



Universidad de Valladolid

Facultad de Educación y Trabajo Social

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Educación Primaria

**LA FUERZAS Y LAS LEYES DE
NEWTON**

AUTORA:
VANESA HERNÁNDEZ LILLO

TUTOR:
CARLOS DEL SER FRAILE

RESUMEN

Este trabajo surge de una preocupación profunda, un ¿por qué? Un por qué que muchos niños han dejado de preguntarse.

Ante esta inquietud no tuve más remedio que intentar indagar y descubrir las respuestas; para ello planteo una hipótesis. Asumo como cierto que a todos los niños les puede gustar la física, si planteamos que estudiarla es jugar a experimentar, es aprender a ver, es saber salir de un laberinto de varias formas y una vez conocido el camino, poder salir al mundo y desenvolverse satisfactoriamente. Entonces ¿qué está ocurriendo? ¿Por qué nuestros niños han perdido su por qué?

La hipótesis que planteo es que desde nuestra posición como docentes no estamos optimizando nuestros recursos didácticos para potenciar el desarrollo de sus capacidades. Y es ahí donde me pregunto: ¿cómo aprenden los niños? ¿qué contenidos procedimentales desarrollan con sus libros de texto? ¿qué procedimientos dicen ser los mejores para que los niños de Primaria desarrollen sus competencias? ¿qué dificultades encontramos en la transposición didáctica? ¿qué propuesta de intervención se adaptaría mejor a su forma de aprender y a la propia disciplina de la física? Todas estas preguntas surgen de esta única hipótesis, la cual, he intentado verificar y argumentar al realizar este trabajo de fin de grado, respondiendo, en la medida de lo posible, a estas cuestiones que seguirán presentes en nuestro día a día como docentes.

Palabras clave: Fuerzas, Hipótesis, Experiencias, enseñanza – aprendizaje, puesta en común

ABSTRACT

This dissertation arises from a deep concern, from a why? A why that our children stopped worrying about. Upon that uneasiness I did not have other choice than to start researching, hoping to come across with the answers; so I propose a hypothesis:

I assumed that every child enjoy science, which is the same, studying it is an experimentation game, is learning to see, is knowing how to get out of a maze with different strategies, and, once walked the path, to go out to the real world so they can successfully develop as adults, therefore: What is going on?

Why children have such a lack of motivation?

The mentioned hypothesis is the misoptimization of the educational resources in order to maximize the development of their skills from our role as teachers.

How do children learn? What sort of procedural subjects grow from their textbooks?

What are the best procedures for the primary students in order to improve their competences? What difficulties do we find in the didactic transposition? Which of all the educational intervention proposals suits the best their way of learning and the subject of science? All these questions arise from this unique hypothesis which I have tried to verify and argue during the process of making this project, generating answers, as long as I could, to all these questions which we are going to keep with us everyday as teachers.

Key words: Strengths, Hypothesis, Experiences, Education, Learning, Brainstorming.

ÍNDICE

| | Páginas |
|---|-----------|
| 1.-INTRODUCCIÓN..... | 9 |
| 2.-OBJETIVOS..... | 11 |
| 3.-JUSTIFICACIÓN..... | 13 |
| 3. 1. RELEVANCIA DE LA TEMÁTICA ELEGIDA..... | 13 |
| 3. 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ANTECEDENTES..... | 15 |
| 3. 2. 1. Marco Legislativo (LOGSE, LOE y Decreto40/2007)... | 15 |
| 3. 2. 2. Teorías del aprendizaje y enseñanza de las ciencias..... | 18 |
| 3.2.3. Teoría Conceptual. Las Fuerzas y Las L. de Newton..... | 31 |
| 3. 3. VINCULACIÓN DE LA PROPUESTA CON LAS COMPETENCIAS Y LOS OBJETIVOS DEL TÍTULO..... | 55 |
| 4.- METODOLOGÍA..... | 59 |
| 5.- RESULTADOS..... | 60 |
| 5. 1. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES..... | 60 |
| 5. 2. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN..... | 61 |
| 5. 2. 1. Contenidos y Objetivos..... | 65 |
| 5. 2. 2.Actividades de Aprendizaje..... | 66 |
| REFERENCIAS..... | 87 |
| APÉNDICES..... | 93 |

1.-INTRODUCCIÓN

En el transcurso del Grado de Educación Primaria (en adelante, Ed. Primaria), y conforme ampliaba mis conocimientos didácticos y pedagógicos en las distintas asignaturas que he ido cursando, mi entusiasmo por la docencia se ha ido acrecentando, sin embargo, tras realizar las prácticas de 4º curso y rememorando las de 3º, llego a considerar que muchos de los contenidos de los libros de texto deben ser revisados y cuestionados o, al menos, que debe ofrecerse mayor flexibilidad y libertad al docente en lo referente al desarrollo de la programación de aula.

Reflexionando sobre este punto, decidí indagar en las investigaciones educativas que trataban este tema, profundizando en el uso que se da al libro de texto en el aula, siendo mi conclusión que, aunque sean mayoría los profesores/as que emplean el libro de texto como currículum y autoridad máxima en el aula, (Güemes Artilles, R. M. 1994), también es cierto que en las investigaciones se describen otras tendencias más afines a mi “ideario” educativo (Stodolsky, 1989; Zahorik, 1991; Gimeno 1994; Area, 1994 – citados por Güemes Artilles, R. M., 1994).

A lo largo de mi formación, han sido varios los profesores que me han corroborado que no existe un “manual” con el que prepararte para ser un excelente profesor/a, y que, de hecho, podemos encontrarnos diferentes enfoques pedagógicos y principios didácticos que optimizan las distintas situaciones de enseñanza-aprendizaje. Por ejemplo: hay técnicas y estrategias que, al conjugarlas, logran facilitar la consecución de los objetivos establecidos en el currículum. Estos últimos, ya presuponen en sí mismos un cambio en las aulas, en los procesos de enseñanza – aprendizaje, en la construcción del conocimiento para “aprender a aprender”. Sin embargo, esta concepción de aprendizaje se ve limitada por el uso que le dan al libro de texto algunos profesores, por lo que las prácticas educativas prescritas por la Escuela Nueva (Dewey) DE LA CALLE, M^a Jesús (2009), todavía están por llegar a algunas aulas actuales.

Esta realidad del aula muestra que es tal nuestra preocupación por enseñar bien, por saber qué enseñar, cómo enseñar y cuándo enseñar, que perdemos de vista el

principal protagonista de la educación. Se olvida al alumno y, con ello, las preguntas que también deberíamos tener en cuenta a la hora de realizar nuestras prácticas docentes: qué aprenden, cómo aprenden y cuándo aprenden.

Partiendo de estos puntos ciegos que, desde una óptica personal, aparecen en el contexto educativo, y visualizando mi futuro como profesora, me planteé analizar las actividades propuestas en los libros de texto, para así, tener una opinión razonada de qué tipo de actividades trabajaban los alumnos, y con ello, qué paradigma de transposición didáctica se llevaba a cabo en el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural. Bajo este leitmotiv, he ido esbozando las primeras ideas de este Trabajo Fin de Grado (TFG).

2.-OBJETIVOS

En la concreción de los objetivos de este trabajo “Las Fuerzas y Las Leyes de Newton”, he tenido en cuenta las características de la propia disciplina, las ciencias experimentales en general y la física en particular, así como el desarrollo evolutivo de los alumnos de 6-12 años y la normativa vigente; así pues, los objetivos son:

- Especificar los procedimientos más propicios para el aprendizaje de las ciencias en Ed. Primaria, particularmente, en el tema de las fuerzas.
- Concretar las aportaciones más relevantes de las teorías del aprendizaje de las ciencias y las dificultades generales de la transposición didáctica de las ciencias en Ed. Primaria.
- Analizar los aprendizajes procedimentales que desarrollan los niños y niñas en los distintos ciclos de esta etapa educativa, al realizar las actividades sobre fuerzas propuestas en los libros de texto.
- Proponer actividades alternativas al libro de texto que se adecúen a las características de los alumnos y a la didáctica de las ciencias experimentales, a través de una metodología constructivista con la que aprendan a pensar, a hacer, a hablar, a regular los propios aprendizajes y a trabajar en interacción.
- Desarrollar una propuesta de intervención empleando la metodología que prescribe el DECRETO 40/2007, de 3 de mayo, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León.

3.-JUSTIFICACIÓN

3. 1. RELEVANCIA DE LA TEMÁTICA ELEGIDA

¿Por qué enseñar contenidos de Ciencias experimentales (CCEE) en Educación Primaria?

Los niños/as desde que nacen tienen curiosidad por el mundo que les rodea, les surgen interrogantes a los que dan respuestas antropomórficas, alejadas de la objetividad o/e impregnadas de explicaciones mágicas; si estas respuestas no se rectifican y resuelven de forma satisfactoria se corre el riesgo de que disminuya el interés y la curiosidad por todo lo relacionado con las CCEE y de que se implanten concepciones precientíficas.

Además, las CCEE favorecen la construcción de estructuras mentales y el desarrollo lógico-deductivo a través de la manipulación de objetos, la experimentación, y la reflexión y relación con lo que ocurre.

Las CCEE afectan de muchas formas a todos los seres humanos, y sin ellas no se podría comprender la naturaleza y la sociedad actual. Proporcionan una serie de conocimientos que nos permiten interpretar y transformar el mundo en el que vivimos y ayudan a los estudiantes a vivir en sociedad, a comprenderla y mejorarla (Villamañán, R. (2011)).

Tal como expresa Pujol, R. (2007):

El alumnado en formación tiene derecho a acceder a un área cultural, como la científica, que puede proporcionarle instrumentos para comprender y posicionarse frente a muchos aspectos contradictorios del complejo mundo actual. Una parcela del ser humano que puede facilitarle determinadas habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales para desarrollarse en la vida cotidiana, y relacionarse con los otros y con el entorno, de manera respetuosa, solidaria y autónoma. Asimismo, la cultura científica

puede aportar a los escolares elementos para hacer frente al desafío de imaginar y construir colectivamente un mundo más equitativo y sostenible (p. 45).

3. 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ANTECEDENTES

3.2.1. Marco Legislativo (LOGSE, LOE Y Decreto 40/2007).

La Física es la ciencia dedicada al estudio de los fenómenos naturales. Estudia las propiedades del espacio, el tiempo, la materia y la energía, así como sus interacciones.

Durante la Educación Primaria, en el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, es donde se organizan y desarrollan distintos ámbitos del saber de forma integrada: las Ciencias Naturales, a las que pertenece la física, las Ciencias Sociales y las Ciencias Tecnológicas.

La observación, la comprensión y el análisis de los fenómenos que ocurren en la naturaleza, y la acción humana que se ejerce sobre ella, en sus coordenadas espacio-temporales, contribuyen a construir una visión global y organizada del mundo. Desde esta perspectiva, debemos entender el medio como el conjunto de elementos, sucesos, factores y procesos diversos que tienen lugar en el entorno de las personas y donde, a su vez, su vida y actuación adquieren significado.

El entorno se refiere a aquello que la niña o el niño puede conocer mejor porque es fruto de sus experiencias sensoriales directas o indirectas, porque le es familiar y porque está próximo en el tiempo o en el espacio. Así, el espacio familiar, escolar, el barrio y la localidad configuran el entorno del alumnado de Primaria, de la misma forma que Castilla y León constituye su marco geopolítico más próximo.

De esta manera, la didáctica en la enseñanza de las Ciencias Naturales en educación primaria se desarrolla actualmente, después de la promulgación de la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) y de la Ley Orgánica de Educación (LOE), en base a un modelo constructivista, en el que cobran especial relevancia los conocimientos previos del alumnado, y que se decanta por conceder prioridad a la experimentación y observación de los alumnos, alejándose de un sistema pasivo de enseñanza expositiva, en el que los aprendizajes están bajo el estricto control y dirección del profesor o del libro de texto.

Por todo ello, el DECRETO 40/2007, de 3 de mayo, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León, plantea entre los objetivos del área del medio natural, social y cultural (Artículo 4):

“b) Desarrollar hábitos de trabajo individual y de equipo, de esfuerzo y responsabilidad en el estudio, así como actitudes de confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés y creatividad en el aprendizaje con los que descubrir la satisfacción de la tarea bien hecha.”

“g) Desarrollar las competencias matemáticas básicas e iniciarse en la resolución de problemas que requieran la realización de operaciones elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones, al igual que ser capaces de aplicarlos a las situaciones de su vida cotidiana.”

“h) Conocer los hechos más relevantes de la historia de España y de la historia universal.”

Prescribe textualmente en sus principios metodológicos generales que:

- “Desde el aula se favorecerá la implicación del alumno y el continuo desarrollo de una inquietud por la observación, la búsqueda activa, la investigación, la organización y la autonomía.”

- Y que “Las tecnologías de la información y de la comunicación se constituyen en un recurso metodológico y en un contenido propio, necesario para adaptarse a la era digital y a lo que ella conlleva en cuanto a la adquisición de nuevos conocimientos en cualquier ámbito del saber.”

El currículum fomenta una enseñanza a través de la investigación, en la que el alumno realiza sus propios descubrimientos, y le anima a encontrar por sí mismo las respuestas o conclusiones a los fenómenos-problemas observados, y obteniendo las siguientes ventajas frente a la enseñanza expositiva:

- Los conocimientos se retienen durante un periodo de tiempo más largo.
- Puede utilizarse en situaciones diferentes de aquellas en las que se aprendieron.
- Son más atractivas para el alumno, de la misma manera que este tipo de enseñanza es más atractiva para el profesor.
- El alumno se ve reforzado intrínsecamente por su propio descubrimiento, que le anima a conseguir más aprendizajes mediante nuevas investigaciones.

Igualmente, en sus principios metodológicos generales nos recuerda que:

“Las posibilidades intelectuales del estudiante de educación primaria cambian de forma cualitativa a lo largo de la etapa. Asistimos a una transformación del pensamiento, mediante la organización de sistemas de conjunto, apareciendo las operaciones lógicas ligadas al contexto que le permitirá alcanzar numerosas adquisiciones intelectuales.”

“El desarrollo de la **inteligencia práctica**, que gana en eficacia como consecuencia de los progresos del pensamiento y de la lógica contextual, permite a los alumnos analizar y resolver problemas que requieren operaciones elementales de cálculo, fundamentos geométricos y estimaciones. Por otra parte, el incremento de la atención y concentración en la realización de las tareas y la capacidad para seleccionar y procesar la información de manera más eficaz, dirigiendo la atención a los aspectos más relevantes y obviando lo accesorio, le posibilitará el aprendizaje de contenidos cada vez más abstractos y complejos. Este incremento intelectual se ve reflejado en una mayor capacidad para reflexionar y planificar sus acciones antes de abordar un problema, evaluarlas y corregirlas si es necesario, adaptando las estrategias más adecuadas en función del tipo de tarea. Posibilidades que deben ser desarrolladas y optimizadas en esta etapa.”

El currículo atiende al desarrollo evolutivo físico, sensorial y psíquico del alumnado, al pensamiento concreto de los alumnos de seis a doce años, a su amplia capacidad e interés por aprender al establecer relaciones con los elementos de su

entorno y, también, a la necesidad de iniciarlo en el pensamiento abstracto al final de la etapa de primaria, basándose en las enseñanzas de Piaget que explican cuál es la causa del cambio de inteligencia a lo largo del desarrollo (maduración, actividad, transmisión social y la equilibración (autorregulación) (Larrauri, B., 2009).

