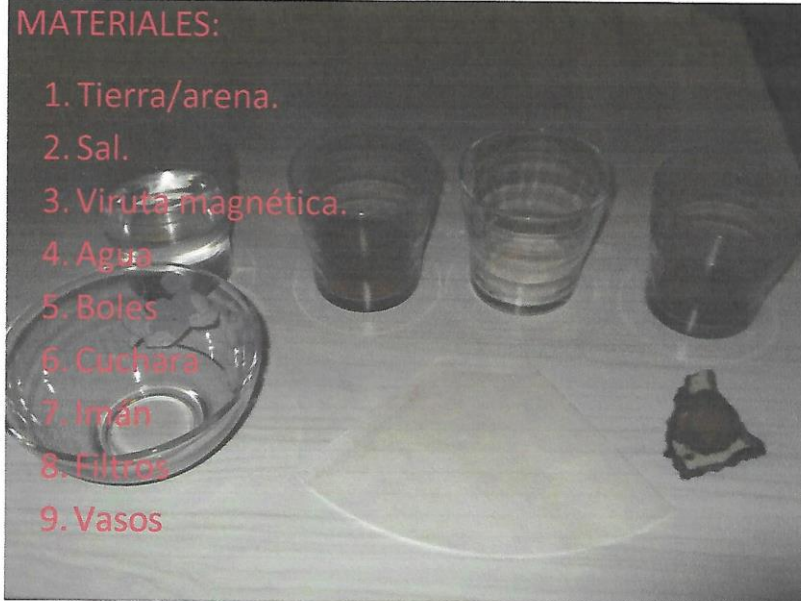


Ahora comprobaremos los motores del robot desmontado ¿Qué sucederá si intercambiamos los cables rojo y negro?

# Mezclas

## MATERIALES:

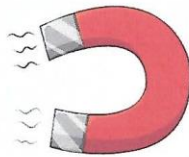
1. Tierra/arena.
2. Sal.
3. Viruta magnética.
4. Agua
5. Boles
6. Cuchara
7. Imán
8. Filtros
9. Vasos



¿Cómo puedes separarías los cereales de la leche? ¿Y los fideos de una sopa?



¿Para qué sirve un imán? ¿Qué cosas se pegan en él?



¿Puedes quitarle el Colacao a una vaso de leche después de hacer la mezcla?

Mete en un bol y remueve:

Arena/tierra.  
Viruta de hierro.  
Sal

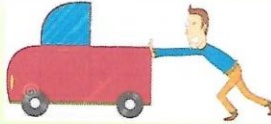
**¿CÓMO PODEMOS SEPARAR LA ARENA,  
LA SAL Y LA VIRUTA?**



# MOVIMIENTO



El movimiento está presente en todos los lados, los coches, los aviones, incluso la Tierra se mueve. Pero ¿Por qué se mueven las cosas? ¿Será necesario que algo empuje para que se muevan (se aplique una fuerza)?



Sí, siempre que se aplica una fuerza se mueven

No, las cosas caen sin que haya fuerzas empujando

Sí, pero no siempre consiguen mover los objetos

No, yo ando y nadie aplica ninguna fuerza





Otro: \_\_\_\_\_

Existen fuerzas de contacto en las que los objetos deben tocarse y fuerzas a distancia.

¿De qué tipo son cada uno de los ejemplos siguientes?

Ejemplos	Contacto	Distancia
Una patada a un balón.		
Una manzana que cae del árbol		
Un imán que atrae un objeto de hierro.		
Cuando abro una puerta.		

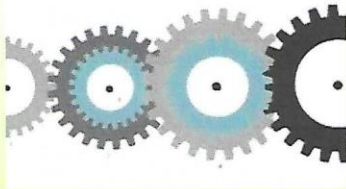
Veamos algunas curiosidades que se dan en algunos objetos en movimiento e intenta predecir qué sucederá con cada uno de ellos.

Objeto	Gira sin caer	Gira en un solo sentido	Se de la vuelta	otro
				
				
				
				

Ahora veremos un objeto caer ¿Por qué crees que cae así?