Hemos vuelto pues, a utilizar los planteamientos didácticos de la Institución Libre de Enseñanza (fundada en 1876 por Francisco Giner de los Ríos), que eran contrarios a la enseñanza pasiva basada en cuestionarios y libros de textos. Dichos planteamientos son partidarios de una enseñanza activa, basada en la experiencia previa del alumno, en la que tienen cabida los talleres, las prácticas, las simulaciones y los materiales elaborados por los propios escolares, propugnando un modelo de enseñanza en el que la dinámica del aula gira en torno a los alumnos, y el profesorado sólo interviene como mero orientador, favoreciendo que el alumno “aprenda a aprender” y logre un aprendizaje significativo (Abellán, J. L., 1996).

3.2.2. Teorías del aprendizaje y enseñanza de las Ciencias.

La psicología de la educación constituye una referencia importante para orientar las estrategias didácticas que puedan resultar más adecuadas para el aprendizaje de las CCEE en Ed. Primaria. En muchas ocasiones, se recomienda que ciertos contenidos de las ciencias no sean planteados en fases tempranas de la educación, ya que los niños durante esas etapas no poseen madurez suficiente para realizar algunos tipos de abstracciones, formular determinadas hipótesis o manejar más de una o dos variables, etc.. Esta idea está asociada a la creencia de que la educación científica se reduce al aprendizaje de las teorías y leyes definidas por la comunidad científica, y a una lectura sesgada y restringida de las aportaciones piagetianas en relación a los estadios evolutivos de los niños (Pujol, R. 2007; Vílchez et al. 2014).

Las actuales perspectivas del aprendizaje muestran que los niños, desde edades tempranas, construyen “formas de ver” los fenómenos del entorno, y que el planteamiento de determinadas actividades favorece el desarrollo de las capacidades necesarias para que estas “formas de ver” evolucionen hacia interpretaciones más cercanas a las del conocimiento científico. Se debe fomentar pues, una ciencia que

enseñe a pensar, a hacer, a hablar, a regular los propios aprendizajes y a trabajar en interacción (Pujol, R. (2007) y Vílchez et al. (2014)).

Compartiendo el “ideario” de Pujol (2007), la finalidad de “enseñar ciencias en Ed. Primaria, va más allá del hecho de transmitir unos conocimientos, un método de experimentación o un estilo de razonamiento; supone, también, ofrecer elementos para ver que el impacto de los descubrimientos de la ciencia se refleja en la evolución de la sociedad y en la configuración de sus valores. Es por ello que la educación científica debe promover la toma de conciencia del vínculo entre la ciencia y los problemas sociales, de la relación entre las decisiones individuales cotidianas y sus consecuencias en la vida colectiva.” (p.58).

Para poder llevar a cabo esta empresa, es necesario realizar una transposición didáctica reflexionada para adecuar los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) al nivel cognitivo del alumnado, para lo cual, es imprescindible conocer las principales teorías del aprendizaje (Angulo, F. (2002), los modelos didácticos ligados a ellas y cómo han influido en la concepción de la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos científicos.

- El conductismo y la enseñanza por transmisión/recepción.

Hasta mediados del siglo XX, la psicología del aprendizaje ha estado dominada por el paradigma del conductismo, el cual, no toma en consideración todo aquello que sucede en la cabeza del que aprende, es decir, la organización interna del conocimiento en el individuo (Navarro, J., Alcalde, C., Martín, C. y Crespo, M. (2010)). Esta orientación parte de la idea de que la mente es como una “caja vacía” que hay que llenar de contenidos (conceptuales), los cuales, se aprenden por procesos asociacionistas reducibles a reacciones estímulo-respuesta (Cordón Aranda, R. (2008)); se preocupa por saber cómo la conducta es controlada por sus consecuencias (condicionamiento) y el cambio se produce como consecuencia de la experiencia del aprendiz.

A pesar de que la concepción del aprendizaje de las corrientes conductistas están muy lejos de la concepción actual, debemos tener en cuenta que sus aportaciones siguen presentes en las aulas y que pueden sernos útiles en nuestras prácticas docentes.

Así, por ejemplo, el aprendizaje por condicionamiento respondiente (o clásico) de Ivan Paulov, en el que experimentaba sobre la formación de reflejos condicionados, realizados sobre la respuesta de salivación de un perro ante el sonido de una campana, explican determinados tipos de aprendizaje de nuestros alumnos, los cuales, inconscientemente, han adquirido mediante condicionamiento respondiente. Tal es el caso de las diversas respuestas emocionales que el alumno puede aprender en las repetidas interacciones profesor-alumno, según si el profesor pasa de ser un estímulo neutro a un estímulo condicionado. Debemos tener en cuenta, pues, las relaciones que se pueden llegar a establecer, ya que este condicionamiento respondiente influye en la predisposición del niño a participar, a estar más o menos motivado, a que vea el aprendizaje de determinada materia de una forma más atractiva o más desagradable, etc.

Igualmente relevantes son las aportaciones del aprendizaje por condicionamiento operante de Skinner, el cual, hace referencia a un tipo de respuestas mucho más numerosas en el repertorio del sujeto que las de Pavlov, y que no son inducidas por ningún tipo de estímulo, sino que son emitidas por la propia persona. Este tipo de respuestas han sido muy valiosas para el desarrollo de programas de modificación de conducta y, en cierta medida, se siguen empleando en las aulas. Las conductas operantes son acciones realizadas por un sujeto de manera deliberada e intencional, produciéndose o no el aprendizaje en función del fortalecimiento del vínculo entre la conducta y la respuesta obtenida (presencia o falta de refuerzo); el alumno tiende a repetir las conductas que conllevan consecuencias positivas (Marugán, M. (2010)).

En este apartado también cabe traer a colación la teoría del aprendizaje social de Bandura, según la cual, los niños tienden a imitar “modelos” y aprenden observando el tipo de resultados, positivos o negativos, que tienen las acciones de otras personas. Este psicólogo considera que los factores externos son tan importantes como los internos, y que la conducta (acciones individuales, elecciones y declaraciones verbales), las estructuras cognitivas internas (creencias, expectativas) y el ambiente (recursos,

consecuencias de las acciones) son mutuamente interactivas a la hora de determinar los comportamientos específicos del individuo (determinismo recíproco). En este tipo de aprendizaje es preciso destacar la importancia que tienen los procesos motivacionales, señalando tres tipos de incentivos: directos, vicarios y autoproducidos; estos últimos, pueden ser, a su vez, externos, internos y autogenerados (Navarro, J., Alcalde, C., Martín, C. y Crespo, M. (2010)) . Por todo ello, como docentes, debemos tener en cuenta los tres factores intervinientes y no olvidar que somos “modelos” para nuestros alumnos y podemos usar el modelado deliberadamente para enseñar nuevas conductas y actitudes, así como para promover los hábitos positivos ya existentes, modificar inhibiciones (fortalecerlas o debilitarlas), dirigir la atención (reproducir, ejemplificar) y despertar emociones.

Otra de las teorías del aprendizaje a destacar es la de Gagné, la cual se basa en un modelo de procesamiento de información y, al igual que la de Bandura, se puede considerar que conjuga variables conductistas y cognoscitivistas. Gagné sostiene la existencia de distintos tipos o niveles de aprendizaje (dando importancia a los procedimientos, principalmente, a los referidos al ámbito cognitivo y asemejándose a la teoría piagetiana) y afirma que cada uno de ellos requiere un tipo diferente de instrucción: destreza intelectual, información verbal, estrategias cognitivas, destrezas motoras y actitudes (Cordón, R. (2008)).

Además, Gagné mantiene que existen condicionantes internos y externos que regulan el proceso de aprendizaje. Los primeros, hacen referencia a la adquisición y almacenamiento de capacidades, que son requisitos previos para el aprendizaje, o que ayudan a su consecución; los segundos, se refieren a los diversos tipos de acontecimientos contextuales que deben programarse para facilitar el aprendizaje, en este sentido, se asemeja a los postulados de Bandura (León, A. (2015)).

Al amparo de la corriente conductista del aprendizaje, surge el modelo de enseñanza por transmisión / recepción (o tradicional), el cual, tras mi experiencia en el aula durante las prácticas y compartiendo opinión con Vélchez et al. (2014):

“pese a no ser de los más defendidos explícitamente, es el más utilizado en la actualidad. El peso de la tradición es grande, y, además, es el que proporciona mayor

seguridad al profesorado, aparte de ser el que menor planificación de la docencia supone. Presta más atención a los aspectos disciplinares que a los psicológicos, pudiendo obviar estos últimos.” (p.24).

El modelo de enseñanza por transmisión / recepción se caracteriza por los siguientes rasgos (Córdón, R.(2008); Vílchez et al. (2014)):

a) la finalidad de la enseñanza es que el profesor transmita a los alumnos los contenidos conceptuales ya elaborados, generalmente, los que aparecen en el libro de texto; contenidos que son considerados como verdaderos y absolutos, y que se desprenden de los hechos, principios, leyes y teorías que aportan las disciplinas científicas.

b) ser buen profesor es dominar dichos conocimientos y ser capaz de transmitirlos fielmente a los estudiantes a través del lenguaje oral o escrito, sin ser necesario el contacto directo con la realidad.

c) la misión del alumno es utilizar sus habilidades innatas, ser constante y esforzarse para aprender los contenidos de memoria y recordarlos en la evaluación.

d) la selección y secuencia de los contenidos objeto de aprendizaje se basa en la lógica disciplinar, priorizando los de tipo conceptual sobre los procedimentales y actitudinales, en el marco de un currículo cerrado y excesivamente compartimentado.

En relación a éstas características, cabe subrayar que, la mera exposición de contenidos no asegura su comprensión y, mucho menos, su aprendizajes. Los conocimientos no se adquieren ya elaborados, sino que se reestructuran en base a las ideas previas del alumnado.

Igualmente, el objetivo del aprendizaje no es “almacenar” contenidos, ni el desarrollo del conocimiento científico es acumulativo, tal como sugiere este modelo.

Por último, para enseñar no basta con conocer una materia o disciplina, sino que es fundamental el conocimiento de otros aspectos psicológicos, pedagógicos, didácticos, etc., así como prestar más atención a los objetivos procedimentales y actitudinales, para realmente facilitar la autonomía del alumnado en su proceso de aprendizaje, y que éste perdure durante toda su vida.

- Las teorías cognitivas y su aplicación a la enseñanza de las ciencias.

A mediados del siglo XX, surge una nueva corriente psicológica llamada cognitiva, la cual, centra su interés en entender cómo piensan las personas, cómo adquieren conocimientos y resuelven problemas. Este nuevo enfoque del procesamiento de la información pone su énfasis en los conocimientos y las habilidades previas que tiene el sujeto para procesar la información (registrarla, almacenarla y, posteriormente, recuperarla) y, de esta manera, poder conocerla y aplicarla a la resolución de problemas (conocimientos declarativos y procedimentales).

Los teóricos del cognitivismo entienden el aprendizaje como construcción del conocimiento; ponen su énfasis en las informaciones y las habilidades previas que tiene el sujeto para llevarlo a cabo, y consideran al aprendiz como sujeto activo en el proceso (aprender a aprender) y al profesor como mediador.

En consecuencia, el análisis que se hace del aprendizaje es en términos de lo que se llama “estructura cognitiva del alumno”, esto es, qué conceptos tiene, cómo se sistematizan, el tipo de estrategias que el alumno emplea para abstraer esos conceptos y cómo se almacenan en la memoria a largo plazo.

Esta corriente de aprendizaje destaca la necesidad de que el currículum escolar se organice de manera que acentúe las relaciones significativas entre los diferentes ítems de información y poniendo atención, de forma sistemática y deliberada, al desarrollo de estrategias implicadas en la percepción, interpretación, organización, análisis, evaluación, almacenamiento y recuperación de la información (Navarro, J., Alcalde, C., Martín, C. y Crespo, M. (2010) y Marugán (2010)).

a) La teoría psicogenética de Piaget y su influencia en la enseñanza.

La importancia de la teoría de Piaget está en su contribución a entender los procesos y estructuras mediante las cuales las personas construyen el conocimiento. En palabras de Pujol, R.M., (2007) “La capacidad de aprendizaje está sujeta a los

intercambios funcionales que un individuo mantiene con el entorno y, a la vez, mediatizada por los esquemas internos que utiliza para interpretarlos y darle significado.” (p. 99)

Según Piaget, el desarrollo cognitivo se produce a través de varios estadios o etapas que implican una complejidad creciente de las formas de pensamiento y de las estructuras cognitivas que las sustentan. Para ello, establece cuatro estadios o etapas asociadas a unas edades específicas, sin embargo, es importante entender que se trata tan solo de orientaciones generales, es decir, el conocimiento de la edad del alumnado no es nunca garantía de que se sepa cuál es la etapa de desarrollo cognitivo en la que se encuentra y, además, es posible que una persona se halle en más de una etapa al mismo tiempo (emplear distintos niveles de pensamiento según el tipo de problema), por ello, es necesario conocer los cuatro estadios y sus características, ya que en una misma aula podemos encontrarnos con alumnos que se sitúan en distintos estadios de desarrollo cognitivo, siendo nuestro deber determinarlo y adaptarnos a sus necesidades.

Las Cuatro etapas en el desarrollo intelectual según Piaget (Larrauri, B.G., (2009):

- ETAPA SENSORIOMOTORA (0-2 años):

Inteligencia fundamentalmente práctica, ligada a lo sensorial.

Logros más importantes:

- Comienza a hacer uso de la imitación, la memoria y el pensamiento.
- Comienza a advertir que los objetos no dejan de existir cuando se hallan ocultos (permanencia del objeto).
- Pasa de los movimientos reflejos a una actividad orientada hacia un objeto.

- ETAPA PREOPERACIONAL (2-7 años):

Progresivo despliegue de la representación mental (función simbólica) mediante el lenguaje, juego, dibujo... Sin embargo, el pensamiento todavía no es lógico.

Características:

- Desarrollo gradual del lenguaje y capacidad para pensar en forma

simbólica.

- Capacidad de concebir operaciones, procediendo lógicamente en una dirección.
- Experimenta dificultades en la consideración del punto de vista de otras personas.

Limitaciones cognitivas de este periodo:

- Egocentrismo y animismo.
- Incapacidad para la “conservación”.
- Razonamiento transductivo.
- Ausencia de clasificación jerárquica.

- ETAPA OPERACIONES CONCRETAS (7-11 años):

Logros:

- Entendimiento de las leyes de la conservación y capacidad para clasificar y ordenar (conservación; clasificación jerárquica; seriación).
- Capacidad para resolver de una forma lógica problemas concretos. El pensamiento es lógico, flexible y organizado en su aplicación a la información concreta.
- Entendimiento de la reversibilidad.

Limitaciones cognitivas de este periodo:

- Incapacidad para el pensamiento abstracto.

- OPERACIONES FORMALES (11-15 años y en adelante):

- Capacidad para resolver de forma lógica problemas abstractos.
- La reflexión se vuelve más científica.
- Desarrolla unas preocupaciones por cuestiones sociales y por su identidad.

En la teoría del desarrollo de Piaget, los cambios en los procesos mentales son determinados por la interacción de diferentes factores: maduración (cambios biológicos genéticamente programados), actividad (actividad sobre su entorno – explorar, ensayar, observar, pensar activamente sobre un problema,...), transmisión social (aprendizaje de

otras personas) y un cuarto factor, la equilibración, que organiza y agrupa a los otros tres.

“Piaget (1969, 1970, 1971) entiende que aprender supone actuar sobre la realidad, modificando los esquemas mentales mediante un juego de asimilación y acomodación. Un juego permanente de equilibrio y desequilibrio que permite la incorporación de nuevos aspectos a los esquemas mentales preexistentes, los cuales se ven modificados y reorganizados.” (Pujol, R.M. (2007). (p.99).