# Engranajes y poleas

Los motores nos son de gran utilidad para lograr que algunos objetos se muevan. También son muy útiles algunos objetos como las poleas y los engranajes. ¿Qué crees que podemos hacer con estos elementos?

	Conseguir más velocidad <input type="checkbox"/>
	Conseguir menos velocidad <input type="checkbox"/>
	Más fuerza <input type="checkbox"/>
	Cambiar la dirección de giro <input type="checkbox"/>
Otro: _____	

Montemos unos engranajes. ¿Qué sucede si engranamos dos del mismo tamaño?

\_\_\_\_\_

¿Cómo podemos hacer que el eje gire más rápido?

\_\_\_\_\_

¿Y si queremos que gire más lento?

\_\_\_\_\_

Si montamos un coche con el motor ¿Irá más rápido dependiendo del tamaño de las ruedas?

\_\_\_\_\_

# Plantas

¿Qué diferencia a una planta de un animal?:



No se puede mover

No puede comer animales

No se entera si la tocas

No pueden respirar

Otro: \_\_\_\_\_

Vamos a ver crecer algunas plantas comunes. ¿Qué necesitaremos para plantar y que germinen unas semillas de lentejas?

---

---

¿Qué más semillas se te ocurre que podamos plantar?

---

---

Ahora veremos unas plantas exóticas. Plantaremos unas droseras (plantas abraza bichos).

Después veremos cómo funcionan las bocas de una venus atrapa moscas. ¿Las plantas tienen músculos para moverse? ¿Y sistema nervioso para detectar a sus presas?

---

---

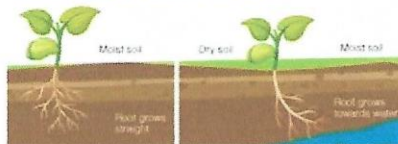
Si las plantas producen su propio alimento (autótrofos) ¿Está bien clasificar a las plantas carnívoras como plantas? ¿Por qué?

---

---



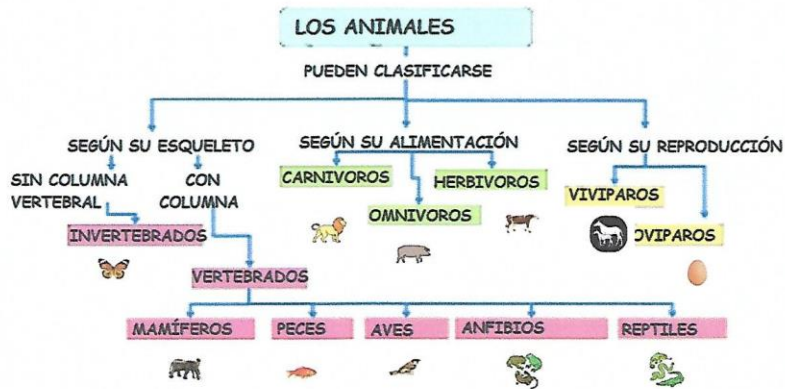
¿Qué puedes decir de estas imágenes?



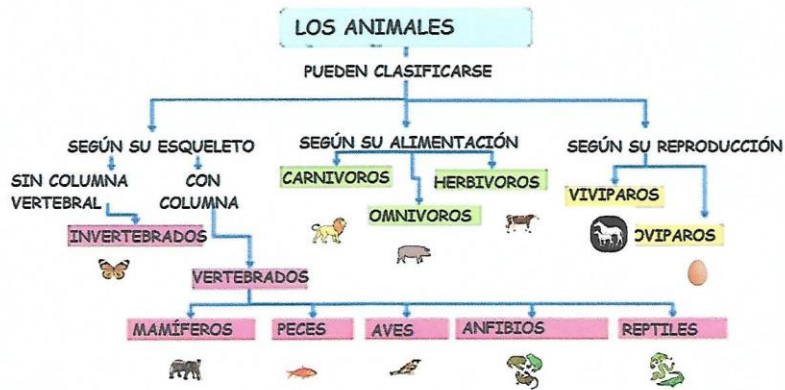
# Animales

Vamos a cuidar de algunos animales. Pero primero debemos clasificarlos ¿Cómo podemos hacerlo?