Además de Piaget, los psicólogos que más han contribuido a configurar una visión constructivista del aprendizaje de las ciencias han sido Vygotsky y Ausubel.

b) Vygotsky y la aportación de los mediadores instrumentales y las interacciones sociales (Cordón, R. (2008).

En comparación con las teorías de Piaget, las propuestas de Vygotsky sobre las relaciones entre aprendizaje y desarrollo, representan una visión más optimista y más creíble del papel de la educación. Entre las principales aportaciones de Vygotsky a la educación, y por extensión, a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, podemos destacar: el valor que da a la instrucción en relación con el desarrollo; la importancia que concede a las relaciones entre pensamiento, lenguaje e influencias sociales, tanto para el aprendizaje como para el desarrollo; su contexto de zona de desarrollo potencial; así como la distinción que hace entre conceptos espontáneos y científicos y el modo en que explica su formación. Por el interés que tiene para este trabajo, me voy a centrar en la importancia que otorga a la actividad instrumental y a las interacciones sociales en el proceso de enseñanza y aprendizaje. (p.40).

La mediación instrumental se lleva a cabo a través de herramientas y signos. Los primeros, integran todos aquellos útiles que el niño encuentra en su mundo o que el adulto pone a su alcance para que pueda conocer y transformar ese mundo: todos los instrumentos, herramientas, útiles de trabajo, aparatos de medida, etc., son ejemplos de ellos. Los signos son instrumentos de orden psicológico, que sirven al sujeto para ordenar y catalogar la información y, aunque Vygotsky se interesa inicialmente por el lenguaje como principal vehículo de mediación, en ningún momento deja de considerar

otros medios o tecnologías del intelecto, como lo son actualmente los medios audiovisuales o informáticos. (p.40).

Paralelamente, según el modelo Vigotskyano (Pujol, R. M. (2007), se constituyen en fuentes de influencia educativa, además de la familia y los medios de comunicación, todas las interacciones entre los miembros del grupo clase, así como el ambiente escolar y, por lo tanto, la organización y el funcionamiento de la escuela, los valores implícitos y explícitos de sus miembros, las normas que rigen las actuaciones y comportamientos, etc. (p.100).

c) El aprendizaje deductivo o significativo de Ausubel

Ausubel fija su atención en los procesos mentales que permiten a una persona aprender un nuevo conocimiento, diferenciando entre lo que denomina aprendizaje significativo y aprendizaje memorístico, según exista o no un vínculo entre los nuevos contenidos que se aprenden y los conocimientos previos que de ellos tiene el que aprende.

Entre las principales aportaciones de Ausubel, cabe destacar su visión del aprendizaje en la que integra el papel del alumnado y del profesorado. Se pone de manifiesto la importancia de los conocimientos previos y la disposición favorable del alumnado para revisar y modificar sus esquemas de conocimiento, así como el papel del profesorado, cómo éste plantea los nuevos conocimientos (estructurados y con coherencia interna) y facilita su relación con los esquemas iniciales utilizados por el alumnado para asimilarlos e interpretarlos (Pujol, R. M. (2007).

d) Aprendizaje inductivo o por descubrimiento en Bruner.

Bruner considera que los estudiantes deben aprender a través de un descubrimiento autónomo que tiene lugar durante una exploración motivada por la curiosidad; es un aprendizaje inductivo en el que prima dominar los procesos científicos (contenidos procedimentales). Por lo tanto, la labor del profesor no es explicar unos contenidos conceptuales, sino que debe poner los medios necesarios para que los

alumnos lleven a cabo actividades experimentales en las que se utilicen dichos procesos y aquellas estrategias de razonamiento que conducen al pensamiento formal piagetiano.

Bruner sugiere que nuestras relaciones con el entorno siempre implican el uso de categorías (abstracción que comparten objetos que tienen elementos comunes) que se van entrelazando en la mente y permiten: reducir la complejidad del entorno a través de la clasificación de los objetos, disminuyendo así la necesidad de aprendizaje constante (inferencias-generalización), y facilitando la tarea de asociar objetos a contextos. Distingue tres modos básicos mediante los cuales el niño representa sus modelos mentales y la realidad:

- representación de acción: habilidad de comunicarse a través del cuerpo,
- representación icónica: representaciones internas mediante imágenes y
- representación simbólica: habilidad que tiene el niño de estructurar jerárquicamente la realidad a través del lenguaje; formación de conceptos:

1. Conjuntivos: aquel cuyos atributos relevantes están presentes al mismo tiempo.
2. Disyuntivos: aquel que se define por la presencia de uno de sus atributos relevantes.
3. Relacionales: Surge cuando los atributos definatorios se relaciona entre si.

Aunque este modelo supuso una verdadera revolución para el aprendizaje de las ciencias al ser una alternativa al aprendizaje memorístico y repetitivo tradicional, no estuvo libre de críticas. Por una parte, se reprochaba la imagen inductivista sobre la ciencia y el trabajo científico y la escasa atención que se prestaba a los contenidos que el alumno debía aprender frente a los métodos, contenidos concretos inseparables de los procesos de la ciencia (Vílchez et al. (2014) y Campanario, J. M y Moya, A. (1999)).

Por otra parte, también era discutible que el alumnado pudiera descubrir una interpretación determinada (la que se pretendía en el diseño), exponiéndose a que las experiencias empíricas reforzaran ideas previas erróneas de los alumnos sobre los fenómenos científicos.

Además, “una de las críticas más certeras al aprendizaje por descubrimiento es la que realiza Ausubel cuando distingue entre aprendizaje memorístico y aprendizaje significativo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983). Según Ausubel, ni todo el aprendizaje receptivo es forzosamente memorístico, ni todo el aprendizaje por descubrimiento es necesariamente significativo. Lo importante no es que el aprendizaje sea receptivo o sea por descubrimiento, sino que sea memorístico o sea significativo”. (Campanario, J. M y Moya, A. (1999)). (p.3).

Modelo constructivista de la enseñanza.

Como alternativa tanto a la enseñanza tradicional por transmisión como a la enseñanza por descubrimiento, se produce un movimiento de renovación en la didáctica de las ciencias experimentales que se ha englobado en el denominado modelo constructivista, cuyos rasgos comunes son los siguientes (Vílchez et al. (2014) y SlideShare (2009)):

Fundamentos:

- ✓ Psicológicos: Se considera el aprendizaje como un cambio en las estructuras del conocimiento (aprendizaje significativo).
- ✓ Epistemológicos: La ciencia es un proceso de interpretación de la realidad mediante modelos. Estos modelos condicionan la realidad.

Características:

- ✓ Aprender ciencia es reconstruir los conocimientos partiendo de las ideas previas ampliándolas o cambiándolas, según el caso.
- ✓ Enseñar ciencia es mediar en el proceso de aprendizaje, tanto en lo que respecta a la planificación y organización flexible de las actividades como a la dirección del trabajo individual o colectivo.
- ✓ El papel del profesorado es el de investigador del aula, que estudia y diagnostica los problemas de aprendizaje y al mismo tiempo trata de actuar para solucionarlos.

- ✓ Enmarca varias estrategias de actuación docente con objetivos y fuentes distintas de fundamentación (cambio conceptual, enseñanza por investigación en torno a un problema, movimiento CTS (Ciencia, Tecnología- Sociedad, etc.).
- ✓ Vuelven a adquirir importancia los contenidos conceptuales que se consideran complementarios de los procesos o destrezas científicas.

- ✓ Las interacciones recíprocas (afectividad, autoestima-autoconcepto) y dialógicas (procesos metacognitivos: reflexión, autocorrección, expresión y argumentación,...) entre profesor-alumno y entre iguales son condición necesaria para aprender (clima aula).

- ✓ El currículo se configura como un programa de actividades, es decir, de creación de situaciones de aprendizaje en las que los estudiantes construyen sus propios significados. Las ideas del alumnado son un punto de partida de la instrucción, sea como base para desarrollar otras más acorde con la ciencia escolar, o para confrontarlas con éstas y sustituirlas, y es importante no solo su conocimiento por parte del docente, sino hacer que los estudiantes se percaten de que las usan al interpretar diversos fenómenos.

- ✓ En la secuencia instruccional, suele haber una fase de exploración de ideas, otra de reestructuración de los conocimientos y otra de aplicación a nuevos contextos.

- ✓ Hay numerosas interacciones en el aula

- ✓ Se emplean recursos variados.

- ✓ Se evalúan tanto conceptos como destrezas, especialmente en cuanto al conocimiento procedimental, a la capacidad de aplicar lo aprendido a la interpretación de nuevas situaciones, a la resolución de problemas nuevos. También los alumnos evalúan su propio aprendizaje mediante estrategias como, por ejemplo, los mapas conceptuales.

Aunque es difícil criticar un modelo cuyas estrategias se han llevado poco a la práctica en el aula, hay autores como Vílchez et al. (2014) que destacan que las exigencias de su aplicación no son muy compatibles con el cumplimiento de los programas escolares, y el afán del profesorado, a veces presionado por los padres, por cubrirlos en su totalidad. Así pues, es conveniente entender el constructivismo, como una perspectiva dentro de la que trabajar, más que una solución o una receta para resolver los problemas y dificultades de las clases de ciencia.

3.2.3. Teoría conceptual. Las Fuerzas y las Leyes de Newton.

La mecánica clásica describe la relación entre el movimiento de un cuerpo y las fuerzas que actúan sobre él, pero esa disciplina se ocupa solo de objetos que:

- a) Son grandes comparados con las dimensiones de los átomos (aprox 10^{-10} m)
- b) Se mueven a velocidades que son mucho menores que la velocidad de la luz (3×10^8 m/s).

Estática:

Es una parte de la mecánica clásica que tiene como objeto, estudiar las condiciones que cumplen las fuerzas que actúan sobre una partícula o un sólido para mantenerse en equilibrio.

Fuerza:

Fuerza es toda causa capaz de deformar un cuerpo o de modificar su estado de reposo o movimiento. Para que exista una fuerza es necesaria la presencia de dos cuerpos que interactúan. $F = m \cdot a$ (Fuerza (F), masa (m), aceleración (a)).

Masa (m):

Cantidad de materia que tiene un cuerpo, se mide con balanza en Kgs y es invariable.

Peso (P):

El peso es la fuerza con que la Tierra atrae a los cuerpos y se orienta hacia el centro de la tierra desde el centro de masa de cada cuerpo. Se mide con el dinamómetro en

newtons (N), y es variable, es decir, depende del lugar del Universo en el que esté el cuerpo. Cuanto más alejados del centro de la Tierra nos encontremos, menor será nuestro peso, ya que la gravedad disminuye a medida que nos alejamos de dicho centro (magnitud vectorial). $P = m \cdot g$ (peso de un cuerpo P, masa (m), g es la gravedad o aceleración con la que caen los cuerpos sobre la Tierra. Su valor es aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$ a nivel del mar).

Velocidad:

La cantidad de espacio recorrido por unidad de tiempo con la que un cuerpo se desplaza en una determinada dirección y sentido. Se trata de un vector cuyo módulo se puede calcular mediante la expresión $v = \frac{\Delta r}{\Delta t}$ (módulo de la velocidad (v) (S. I. = m/s), módulo del desplazamiento (Δr), Tiempo empleado en realizar el movimiento (Δt)).

Aceleración (a):

Decimos que un cuerpo tiene aceleración cuando varía su velocidad en el transcurso del tiempo ya sea en módulo o en dirección.

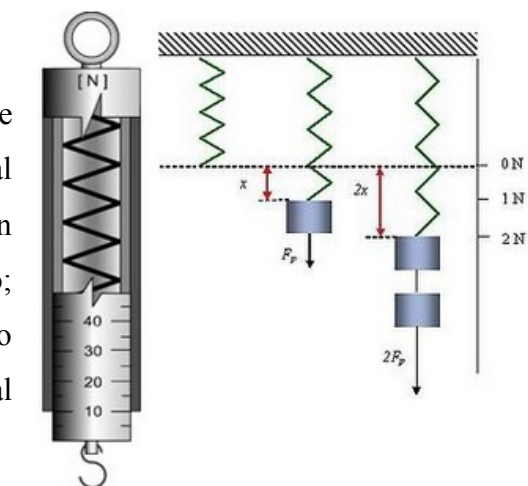
Unidades de fuerza: en el Sistema Internacional de unidades es el Newton $N = \text{Kg} \cdot \text{m/s}^2$.

En el Sistema Técnico la unidad es el Kilopondio (Kp) es la fuerza con que la Tierra atrae a una masa de 1 Kg (es decir, el peso correspondiente a una masa de 1 Kg).

$$P = m \cdot g = 1 \cdot 9,8 = 9,8 \text{ N luego } 1 \text{ Kp} = 9,8 \text{ N}$$

Dinamómetro. Ley de Hooke.

El dinamómetro es el instrumento que se utiliza para medir fuerzas, el más elemental consta de un muelle de acero que termina en un gancho, dentro de un tubo cilíndrico graduado; la Ley de Hooke establece que el alargamiento de un muelle es directamente proporcional al



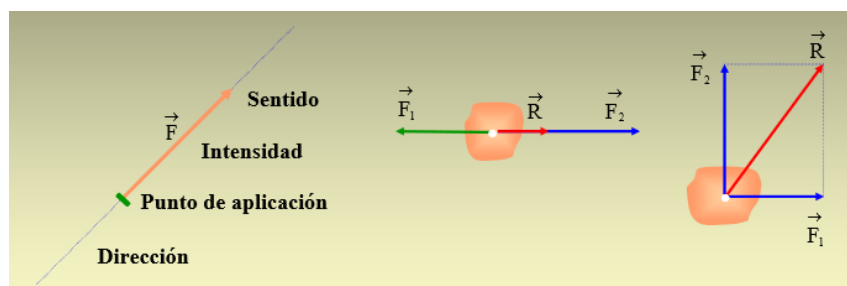
módulo de la fuerza que se le aplique, siempre y cuando, no se deforme permanentemente dicho muelle (límite de elasticidad).

$$F = -K \cdot \Delta Y = -k \cdot (Y - Y_0)$$

Donde F es el módulo de la fuerza que se aplica sobre el muelle; k es la constante elástica del muelle, que relaciona fuerza y alargamiento. Cuanto mayor es su valor, más trabajo costará estirar el muelle. Depende del muelle, de tal forma que cada uno tendrá la suya propia; Y_0 es la longitud del muelle sin aplicar la fuerza; Y es la longitud del muelle con la fuerza aplicada (Fiscalab (2015)).

En la imagen, $X = Y - Y_0$.

La fuerza es una cantidad física vectorial. Sus efectos dependen de su intensidad (magnitud), dirección, sentido y punto de aplicación.



En general: $\vec{R} = \vec{f}_1 + \vec{f}_2 + \vec{f}_3 + \dots$

Por su forma de actuar las fuerzas se clasifican en :

- *Fuerzas de contacto*: son aquellas que se ejercen sólo cuando el cuerpo que ejecuta la fuerza está en contacto con el que la recibe. Por ejemplo cuando empujamos un objeto o la fuerza de rozamiento.

- *Fuerza de campo o acción a distancia*: actúan sin estar en contacto con el cuerpo que las recibe. Por ejemplo la fuerza de atracción que origina el peso de los cuerpos y las atracciones y repulsiones entre cargas eléctricas y magnéticas.

La distinción entre fuerzas de contacto y fuerzas de campo no es tan clara como se podría pensar; cuando se examinan a nivel atómico, todas las fuerzas que se clasifican como fuerzas de contacto resultan ser causadas por fuerzas (de campo) eléctricas. Sin embargo, al desarrollar modelos para fenómenos macroscópicos, es conveniente usar ambas clasificaciones de fuerzas (Serway (1997)).

Concepto de campo:

En física, un campo representa la distribución espacial de una magnitud física que muestra cierta variación en una región del espacio. Matemáticamente, los campos se representan mediante la función que los define. Gráficamente, se suelen representar mediante líneas o superficies de igual magnitud.

En física el concepto surge ante la necesidad de explicar la forma de interacción entre cuerpos en ausencia de contacto físico y sin medios de sustentación para las posibles interacciones. La acción a distancia se explica, entonces, mediante efectos provocados por la entidad causante de la interacción, sobre el espacio mismo que la rodea, permitiendo asignar a dicho espacio propiedades medibles.

Así, será posible hacer corresponder a cada punto del espacio, valores que dependerán de la magnitud del cuerpo que provoca la interacción y de la ubicación del punto que se considera. El supuesto fundamental para describir interacciones entre partículas mediante el concepto de campo, es que cada partícula produce a su alrededor un campo correspondiente; a su vez, este campo actúa sobre una segunda partícula para producir la interacción necesaria. La segunda partícula también produce su propio campo, el cual actúa sobre la primera, dando como resultado una acción mutua (Wikiversidad, 2015).

Las Fuerzas Fundamentales de la naturaleza:

Llamamos fuerzas fundamentales a aquellas fuerzas del Universo que no se pueden explicar en función de otras más básicas. Todas las fuerzas distintas observadas

en la naturaleza pueden explicarse en función de estas cuatro interacciones básicas que ocurren entre partículas elementales:

- 1.- La fuerza gravitatoria.
- 2.- La fuerza electromagnética.
- 3.- La fuerza nuclear fuerte.
- 4.- La fuerza nuclear débil.

En nuestras experiencias cotidiana encontramos una gran variedad de fuerzas: la fuerza muscular que realizamos al empujar un objeto sobre el suelo, la fuerza de rozamiento que el suelo ejerce sobre el objeto arrastrado, la fuerza de la gravedad que actúa sobre todos los cuerpos en o cerca de la superficie de la Tierra, la fuerza que ejerce una cuerda sobre un objeto, la fuerza normal que actúa sobre un objeto en contacto con algún otro, y la fuerza resistiva cuando un objeto se mueve a través de un líquido o gas. Otras fuerzas que encontramos incluyen la fuerza restauradora en un resorte deformado, la fuerza electrostática entre dos objetos cargados y la fuerza magnética entre un imán y una sección de hierro.

Independientemente del número de nombres que damos a las fuerzas que usamos o que simplemente conocemos, las fuerzas cotidianas que observamos entre cuerpos macroscópicos son debidas a la fuerza gravitatoria y a la fuerza electromagnética.

Fuerza gravitatoria:

La fuerza de atracción gravitatoria entre dos cuerpos es un fenómeno universal: todas las partículas ejercen entre sí una fuerza gravitatoria de atracción; es la más débil de las cuatro fuerzas fundamentales y su alcance es infinito. La Ley de gravitación universal fue descubierta por Newton y publicada en 1686. Esta ley puede enunciarse así :

Toda partícula material del Universo atrae a cualquier otra partícula con una fuerza que es directamente proporcional al producto de las masas de ambas partículas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa y dirigida según la recta que las une (Ortega, M. R. (2011)).

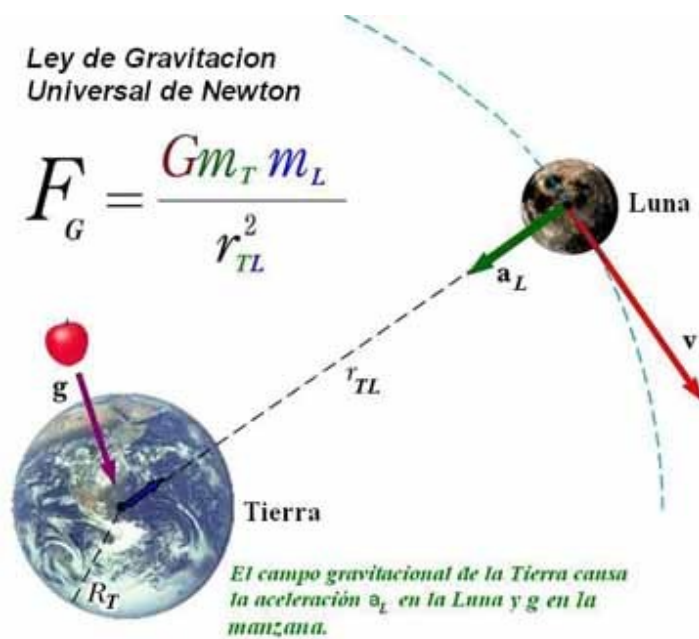


Figura 1: Ley de Gravitación Universal de Newton.

$$G = \text{Constante de Gravitación Universal} = 6.6720 \times 10^{-11} \frac{N m^2}{Kg^2}$$

Fuerza electromagnética:

Es una atracción o repulsión entre dos partículas a causa de su carga eléctrica; es mucho más intensa que la fuerza gravitatoria y su alcance también es infinito.

La fuerza electromagnética entre dos partículas cargadas en reposo se denomina fuerza electrostática; las primeras experiencias destinadas a medir las fuerzas de atracción entre cargas eléctricas fueron llevadas a cabo por el físico francés Charles A. Coulomb, quien en 1785 llegó a la conclusión de que:

Las fuerzas con que se atraen o repelen dos cargas eléctricas puntuales son directamente proporcionales al producto de dichas cargas e inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia que las separa (Ley de Coulomb).

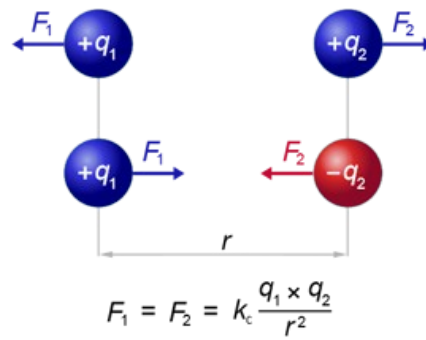
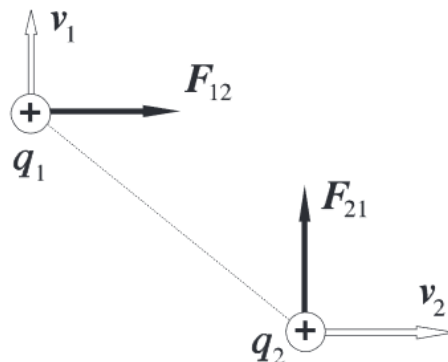


Figura 2: Ley de Coulomb.

Cuando las partículas se encuentran en movimiento, a la fuerza electrostática se superpone la llamada magnética, que es función de las velocidades de las partículas cargadas interactuantes y que generalmente no actúa según la recta que une ambas partículas por ser fuerzas deflectoras; esto es, que tienen siempre una dirección normal a la velocidad de la partícula cargada sobre la que actúa.



$$\mathbf{F} = q (\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

Figura 3: Fórmula de Lorentz

La Fórmula de Lorentz nos permite calcular la fuerza electromagnética que actúa sobre una carga q que se mueve con una velocidad v en un campo electromagnético definido por la intensidad eléctrica E y la inducción magnética B .

Normalmente empleamos el término de fuerza electromagnética para indicar que los dos efectos están presentes (carga eléctrica y movimiento), sin embargo, es importante comprender que las fuerzas magnéticas no tienen existencia independiente de las cargas eléctricas (fuerza eléctrica-electroestática).

Estas dos fuerzas fundamentales no son suficientes para describir todos los fenómenos de la física, así pues, el estudio de los fenómenos a escala nuclear y de

partículas elementales pone de manifiesto la existencia de otras dos fuerzas fundamentales: la asociada a la denominada interacción fuerte, que mantiene juntos los nucleones (protones y neutrones) del núcleo atómico y la asociada a la llamada interacción débil que existe entre las partículas elementales.

Fuerza nuclear fuerte:

Es la más fuerte de todas las fuerzas, esta fuerza permite a los nucleones (los protones y los neutrones) mantenerse unidos a pesar de la fuerza de repulsión que existe entre ellas (los protones tienen la misma carga eléctrica positiva por lo que se rechazan mutuamente). Esta fuerza se considera de corto alcance, ya que la fuerza nuclear fuerte disminuye rápidamente con el incremento en la separación y es despreciable para separaciones mayores aproximadamente que 10^{-14} m. (Pino (2013)).

Fuerza nuclear débil:

Es la responsable de la desintegración beta de los neutrones; los neutrinos son sensibles únicamente a este tipo de interacción. Su intensidad es menor que la de la fuerza electromagnética y su alcance es aún menor que el de la interacción nuclear fuerte (AstroMía (2015)).

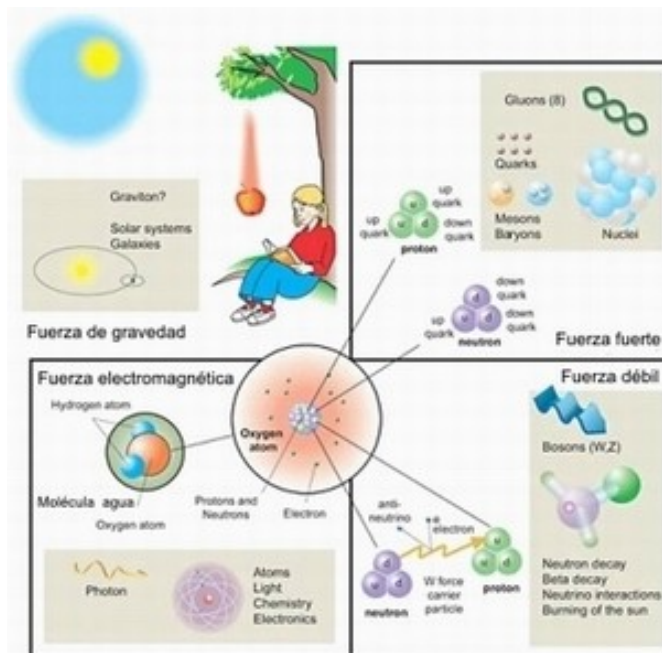
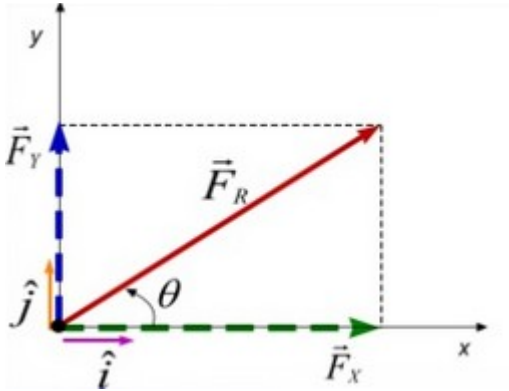


Figura 4: Fuerzas Fundamentales.

En la física clásica solo nos interesan las fuerzas gravitacional y electromagnética.

Debido a que las fuerzas son cantidades físicas vectoriales, se deben utilizar las reglas de adición vectorial para obtener la fuerza resultante sobre un cuerpo.

Coordenadas cartesianas: componentes de una fuerza



Se puede escribir el vector \vec{F} como la suma de otros dos dirigidos según los ejes X e Y

Se puede expresar de 3 formas:

- $\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$
- $\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j}$
- $\vec{F} (F_x, F_y)$

El módulo de un vector \vec{F} : $|\vec{F}| = F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

La suma de dos fuerzas :

$$\vec{F}_1 = F_{1x} \vec{i} + F_{1y} \vec{j}$$

$$\vec{F}_2 = F_{2x} \vec{i} + F_{2y} \vec{j}$$

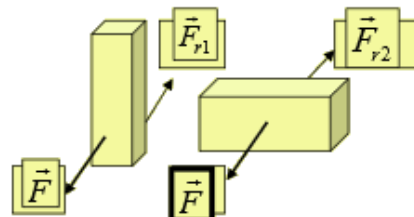
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = (F_{1x} + F_{2x}) \vec{i} + (F_{1y} + F_{2y}) \vec{j}$$

A partir de consideraciones geométricas: $F_x = F \cos \theta$; $F_y = F \sin \theta$

Fuerza de rozamiento:

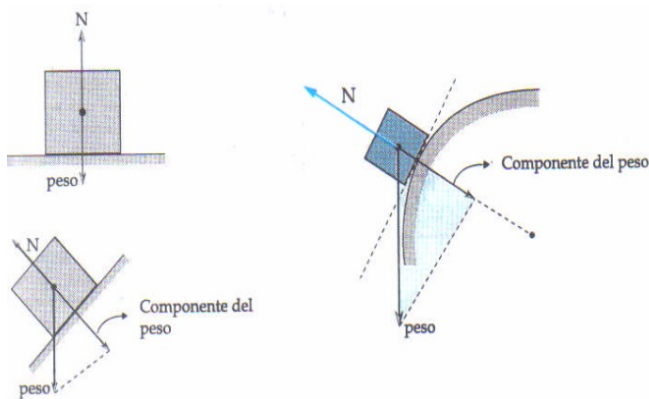
Cuando un cuerpo se mueve, roza sobre la superficie sobre la que se produce el movimiento y esto crea una fuerza que se opone siempre al movimiento del cuerpo, paralela a la superficie sobre la que se mueve.

- No depende de la cantidad de superficie de contacto. Si la rugosidad de la superficie y el tipo de material es el mismo en todas las caras del



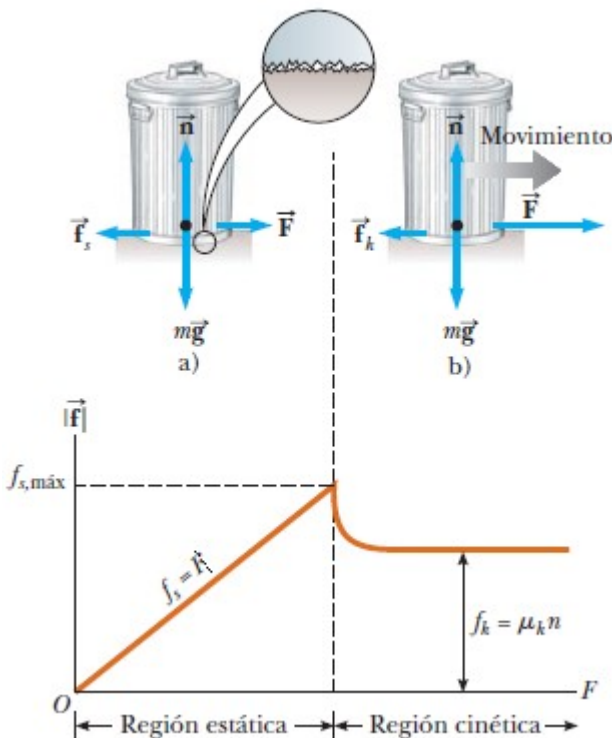
cuerpo se comprueba experimentalmente que la fuerza de rozamiento es la misma para todas las caras. $F_{R1}=F_{R2}$

- Depende de la naturaleza de la superficie en contacto. Se origina por contacto de unas superficies con otras, por adherencia entre diversos materiales y por la rugosidad de las superficies, a más rugosidad más rozamiento. Existen tablas donde a cada material se le asigna un valor característico obtenido gracias a diversas medidas experimentales según el mayor o menor rozamiento observado al deslizar un objeto sobre ellos, este valor constante y característico de cada material se llama coeficiente de rozamiento μ .



- Depende también de la fuerza normal, es decir, de la resultante de las fuerzas perpendiculares a la superficie sobre la que se mueve el cuerpo. Cuando mayor es la fuerza de apoyo del cuerpo sobre la superficie de movimiento, mayor es el rozamiento con la misma, en

cambio las fuerzas que tienden a levantar el cuerpo, disminuyen su apoyo y por lo tanto su rozamiento. $\vec{F}_R = \mu \cdot \vec{N}$



Fuerza de rozamiento estático (\vec{f}_s).