¿Sabes qué tipo de animal es una hormiga?

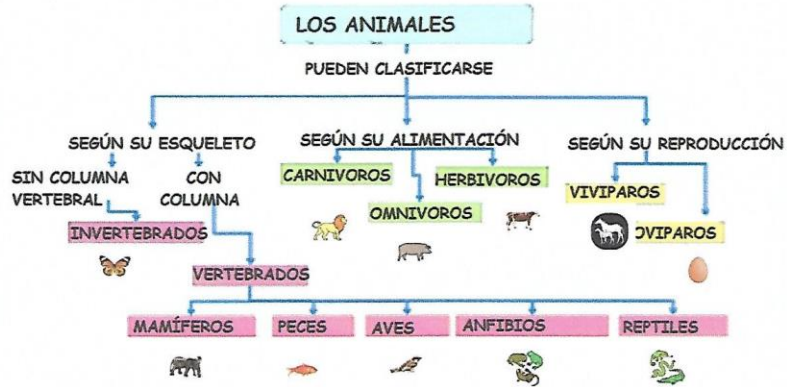


¿Sabes qué tipo de animal es un gusano de seda?



# Animales

¿Sabes qué tipo de animal es el caracol?



Ahora vamos a comprobarlo.

Además de las hormigas. ¿Qué otros animales conoces que vivan en sociedad?

---

¿Además del caracol conoces algún otro animal que pueda cambiar de sexo?


---

Además del gusano de seda, ¿conoces a algún animal que se transforme a lo largo de su vida?

---



La luz blanca procedente del sol contiene todos los colores. ¿Por qué vemos los objetos de diferentes colores?



Porque absorben todos menos el que vemos  
 Porque absorben el color que vemos  
 Los objetos no absorben la luz  
 La luz y el color de los objetos no tienen nada que ver

Otro: \_\_\_\_\_

Cuando la luz blanca (que tiene todos los colores mezclados) choca con un objeto, este absorbe algunos colores. Los que no son absorbidos rebotan y llegan a nuestros ojos.



Podemos separar los colores de un rayo de luz blanca con un prisma para crear un arco iris, pero no siempre tendremos un rayo de luz a mano....

También podemos hacer la operación inversa. Vamos a juntar colores para que se vea la luz blanca.

PRUEBA	COLORES ORIGINALES	COLOR RESULTANTE
1	ROJO + VERDE	
2	ROJO + AZUL	
3	VERDE + AZUL	
4	ROJO + VERDE + AZUL	

¿QUÉ SUCEDE SI HACEMOS ESTA TABLA CON TÉMPERAS (COLOR PIGMENTO) EN VEZ DE CON COLORES DE LUZ? ¿Por qué?

¿Qué sucederá si hacemos girar una peonza que tiene todos los colores en su superficie?



Newton hizo un experimento y midió la temperatura en cada uno de los colores ¿Qué crees que sucedió?



La luz y la temperatura no tienen nada que ver.

La temperatura de todos los colores es la misma.

Unos colores calientan más que otros.

Otro: \_\_\_\_\_

Un gran reto: La oscuridad caliente.

En su experimento encontró algo muy extraño. Colocó dos termómetros a ambos lados del arcoíris, en la zona oscura, donde no llegaba la luz. En uno de los lados el termómetro marcaba una temperatura más fría que donde daba la luz, pero en el otro.... ¡Aparecía la temperatura más caliente de todos los termómetros!

---



---



---

¿Qué son esas líneas negras? Líneas de Fraunhofer.

Si miramos el espectro de luz por el microscopio veremos que hay unas líneas sin color, como si ese color se hubiese perdido ¿Por qué crees que pasa esto?

---



---



---

Vamos a comprobar de qué materiales están hechos estos planetas. Coged los resultados de vuestra investigación y comprobar con la tabla de elementos.