Esta fuerza se manifiesta cuando los cuerpos en contacto tratan de deslizarse. Su valor máximo se presenta cuando el deslizamiento es inminente (a punto de romperse la inercia). $\vec{f}_s = \mu_s N$

Coefficiente de Fricción (μ): es el grado de aspereza que representan las superficies de dos cuerpos en contacto, siendo:

μ_s = coeficiente de rozamiento estático.

μ_k = coeficiente de rozamiento cinético.

El coeficiente de rozamiento estático, varía entre $\mu_{s,max} > \mu_s > 0$

Una fuerza aplicada $> \mu_{s,max} N$, pone el cuerpo en movimiento.

Fuerza de rozamiento cinético (\vec{f}_k): Esta fuerza se manifiesta cuando las superficies en contacto se deslizan una respecto a la otra. Su valor se mantiene constante.

$\vec{f}_k = \mu_k N$ En este caso el rozamiento disminuye, por tanto: $\vec{f}_s > \vec{f}_k$.

Las leyes de Newton:

Toda la mecánica clásica se basa en las tres leyes de Newton. Sin embargo, estas leyes solo son válidas:

- Para cuerpos que se mueven a velocidades inferiores a la luz y
- vistos desde sistemas de referencia inerciales (es decir, desde sistemas de referencia en reposo o con movimiento uniforme).

Si realizamos las medidas desde un sistema de referencia que posee aceleración, las leyes de Newton aparentemente no se cumplen, pero esto se corrige fácilmente y se puede evitar cambiando de sistema de referencia.

Primera ley de Newton (Ley de la inercia). Todo cuerpo permanece en su estado inicial de reposo o movimiento rectilíneo uniforme a menos que sobre él actúe una fuerza externa no equilibrada (fuerza neta no nula).

Segunda ley de Newton (Principio de acción de fuerzas). La aceleración de un cuerpo tiene la misma dirección que la fuerza externa que actúa sobre él. Es proporcional a la fuerza externa neta e inversamente proporcional a la masa del cuerpo:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \vec{F} = m \vec{a}$$

donde \vec{F} es la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre él (fuerza neta).

Tercera ley de Newton (Principio de acción-reacción). Las fuerzas siempre actúan por pares, iguales y opuestas. Si el cuerpo A ejerce una fuerza sobre el cuerpo B, éste ejerce sobre A una fuerza igual en módulo y dirección pero de sentido contrario.



Equilibrio:

Un cuerpo está en equilibrio cuando permanece en reposo o su velocidad es constante. La fuerza neta sobre el cuerpo es cero, la aceleración es cero.

Primera condición de equilibrio (equilibrio de traslación).

Para que un cuerpo no se traslade las fuerzas externas actuantes deben anularse, o sea que la suma de las fuerzas deben dar un resultante cero.

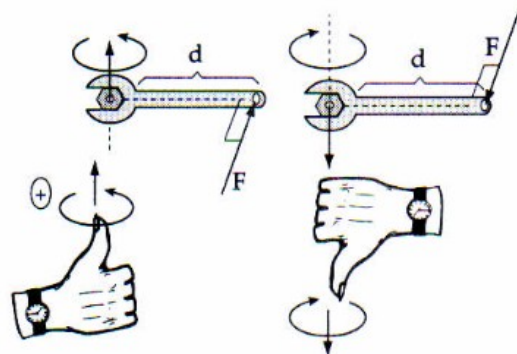
Momento de una fuerza (Torque).

Es una magnitud vectorial cuyo módulo mide el efecto de rotación que una fuerza produce al ser aplicado sobre un cuerpo. Su dirección es perpendicular al plano de rotación y su sentido se determina por la regla de la mano derecha o del tornillo.

Convencionalmente se considera positivo cuando gira en sentido antihorario y negativo a la inversa.

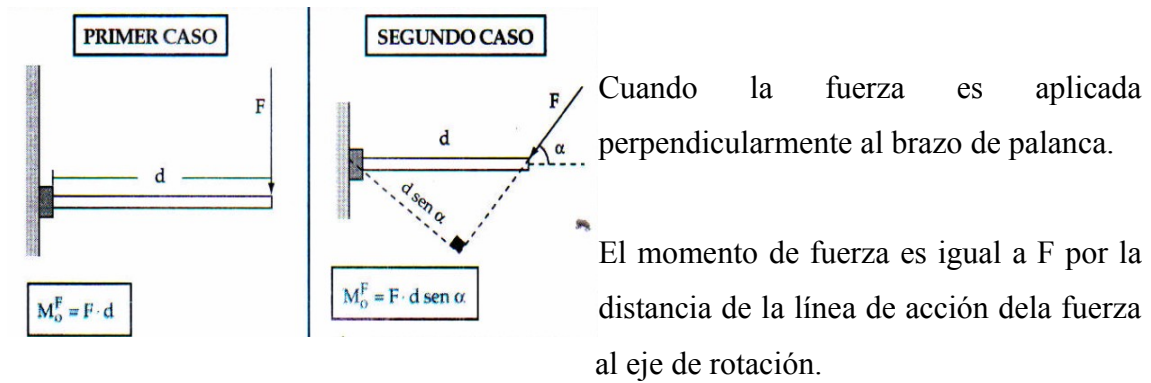
El momento de una fuerza mide el efecto de rotación producido por F y está gobernado por la siguiente ecuación:

$$M_0^F = F \cdot d$$



Siendo F = fuerza; d = distancia de la fuerza al eje de rotación

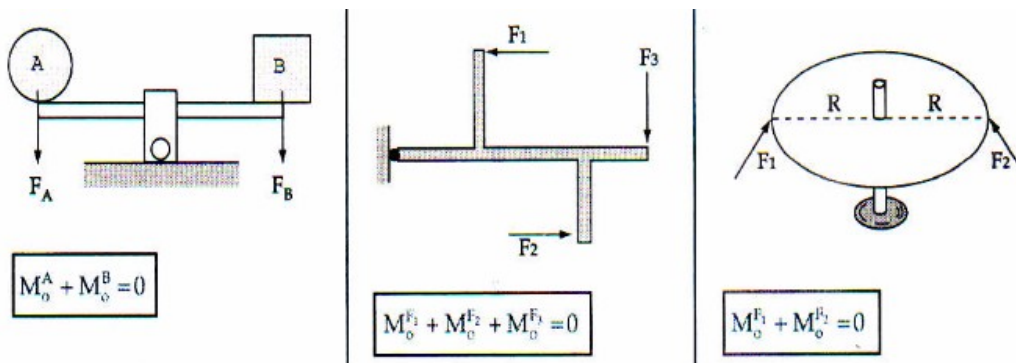
El concepto de momento tiene particular importancia en los casos en que intervengan sistemas que puedan girar en torno a un punto o a un eje. Por ejemplo, para cerrar una puerta lo mismo da aplicar una fuerza a su borde que aplicar una fuerza doble a su punto medio o una n veces mayor a una distancia de las bisagras igual a la n -sima parte de la anchura de la puerta (Fernández J. (1997).



Segunda condición de equilibrio:

Para que un cuerpo no rote, la suma de los momentos de fuerza con respecto a un punto deben anularse. No debe haber rotación.

$$\sum M_o^R = 0 \rightarrow M_o^{F_1} + M_o^{F_2} + M_o^{F_3} + M_o^{F_4} + \dots = 0$$



Centro de gravedad: es el punto donde se considera concentrada la masa del cuerpo. El centro de Gravedad (CG) de un objeto es el punto ubicado en la posición promedio del peso del objeto.

En el caso de un objeto simétrico, como una pelota, ese punto se encuentra en el centro geométrico del cuerpo; pero en un objeto irregular, como un martillo, tiene más peso en uno de sus extremos y el centro de gravedad está cargado hacia dicho extremo.

Centro de Masa (CM): Frecuentemente el CG coincide con el CM, el cual es considerado como la posición promedio de todas las partículas de masa que forman a un objeto en particular. Para la mayoría de los objetos en las inmediaciones de nuestro planeta, puede considerarse a estos términos como equivalentes en lo que respecta a la ubicación.

El CG de algunos objetos puede quedar localizado en un lugar donde no exista materia de ese objeto. Por ejemplo, los objetos con forma de anillo tienen su CG en el centro donde no hay materia. Una pelota de fútbol tiene su centro donde no hay materia.

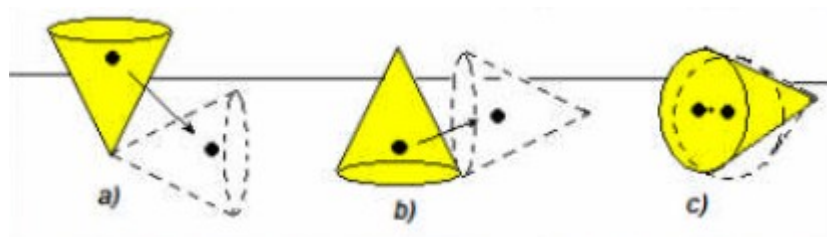
Objetos que se vuelcan.



¿Por qué la Torre de Pisa no se cae?

La Torre de la ciudad de Pisa no se cae, debido a que su centro de gravedad no sobrepasa los límites de su base. Por siglos esta torre se ha seguido inclinándose, pero aún la línea vertical desde su CG no cae fuera de su base.

Tipos de equilibrio:



- a) Equilibrio inestable: diremos que un cuerpo está en equilibrio inestable cuando un desplazamiento hace descender el centro de gravedad.
- b) Equilibrio estable: todo objeto al cual se le deba elevar su CG para derribarlo está en equilibrio estable.
- c) Equilibrio neutral: un objeto al que se le aplica una fuerza y ésta no produce cambios en la altura de su CG está en equilibrio neutral.

Como condición general, debemos notar que los cuerpos serán más estables cuando su Centro de Gravedad esté en una posición lo más baja posible.

Cantidad de movimiento o momento lineal (Tipler, P. A. (2002)).

La cantidad de movimiento p de una partícula se define como el producto de su masa por la velocidad: $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ (Kg·m/s).

La cantidad de movimiento es una magnitud vectorial. Puede considerarse como una medida de la dificultad de llevar la partícula hasta el reposo.

La segunda ley de Newton puede escribirse en función del momento lineal de una partícula. Diferenciando la ecuación anterior se obtiene:

$$\frac{dp}{dt} = \frac{d(m \cdot v)}{dt} = m \frac{dv}{dt} = m \cdot a \quad \text{Sustituyendo } m \cdot a \text{ por la fuerza } F, \text{ resulta: } F_{\text{neto}} = \frac{dp}{dt}$$

(p.218).

La cantidad de movimiento de un sistema formado por n partículas es la suma de los momentos lineales de cada una de ellas.

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n$$

Ley de conservación del momento lineal: si la fuerza externa resultante sobre un sistema es cero, el momento lineal total del sistema permanece constante.

Fuerza Normal

En física, la fuerza normal (N) se define como la fuerza que ejerce una superficie sobre un cuerpo apoyado sobre la misma. Esta es de igual magnitud y dirección, pero de sentido contrario a la fuerza ejercida por el cuerpo sobre la superficie.

Cuando un cuerpo está apoyado sobre una superficie, ejerce una fuerza sobre ella cuya dirección es perpendicular a la superficie. De acuerdo con la tercera ley de Newton o principio de acción y reacción, la superficie debe ejercer sobre el cuerpo una fuerza de la misma magnitud y de sentido contrario (wikipedia (2015)).

Fuerza de resorte o fuerza elástica

Un resorte ejerce una fuerza cuando se comprime o estira en relación con su longitud natural. La dirección de la fuerza es opuesta a la deformación del resorte. La magnitud es proporcional a la cantidad de alargamiento o compresión del resorte (Lea, S. M. y Robert, J. (1999)).

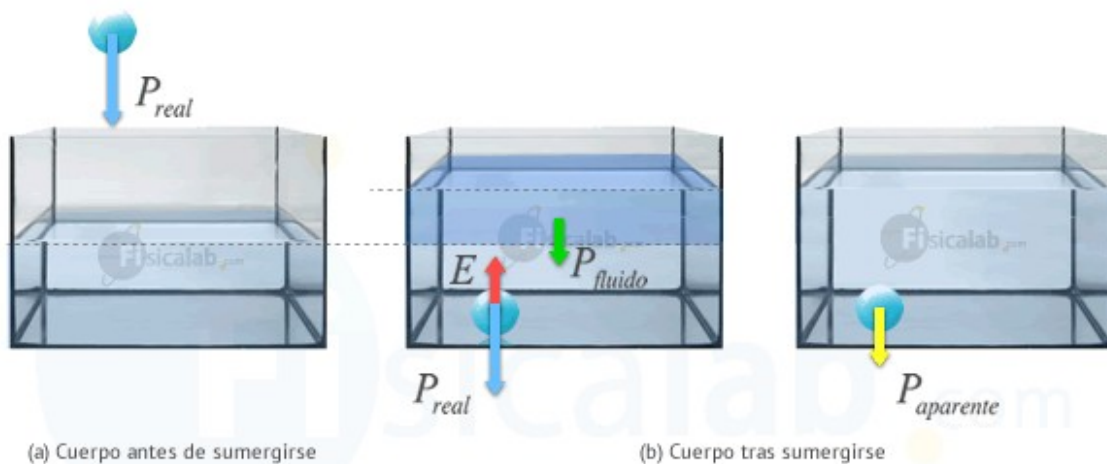
$$|\vec{F}| = k \cdot s$$

Fuerza centrípeta

La fuerza centrípeta no es un nuevo tipo de fuerza, sino simplemente el nombre de la fuerza necesaria para el movimiento circular (Tipler P. A. (2002)).(p.123). Surge de aplicar la segunda ley de Newton a un cuerpo que gira, $F = m \cdot a$ siendo la aceleración, puesto que hay cambio de dirección de la velocidad, aceleración normal o centrípeta.

$F_n = \frac{m \cdot v^2}{R}$ (F_n fuerza centrípeta, m masa, v módulo de la velocidad, R radio de la trayectoria circular).

Fuerza de empuje (Fiscalab (2015))



(a) Un cuerpo antes de sumergirse tiene un peso que se denomina peso real. (b) Tras sumergirse su peso real se contrarresta con una fuerza de empuje (E) que ejerce el fluido sobre él. Dicha fuerza E y P se denomina peso aparente. Esta fuerza será el peso del cuerpo dentro del fluido.

Este descubrimiento se atribuye a Arquímedes, el cual enunció el siguiente principio:

Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza de empuje vertical hacia arriba llamada E, equivalente al peso del fluido que desaloja.

$$P_{\text{fluido}} = E = m \cdot g = d \cdot V \cdot g$$

donde:

P_{fluido} es el peso del fluido que se desplaza al sumergir un cuerpo en él.

E es la fuerza de empuje que sufre el cuerpo sumergido.

m es la masa del fluido desplazado

d es la densidad del fluido.

V es el volumen del fluido desalojado.

g es la gravedad.

Si la fuerza de empuje es menor que el peso del cuerpo, este terminará hundiéndose y depositándose en el fondo. Si la fuerza de empuje es igual que el peso del cuerpo, se quedará hundido en el fluido pero flotando en su interior. Si la fuerza de empuje es mayor que el peso, el cuerpo terminará ascendiendo, manteniendo una parte sumergida y otra sobresaliendo del fluido.

Mecanismos (Colossus y Los Olivos (2013)).

Un mecanismo es un conjunto de elementos, conectados entre sí por medio de articulaciones móviles y cuya misión es:

- transformar una velocidad en otra velocidad
- transformar una fuerza en otra fuerza
- transformar una trayectoria en otra diferente o
- transformar un tipo de energía en otro tipo distinto.

Según el número de elementos, los mecanismos se pueden clasificar como:

- Simples: si tienen dos elementos de enlace.
- Complejos: si tienen más de dos elementos de enlace.

A partir de aquí, definimos sistema mecánico o máquina como una combinación de mecanismos que transforma velocidades, trayectorias, fuerzas o energías mediante una serie de transformaciones intermedias.

Los mecanismos (y por extensión los sistemas mecánicos) constan de los siguientes elementos básicos:

1. Sistema motriz o sistema de entrada: recibe la energía de entrada, la cual será transformada o transmitida. En un automóvil sería el motor.
2. Sistema transmisor: medio que permite modificar la energía o el movimiento proporcionado por el sistema motriz. En un automóvil este sistema estaría compuesto por ejes de transmisión, embragues, caja de cambios,
3. Sistema receptor o sistema de salida: realiza el trabajo con la salida que le proporciona el sistema transmisor, y es el objetivo del sistema mecánico. En un automóvil este sistema estaría compuesto por las ruedas motrices.

Máquinas simples

La aplicación fundamental de estos mecanismos reside en la transformación de fuerzas, de manera que la fuerza necesaria para realizar una determinada acción sea más cómoda o menor que la que sería precisa si no se utilizase el mecanismo.

La palanca

Consiste en una barra rígida que se articula en el denominado punto de apoyo (o fulcro), que hace posible que la barra gire.

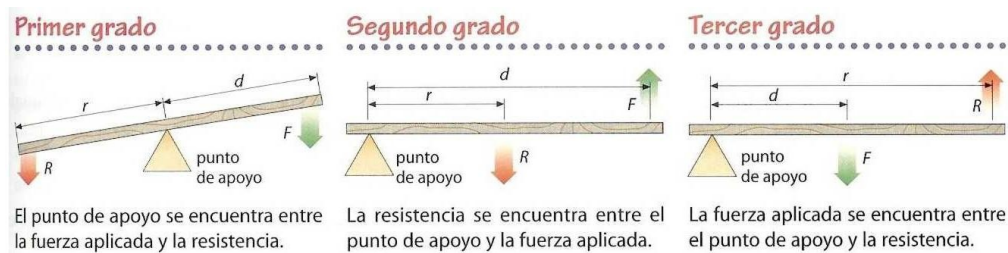
La fuerza que se debe vencer con la palanca se denomina Resistencia (R), mientras que la fuerza motriz aplicada recibe el nombre de Potencia (F). Las distancias de las líneas de acción de estas dos fuerzas al punto de apoyo se conocen como brazo de resistencia (b_R) y brazo de potencia (b_F), respectivamente.

Cuando la palanca está en equilibrio, la expresión que define su comportamiento se denomina Ley de la Palanca, que se puede enunciar así:

La potencia por su brazo es igual a la resistencia por el suyo $F \cdot b_F = R \cdot b_R$

Así, si aumentamos la longitud del brazo de la potencia, la potencia que debemos aplicar para vencer una resistencia será menor (el esfuerzo no será tan grande). Lo mismo sucede si disminuimos la longitud del brazo de la resistencia.

Según la colocación del punto de apoyo, hay tres tipos o géneros de palanca



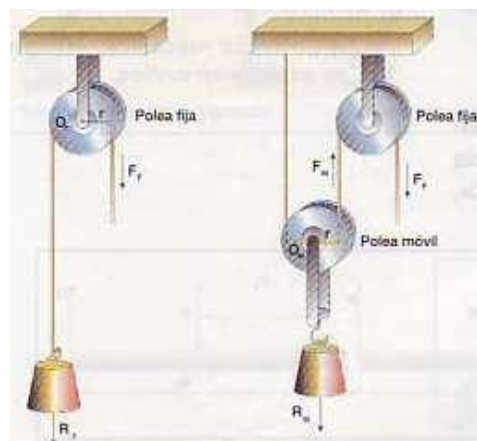
La polea

La polea es un disco que puede girar alrededor de su eje y que dispone en el borde de una acanaladura por la que se hace pasar una cuerda, un cable o una correa.

La función que desempeña una polea fija es modificar la dirección de la fuerza aplicada.

Las poleas pueden ser:

- Fijas: si su eje de rotación permanece fijo.
- Móviles: si su eje de rotación se puede desplazar de forma lineal.





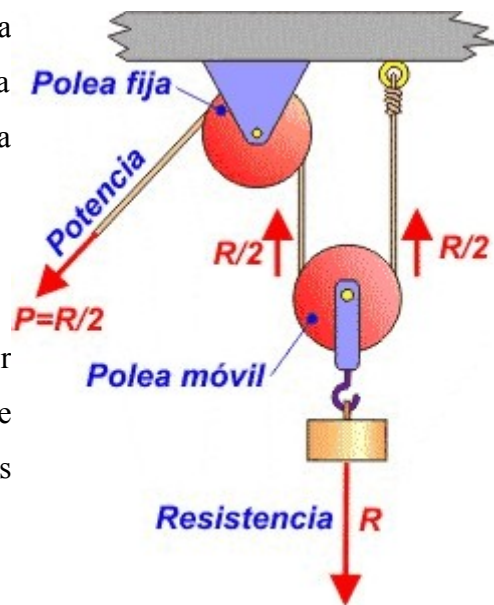
Polea fija: En este caso, los valores de la potencia y la resistencia son iguales.

$$F = R$$

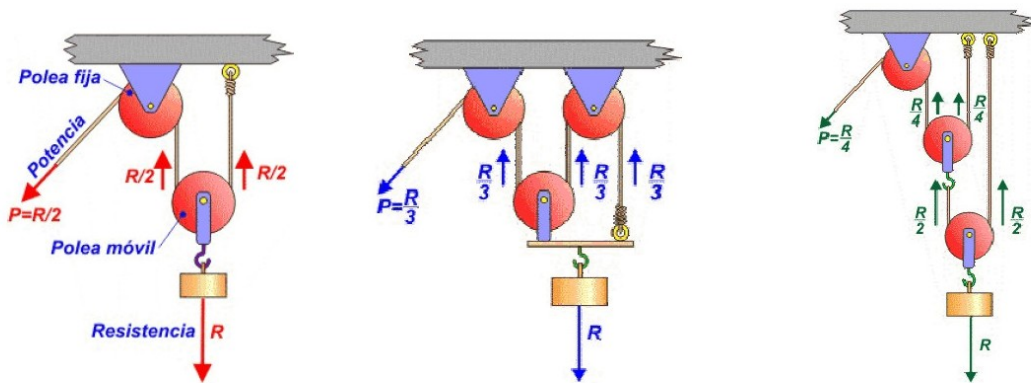
Polea móvil: es un conjunto de dos poleas, una de ella es fija y la otra es móvil. En este caso la potencia que es necesario aplicar es igual a la mitad de la resistencia que se trata de vencer.

$$F = R / 2$$

Además, en este caso, la distancia recorrida por la resistencia es 2 veces menor que la que recorre la potencia, es decir, se debe recoger 2 veces más de cuerda



Polipasto: A un conjunto de dos o más poleas se le llama polipasto. Está constituido por poleas fijas y por poleas móviles.



(a) Este polipasto permite reducir la fuerza a la mitad ($F = R/2$)

(b) Este polipasto permite reducir la fuerza a la tercera parte ($F = R/3$)

(c) Este polipasto permite reducir la fuerza a la cuarta parte ($F = R/4$)

En el caso general de un mecanismo constituido por n poleas móviles, la potencia F necesaria para vencer una resistencia R viene dada por la expresión:

$$F = \frac{R \cdot M}{2^n}$$

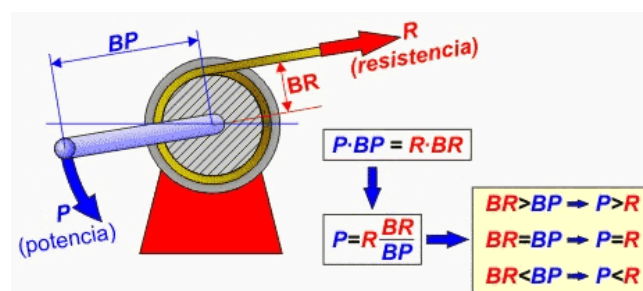
Además, en este caso, la distancia recorrida por la resistencia es 2^n veces menor que la que recorre la potencia.

El torno (Academia Vives(2014)).

Básicamente consiste en un cilindro horizontal (tambor) sobre el que se enrolla (o desenrolla) una cuerda o cable cuando le comunicamos un movimiento giratorio a su eje. Para la construcción de este mecanismo necesitamos, al menos: dos soportes, un eje, un cilindro (tambor) y una manivela (el eje y el cilindro han de estar unidos, de forma que ambos se muevan solidarios). A todo esto hemos de añadir una cuerda, que se enrolla alrededor del cilindro manteniendo un extremo libre. Los soportes permiten mantener el eje del torno en una posición fija sobre una base; mientras que la manivela es la encargada de imprimirle al eje el movimiento giratorio (en sistemas más complejos se puede sustituir la manivela por un motor eléctrico con un sistema multiplicador de velocidad). Este sistema suele complementarse con un trinquete para evitar que la manivela gire en sentido contrario llevada por la fuerza que hace la carga. En la realidad se suele sustituir la manivela por un sistema motor-reductor (motor eléctrico dotado de un reductor de velocidad).

Características

Este mecanismo se comporta exactamente igual que una palanca, donde:



- ✓ El brazo de potencia (BP) es el brazo de la manivela (radio de la manivela).
- ✓ El brazo de resistencia (BR) es el radio del cilindro en el que está enrollada la cuerda .
- ✓ Para que el sistema tenga ganancia mecánica ($P < R$) es necesario que el brazo de potencia (brazo de la palanca) sea mayor que el brazo de la resistencia (radio del cilindro).
- ✓ Si la manivela tuviera el mismo radio que el tambor, tendríamos que hacer la misma fuerza que si tiráramos directamente de la cuerda ($P = R$).

Utilidad:

Permite convertir un movimiento giratorio en uno lineal continuo, o viceversa. Este mecanismo se emplea para la tracción o elevación de cargas por medio de una cuerda.

Ejemplos de uso:

Obtención de un movimiento lineal a partir de uno giratorio en: grúas (accionado por un motor eléctrico en vez de una manivela), barcos (para recoger las redes de pesca, izar o arriar velas, levar anclas...), pozos de agua (elevar el cubo desde el fondo), elevadoras de los automóviles...

Obtención de un movimiento giratorio a partir de uno lineal en: peonzas (trompos), arranque de motores fuera-borda, accionamiento de juguetes sonoros para bebés...

El Plano Inclinado (Academia Vives (2014)).

El concepto, por lo general, permite nombrar a la maquinaria simple lograda a partir de un área plana capaz de lograr respecto a la base un ángulo agudo y que se usa para elevar un cuerpo a una determinada altura. Esto ayuda a que se requiera una menor fuerza para levantar el cuerpo que si se tratara de elevarlo de manera vertical. A mayor longitud recorrida menor esfuerzo.

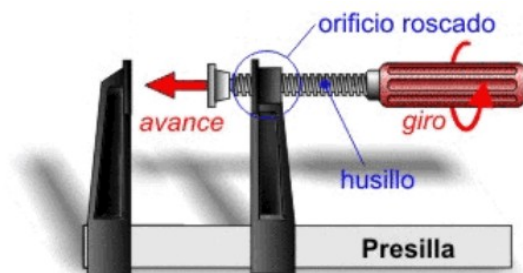
Descripción:

El plano inclinado es una superficie plana que forma con otra un ángulo muy agudo (mucho menor de 90°). En la naturaleza aparece en forma de rampa, pero el ser humano lo ha adaptado a sus necesidades haciéndolo móvil, como en el caso del hacha o del cuchillo.

Utilidad:

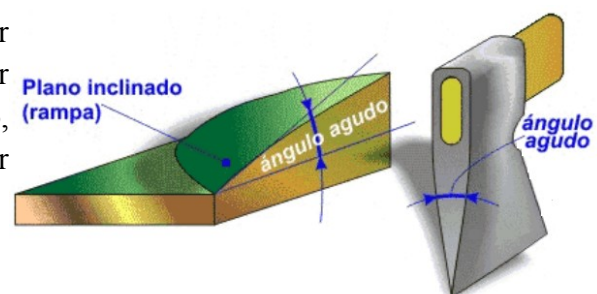
El plano inclinado es el punto de partida de un nutrido grupo de operadores y mecanismos cuya utilidad tecnológica es indiscutible. Sus principales aplicaciones son tres:

Se emplea en forma de rampa para reducir el esfuerzo necesario para elevar una masa (carreteras, subir ganado a camiones, acceso a garajes subterráneos, escaleras...).



En forma de hélice para convertir un movimiento giratorio en lineal (tornillo de Arquímedes, tornillo, sinfín, hélice de barco, tobera...).

En forma de cuña para apretar (sujetar puertas para que no se cierren, ensamblar piezas de madera...), cortar (cuchillo, tijera, sierra, serrucho...) y separar o abrir (hacha, arado, formón, abrelatas...).



3. 3. VINCULACIÓN DE LA PROPUESTA CON LAS COMPETENCIAS Y LOS OBJETIVOS DEL TÍTULO DE GRADO MAESTRO – O MAESTRA – EN EDUCACIÓN PRIMARIA.

En la elaboración de este TFG se han puesto en práctica muchos de los procesos relacionados con las competencias generales y específicas que concreta la Comisión Intercentros (Versión 4, 23/03/2010) y que son propias del Título de grado en Educación Primaria.

La Comisión Intercentros (Versión 4, 23/03/2010) formula en la memoria del Plan de Estudios del Título de Grado en Educación Primaria que:

El objetivo fundamental del título es formar profesionales con capacidad para la atención educativa al alumnado de Educación Primaria y para la elaboración y seguimiento de la propuesta pedagógica a la que hace referencia el Artículo 16 de la Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo, de Educación para impartir la etapa educativa de Educación Primaria.

Y concreta que como profesionales debemos:

1.-Conocer las áreas curriculares de la Educación Primaria, la relación interdisciplinar entre ellas, los criterios de evaluación y el cuerpo de conocimientos didácticos en torno a los procedimientos de enseñanza y aprendizaje respectivos.

2.-Diseñar, planificar y evaluar procesos de enseñanza-aprendizaje, tanto individualmente como en colaboración con otros docentes y profesionales del centro.

3.- Diseñar, planificar, adaptar y evaluar procesos de enseñanza-aprendizaje para el alumnado con necesidades educativas específicas, en colaboración con otros docentes y profesionales del centro.

4.-Abordar con eficacia situaciones de aprendizaje de lenguas en contexto multiculturales y plurilingües. Fomentar la lectura y el comentario crítico de textos de los diversos dominios científicos y culturales contenidos en el currículo escolar.

5.- Diseñar y regular espacios de aprendizaje en contextos de diversidad y que atiendan a la igualdad de género, a la equidad y al respeto a los derechos humanos que conformen los valores de la formación ciudadana.

6.- Fomentar la convivencia en el aula y fuera de ella, resolver problemas de disciplina y contribuir a la resolución pacífica de conflictos. Estimular y valorar el esfuerzo, la constancia y la disciplina personal en los estudiantes.

7.- Conocer la organización de los colegios de educación primaria y la diversidad de acciones que comprende su funcionamiento. Desempeñar las funciones de tutoría y de orientación con los estudiantes y sus familias, atendiendo las singulares necesidades educativas de los estudiantes. Asumir que el ejercicio de la función docente ha de ir perfeccionándose y adaptándose a los cambios científicos, pedagógicos y sociales a lo largo de la vida.

8.- Colaborar con los distintos sectores de la comunidad educativa y del entorno social. Asumir la dimensión educadora de la función docente y fomentar la educación democrática para una ciudadanía activa.

9.- Mantener una relación crítica y autónoma respecto de los saberes, los valores y las instituciones sociales públicas y privadas.

10.- Valorar la responsabilidad individual y colectiva en la consecución de un futuro sostenible.

11.- Reflexionar sobre las prácticas de aula para innovar y mejorar la labor docente. Adquirir hábitos y destrezas para el aprendizaje autónomo y cooperativo y promoverlo entre los estudiantes.

12.- Conocer y aplicar en las aulas las tecnologías de la información y de la comunicación. Discernir selectivamente la información audiovisual que contribuya a los aprendizajes, a la formación cívica y a la riqueza cultural.

13.- Comprender la función, las posibilidades y los límites de la educación en la sociedad actual y las competencias fundamentales que afectan a los colegios de educación primaria y a sus profesionales. Conocer modelos de mejora de la calidad con aplicación a los centros educativos.

4.- METODOLOGÍA

Durante mis prácticas, tuve la oportunidad de examinar varios libros de texto de diferentes editoriales y observé, que las actividades que se proponían sobre física, además de ser escasas, desarrollaban contenidos, sobre todo procedimentales, distintos a los que nos aconsejaban, los profesores de la facultad, que incluyésemos en nuestras unidades didácticas de Conocimiento del medio natural, social y cultural.

Por ello, me cuestioné, si el hecho de que cada vez seamos menos los que estudiamos física, no vendría motivado por la pérdida de interés hacia las ciencias generado en la Ed. Primaria; de ahí que decidiese analizar los contenidos procedimentales que se trabajan en las actividades de los libros de texto.

Indagué en las investigaciones educativas que trataban sobre los libros de texto (Caldeiro, H. (1992); Delgado, M. y Rodríguez, J. (2011)) y decidí hacer un análisis siguiendo el esquema de Martínez, C. y García, S. (2001 y 2003).

Busqué las actividades que trataban las fuerzas en los libros de texto de diferentes editoriales (3 Ed. en los dos últimos ciclos y 2 Ed. en el primero), sin embargo, dados los resultados que obtuve, no pude extraer un análisis más pormenorizado (Apendice A) y decidí indagar como mejorar la situación en el aula.

Preparé la fundamentación propia de la enseñanza de las fuerzas y estudié algunos manuales de como aprenden los niños y de didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria (Vosniadou, S. (2000). Pujol, R. M. (2007). Vílchez, J. (Coord.), Benarroch, A., Carrillo, F., Cervantes, A., Fernández, M. y Perales, F. (2014)).

Una vez tuve claro los contenidos quería incluir en mi propuesta; hice la secuencia de contenidos y revisé un sin fin de trabajos de aula sobre las fuerzas, las cuales me fueron muy fructíferas para extraer ideas (Yankivic, B. (2012); Jalón, P. (2012); Andrés, L. (2012); Fernández, B. et al. (2010); Benito, N, Fernández, B., Andrés , L., Miranda, M.C. y Jalón, P. (2012).; Rodríguez, J. (2012)).

5. RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Los resultados que obtuve del análisis de las 276 actividades sobre fuerzas presentes en los libros de texto, fue bastante desalentador:

En el aprendizaje de procesos, en lo que se refiere a planificación de procesos solo en 4 actividades requerían que los alumnos hiciesen hipótesis sobre las fuerzas (2 de primer ciclo y otras 2 de tercero), la identificación o control de variables era inexistente (0 actividades) y tan solo encontré una actividad de diseño de experiencia (para segundo ciclo).

En cuanto a la observación, ninguna de las editoriales fomenta la observación directa, solo he encontrado una actividad, sin embargo la cantidad de actividades de observación indirecta es muy elevada compara con las cifras de los demás procesos (10 para el primer ciclo, 16 para el segundo y 25 actividades para el tercer ciclo).

La búsqueda de información también se fomenta pero a partir del segundo ciclo, ya que en el primero solo hay una actividad.

En cuanto a la organización de información, me sorprende no haber encontrado ni una sola actividad de diferencias y semejanzas entre fuerzas.

La poca importancia que se le da a la comunicación en el aprendizaje de procesos, también resulta llamativa, tanto para la materia de la que estamos hablando, la física, como para las edades de los escolares

(habilidades cognitivolingüísticas,, Jorba, J. (2000)), las actividades que más predominan con diferencia respecto a las demás (resumen/informe, Mural /esquema/resumen,..) son las que solo se requiere una palabra o frase. Igualmente destaca, tratándose de comunicación, que solo haya encontrado 2 actividades, ambas para el tercer ciclo, en las que se solicita el intercambio de ideas u opiniones. Evidentemente, no se esta fomentando que los niños discurren y expresen sus ideas sobre las fuerzas. La comunicación de resultados, tan importantes para cualquier ciencia, en los libros de texto pasa desapercibida.

En cuanto a procesos intelectuales o de interpretación de fuerzas, solo hallé 3 actividades para primer ciclo, otras tres para segundo y dieciséis para tercer ciclo, en las que debían interpretar hechos/fenómenos y situaciones; no habían actividades para ningún ciclo, de interpretación de datos numéricos o tablas ni de gráficos .sobre fuerzas .

En los libros de texto, la elaboración de conclusiones sobre el tema de las fuerzas es inexistente, no he podido encontrar ninguna actividad en ninguna de las editoriales. Por lo que, a pesar de que sí que contemplan actividades manipulativas y de cálculo de fuerzas (1 de primer ciclo,1 de segundo y 9 para el tercer ciclo), de poco sirven si no se fomenta que extraigan conclusiones.

5.2 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Tal como concreta el DECRETO 40/2007, la etapa de educación primaria es especialmente importante, ya que en ella se inicia la escolarización obligatoria y se ponen las bases de todo el aprendizaje posterior. Para ello, el currículum establece que las competencias básicas se adquieran a través de los conocimientos científicos y

humanísticos de nuestra tradición cultural , aquellos sobre los que se han construido las sociedades abiertas y democráticas , y que son el resultado de la actitud de búsqueda de la verdad y amor al conocimiento que constituye desde su origen el motor de la civilización grecolatina a la que pertenecemos.

La adecuación metodológica para desarrollar el currículum en las aulas está condicionada, entre otras dimensiones, por las características físicas y psicológicas del alumnado de esta etapa, por los contenidos propios de cada área

En el área de Conocimiento del medio natural, social y cultural, el DECRETO 40/2007 especifica que “Considerando las características tanto del área como del alumnado, se utilizarán en todos los ciclos de la educación primaria, de forma sistemática y progresiva, los procedimientos de recogida, selección y análisis de la información, a través de las fuentes tradicionales y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Asimismo, se fomentará la actitud investigadora para explorar la realidad a través de diferentes actividades y, entre ellas, las que impliquen un trabajo de campo.”

Contribución del área de conocimiento del medio natural, social y cultural, al desarrollo de las competencias básicas:

Competencia social y ciudadana

Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico

Tratamiento de la información y competencia digital

Competencia en comunicación lingüística

Competencia para aprender a aprender

Competencia cultural y artística

Autonomía e iniciativa personal

Competencia matemática

Dentro del marco del DECRETO 40/2007 y del área de conocimiento del medio natural, social y cultural, este Trabajo de Fin de Grado hace referencia principalmente a los siguientes objetivos:

2. Conocer y valorar la importante aportación de la ciencia y la investigación para mejorar la calidad de vida y bienestar de los seres humanos.

10. Interpretar, expresar y representar hechos, conceptos y procesos del medio natural, social y cultural mediante códigos numéricos, gráficos, cartográficos y otros.

11. Identificar, plantearse y resolver interrogantes y problemas relacionados con elementos significativos del entorno, utilizando estrategias de búsqueda y tratamiento de la información, fórmulas de conjeturas, puesta a prueba de las mismas, exploración de soluciones alternativas y reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje.

12. Planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos con la finalidad de conocer las características y funciones de algunas máquinas, utilizando el conocimiento de las propiedades elementales de algunos materiales, sustancias y objetos.

13. Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y como instrumento para aprender y compartir conocimientos, valorando su contribución a la mejora de las condiciones de vida de todas las personas.

Los contenidos de educación primaria en los que se centra este estudio y análisis en cada ciclo son:

Primer ciclo:

Bloque 6. Materia y energía.

- Iniciación práctica a la ciencia. Aproximación experimental a algunas cuestiones elementales: fuerzas de contacto y a distancia, fuerzas de atracción y repulsión, magnetismo (polos de un imán).

Bloque 7. Objetos, máquinas y nuevas tecnologías.

- Máquinas y aparatos. Observación de máquinas y aparatos y de su funcionamiento. Detección de operadores en su estructura. Montaje y desmontaje de objetos simples.

- Los oficios en función de los materiales, herramientas y máquinas que utilizan.
- Uso adecuado y cuidadoso de materiales, sustancias y herramientas. Normas de seguridad personal para prevenir accidentes.
- Importantes descubrimientos e inventos tecnológicos que facilitan la vida diaria de las personas.

Segundo ciclo:

Bloque 6. Materia y energía

- Fuerzas de atracción y repulsión. Identificación de fuerzas conocidas que hacen que los objetos se muevan o se deformen.
- Algunos avances, productos y materiales que han sido importantes para la sociedad.

Bloque 7. Objetos, máquinas y nuevas tecnologías.

- Máquinas y aparatos. Operadores mecánicos (eje, rueda, polea, plano inclinado, engranaje, freno, etc.) y funciones que realizan.
- La palanca: funcionamiento, tipos, usos y aplicaciones más frecuentes.
- Planificación y realización de algún objeto o máquina de construcción sencilla. Comunicación oral y escrita.
- La ciencia y la sociedad: importancia de los avances científicos para mejorar las condiciones de vida. El uso de aplicaciones tecnológicas respetuosas con el medio ambiente.

Tercer ciclo:

Bloque 6. Materia y energía.

- Predicción de cambios en el movimiento o en la forma.

Bloque 7. Objetos, máquinas y nuevas tecnologías.

- Máquinas y aparatos. Tipo de máquinas en la vida cotidiana y su utilidad. Análisis de operadores y utilización en la construcción de un aparato. Beneficios y riesgos de las nuevas tecnologías y productos. Medidas de prevención. Primeros auxilios.
- Concepto de energía. Diferentes formas de energía (mecánica, lumínica, sonora, eléctrica, térmica, química).
- Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas (puente, tobogán, escalera, etc.).
- El informe como técnica para el registro de un plan de trabajo, comunicación oral y escrita de conclusiones. Desarrollo de un proyecto.

5.2.1 Contenidos conceptuales y Objetivos

- ✓ Fuerzas de contacto y a distancia.
- ✓ Las fuerzas se representan mediante vectores (valor-módulo, dirección, sentido y punto de aplicación (Newton)). Dinamómetro.
- ✓ La Fuerza de la gravedad. Peso y masa.
- ✓ Importantes descubrimientos e inventos que han hecho avanzar la humanidad. Bibliografías
- ✓ Newton. Las tres Leyes del movimiento.
- ✓ Fuerza de rozamiento
- ✓ Fuerza Normal
- ✓ La Fuerza Magnética
- ✓ La Fuerza Electroestática.
- ✓ La Fuerza de empuje
- ✓ Arquímedes. Los Mecanismos.

Objetivos de la Propuesta de intervención.

Conocer las fuerzas, sus efectos y sus características a través de la experimentación.

Conocer los descubrimientos de Newton y Arquímedes y valorar la utilidad de éstos para explicar los fenómenos físicos y para mejorar nuestra calidad de vida. Mecanismos. Buscar soluciones a problemas científicos a partir del planteamiento de hipótesis. Expresar y Argumentar de forma oral y escrita los fenómenos observados, así como, las conclusiones obtenidas de la experiencia.

Iniciarse en procedimientos de predicción, observación, manipulación, experimentación, verificación y consenso.

Ampliar el vocabulario científico de los niños, incorporando nuevos conceptos.

5.2.2 Actividades de aprendizaje.

Actividad de conocimientos previos

Sesión 1.- Para detectar los conocimientos sobre el tema que tiene el alumnado, trabajaremos con la técnica “torbellino de ideas”: iniciaremos un debate inducido para clarificar que entienden éstos por fuerza, que tipo de fuerzas conocen, vocabulario específico que emplean,... En la pizarra se irán anotando las conclusiones del debate e intentaremos entre todos definir que es una fuerza.

A continuación, valiéndonos de imágenes de cuerpos ejerciendo distintas fuerzas los alumnos deberán observar, analizar y explicar cada imagen; a medida que se vaya desarrollando la actividad iremos introduciendo nuevos conceptos como pueden ser: vectores, dirección, sentido, fuerzas de contacto y fuerzas a distancia, deformación,...

Actividades de desarrollo

Sesión 2.- Como inicio de la sesión, recopilaremos los contenidos vistos en la sesión anterior y escenificaremos en el aula alguna de las imágenes vistas en la sesión anterior: el alumnado, valiéndose de flechas de distintos tamaños y colores, elaboradas con cartulinas, deberá representar las fuerzas presentes en cada situación y así ir

forjando una idea concreta de las fuerzas presentes en su entorno próximo. Igualmente, se les solicitará que pongan ejemplos cotidianos donde estén presentes las fuerzas. Al final de la sesión y para casa, los alumnos deberán buscar información sobre Isaac Newton (donde nació, por qué es conocido, descubrimientos importantes, fuerza de la gravedad,..) y plasmarlo en una cartulina A4 a modo de mural.

Sesión 3.- Iniciamos la sesión recordando nuestra definición de fuerza y algún ejemplo visto anteriormente y proseguimos con una puesta en común de la información sobre Newton recopilada por el alumnado.

Será labor del profesorado ir haciendo paralelismos entre los casos concretos descritos por el alumno y el método científico, especificando algunos de las fases del proceso (hipótesis, experimentación) y haciendo hincapié en que “el método científico es el medio por el cual tratamos de dar respuesta a los interrogantes acerca del orden de la naturaleza” (Ruiz, 2007, p. 9).

Igualmente, es importante que el profesorado transmita al alumnado que un descubrimiento científico no es algo inmediato, sino que requiere un esfuerzo, con frecuencia colaborativo; que las hipótesis aparentemente erróneas pueden ser fructíferas (el error fuente de aprendizaje), recalcar el carácter de Newton (no era considerado buen estudiante pero quiso superarse,..) y las circunstancias en las que realizó sus descubrimientos. Para tener esta visión y poder transmitirla es recomendable que el profesor haya leído el texto sobre Newton de Isaac Asimov (1984).

Tras la puesta en común explicaré que la unidad de medida de las fuerzas es el Newton (N) y les presentaré el dinamómetro. Entrelazando los contenidos de la puesta en común sobre la fuerza de la gravedad, aprovechamos para diferenciar entre el peso y la masa, así como para facilitar la comprensión del concepto de fuerza a distancia, ya que son dificultades que suelen presentarse en la enseñanza de las fuerzas (Camacho, M. et al. (2003); Chamorro et al. (2010); Sánchez, E. D. (2012)).

Para terminar la sesión, los alumnos tendrán la oportunidad de emplear el dinamómetro en “el taller del Peso” y experimentar pesando distintos objetos y comparándolos. También se les planteará que investiguen sobre la relación que hay entre el alargamiento del muelle del dinamómetro y la fuerza que se le aplica (ley de Hooke), para ello dispondrán de varios botellines de agua de medio litro, una bascula (Kg), el dinamómetro ($P=m \cdot g$ (N)) y sus cuadernos; el profesor dará las orientaciones pertinentes para la toma de datos (litros, masa, peso, alargamiento) y la realización de la gráfica que represente los resultados (eje “x” cm que se deforma el muelle, eje “y” litros que colocamos en el dinamómetro).

Entre todos intentaremos establecer la ley de Hooke. Inicialmente, la enunciarán con sus propias palabras, e iremos introduciendo y explicando la terminología de las ciencias (el alargamiento de un muelle es directamente proporcional al módulo de la fuerza que se le aplique).

Es importante destacar que esta sesión se plantea desde una perspectiva constructivista en la que se fomenta la comunicación, argumentación y la comparación de resultados; es una actividad dinámica en la que los niños participan activamente y aprenden de sus experiencias y de las de sus compañeros.

Sesión 4 - Al inicio de la sesión recordaremos los conceptos vistos hasta el momento, tanto en las actividades de conocimientos previos como en las de desarrollo y entre todos elaboraremos un mapa conceptual en la pizarra, para que los alumnos recuerden y tengan una visión general de la relación entre lo aprendido, aprovecharemos para resolver dudas si las hubiese.

El esquema que podríamos seguir para el desarrollo del mapa conceptual podría ser:






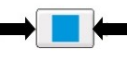




¿Qué es una fuerza?, pueden ser de contacto o a distancia, pueden producir dos efectos (estático o dinámico), cuando una fuerza tiene un efecto estático sobre un objeto, este se deforma (ej. muelle- Ley de Hooke); cuando una fuerza tiene un efecto dinámico, se producen variaciones en la velocidad del objeto (movimiento, aumenta o

disminuye la velocidad, modifica la dirección o produce una reacción). Las fuerzas se miden con el dinamómetro en newtons, se representan con vectores (módulo-intensidad-magitud, dirección, sentido, punto de aplicación), Una fuerza que conocemos es la gravedad-Peso, descubierta por Newton,...

Hay que tener en cuenta que el contexto de esta actividad es flexible, depende en gran medida del orden de las aportaciones de los alumnos y de lo que van recordando, por lo que, el profesor, debe guiarles mediante preguntas, motivando la participación y reenfocando sus aportaciones pero nunca descalificándolas o descartándolas aunque no sean pertinentes.

A continuación, realizaremos el taller de “el efecto estático de las fuerzas”. Partiremos de las ideas de fuerza de contacto (acción-causa) y el efecto estático que produce en el objeto, deformación ; Dispondremos de objetos plásticos, elásticos y rígidos (plastilina, arcilla, papel, cartón, palos, gomas, muelles, ...).

Esfuerzos en las estructuras

| Ejemplos | Esfuerzo | Acción | Esquema |
|---|---------------------|-------------------|---|
|  | FLEXIÓN | Doblar |  |
|  | TRACCIÓN | Estirar |  |
|  | COMPRESIÓN | Acortar, aplastar |  |
|  | TORSIÓN | Retorcer, girar |  |
|  | CORTE O CIZALLADURA | Cortar |  |

Iniciamos el taller pidiendo algún voluntario para que elija un objeto de la clase, el cual, situaremos a la vista de todos; a continuación preguntaremos como podríamos deformarlo, en la pizarra anotaremos las aportaciones. Debemos conducir a los alumnos para que aprendan a identificar diversas acciones mecánicas

(doblar, estirar, acortar, aplastar, retorcer, girar, cortar, partir,...) y los posibles cambios que pueden producir sobre los cuerpos, así como aproximarles al concepto de resistencia de los materiales, el cual les permite clasificar los objetos en rígidos, elásticos o plásticos.

Los alumnos deberán manipular los distintos objetos, aplicarles distintas acciones mecánicas (esfuerzo manual) y describir en sus cuadernos como se comportan,

¿que les ocurre?, ¿se deforman?, ¿que conclusiones sacas? A continuación, pondremos en común las experiencias y clasificaremos en grupo los objetos-materiales según su resistencia (rígidos, plásticos o elásticos); para finalizar, les propondremos que hagan hipótesis sobre la posible secuencia de ordenación de los objetos según sean más resistentes a la flexión, a la tracción,... al aplicarles la misma intensidad de fuerza. Partiendo de estas hipótesis, experimentaremos para constatarlas o refutarlas.

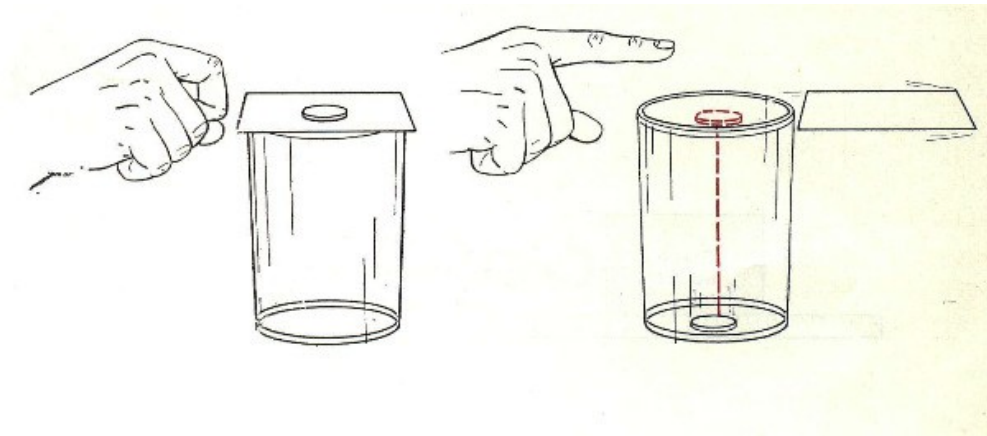
Como tarea para casa los alumnos deberán elaborar un “informe” individual, en el que quede reflejado la experiencia, sus observaciones - descripciones, hipótesis y conclusiones iniciales (antes de la puesta en común) y finales (todas las experiencias que comportan el taller).

Sesión 5.- Como introducción partiremos del archivo del mapa conceptual elaborado en la sesión anterior (pizarra digital); repasaremos rápidamente los conceptos y sus relaciones y añadiremos los conceptos aprendidos en la sesión 4, aprovecharemos para resolver dudas o matizar aspectos detectados en las conclusiones finales de los alumnos.

En las sesiones 5, 6 y 7 realizaremos el taller “el efecto dinámico de las fuerzas” en el que aprenderemos las leyes de Newton. Como introducción al taller recordaremos a Newton (¿quién era Isaac Newton? ¿os acordáis?) y anotaremos en la pizarra las aportaciones de los alumnos; iremos hilando los datos y concluiremos comentando, si no ha surgido antes, que también descubrió las leyes del movimiento, que explican cómo y por qué se mueven las cosas.

En primer lugar nos interesa que los niños observen y analicen los efectos dinámicos que se producen sobre los objetos sometidos a fuerzas externas, para lo cual, prepararemos en el aula varias experiencias con las que trabajar:

Ley de la Inercia:



En la primera experiencia, se tapa la boca de un vaso con una tarjeta y sobre ella se coloca una moneda. Se les pedirá que escriban en sus cuadernos que piensan que va a ocurrir si, bruscamente, se tira o empuja la cartulina. Posteriormente harán la experiencia y verificarán o refutarán su hipótesis. Haremos una puesta en común comentando las distintas hipótesis y las conclusiones que han sacado tras la actividad; también les preguntaremos por qué piensan que la moneda ha caído al fondo del vaso y no se ha desplazado con la cartulina (ideas previas del porqué).

En la siguiente experiencia, situaremos sobre varias mesa folios y encima de éstos algún objeto (lápiz, goma, sacapuntas y libro) les pediremos que hagan hipótesis sobre lo que ocurrirá en cada caso cuando quitemos de repente el folio. Seguidamente, realizarán las experiencias para verificar o refutar sus hipótesis. A continuación, se les planteará que analicen qué diferencia se observa al retirar el papel de forma brusca o lentamente en cada caso. Tras la experiencia, haremos una puesta en común y además se les propondrá que analicen esas diferencias observadas ¿por qué ocurren?, para ello, en grupos, deben plantear hipótesis e idear algún método para constatarlas (ej.- si piensan que es por el peso de los objetos, experimentarán con objetos de diferentes pesos). Tras la actividad, pondremos en común sus hipótesis y métodos, es importante que expresen verbalmente sus ideas y argumentos, y que además, busquen métodos, sean acertados o no, para constatarlas (desarrollo metacognitivo).

Para finalizar esta experiencia, les pediremos que repitan las actividades, pero esta vez con folios de lija gruesa y analicen las diferencias que observan respecto al folio y la rapidez o lentitud con que se quita. Durante esta actividad, iniciaremos un “debate inducido”. Atendiendo a las ideas previas que tenían y a los métodos empleados

para argumentar sus hipótesis, introduciremos el concepto de “inercia” y la tendencia que tiene los objetos a ella cuando se les aplica una fuerza externa. Igualmente, presentaremos a la “Fuerza de rozamiento”, la causante (fuerza externa) de que los objetos que están inicialmente en reposo, se desplacen al quitar los folios lentamente, pondremos, entre todos, algunos ejemplos de superficies que “resbalan” más que otras (menos fuerza de rozamiento) de nuestra vida cotidiana.

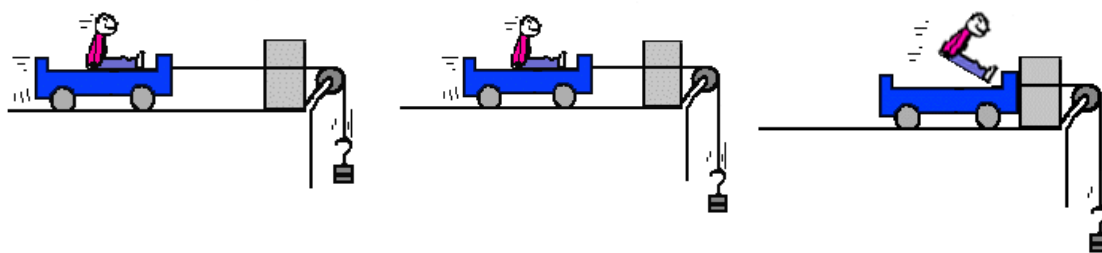
Igualmente, se les presentará “la fuerza normal” que ejerce la mesa sobre los objetos. Para que la puedan comprender, dado que es un concepto abstracto para ellos y sabemos de antemano que tienen dificultad, desarrollaremos un ejemplo visual acompañado de la explicación: colocaremos una regla sobre dos libros gruesos, de modo que los extremos de la regla queden en contacto con los libros y el centro esté libre, seguidamente, situaremos en el centro de la regla un objeto pesado que hará que esta se curve, a continuación retiraremos el objeto repentinamente y podrán observar que la regla vuelve a su estado original con fuerza, la misma fuerza que antes estaba contenida por el objeto pesado, es decir, la fuerza normal.



Para la tercera experiencia sobre la 1ª ley de Newton que desarrollaremos, utilizaremos un vehículo con caja atado a una cuerda y ,en su extremo, pondremos un vaso de plástico que nos servirá de recipiente donde introducir el peso. En el extremo de la mesa anclaremos una polea y dentro de la caja introduciremos un muñeco (ej.-playmobil).

Se les preguntará a los alumno qué piensan que le va a ocurrir al muñeco cuando introduzcamos peso en el vaso y el vehículo se ponga en movimiento, y qué pasará el vehículo se detenga al chocar contra la polea. Tras sus hipótesis, comprobarán lo que ocurre y, en grupo, intentaremos explicar ambos caso, así descubrirán que:

- si el cuerpo está en reposo, tenderá a mantenerse en reposo.
- si el cuerpo está en movimiento, tenderá a mantenerse en movimiento



Por último, comentaremos que fue Newton quien descubrió el fenómeno de la inercia y enunciaremos su Ley de la inercia: “Un objeto en movimiento permanecerá en movimiento y un objeto en reposo permanecerá en reposo a menos que una fuerza no equilibrada (que no se anule) actúe sobre él”.

Como tarea para casa, se les pedirá que realicen el pertinente informe sobre la sesión.

Sesión 6.- Al inicio de la sesión, con nuestro mapa conceptual, recordaremos rápidamente todo lo que hemos aprendido sobre las fuerzas y añadiremos la ley de la inercia y las fuerzas de rozamiento y normal vistas en la sesión 5.

Ley de la fuerza (Ley fundamental de la dinámica):

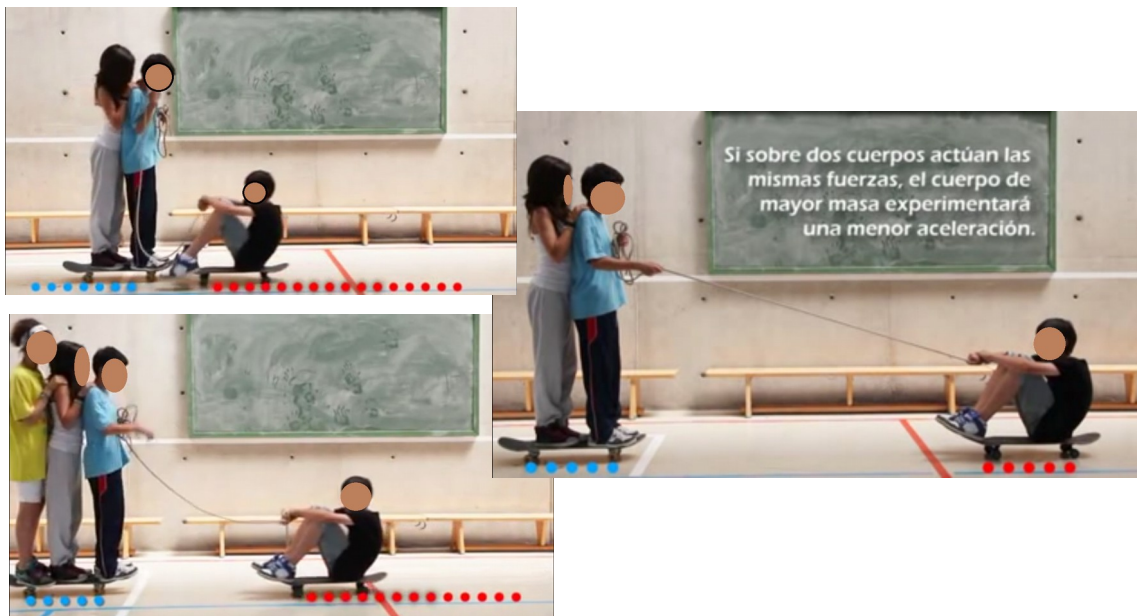
Para la primera experiencia, con la que trabajarán los alumnos la segunda ley de Newton, utilizaremos el vehículo empleado en la sesión anterior; en esta ocasión se les pedirá que analicen lo que ocurre cuando añadimos más o menos “masa” en la caja del vehículo (podemos utilizar canicas, bolones o monedas y utilizar la báscula para saber cuanta masa (kg) vamos añadiendo) y lo sometemos a la misma fuerza (pesos en el vaso). El esquema de trabajo seguirá siendo el mismo: plantean hipótesis – observan y experimentan – verifican o refutan (nueva hipótesis) – comunican resultado. En la puesta en común es importante destacar que el vehículo va más lento cuanto más masa añadimos.

En la siguiente experiencia con la que trabajarán, se les pedirá que investiguen sobre lo que ocurre cuando a través de pajitas soplamos sobre esferas de distinta masa;

para ello, dispondremos sobre una mesa un bolón, una pelotita de goma y otra de corcho. En sus cuadernos deberán anotar sus hipótesis, tomar medidas (la masa de las esferas y la distancia que recorren), describir el fenómeno y comparar los resultados de las tres esferas con sus hipótesis. En la puesta en común, se anotarán en la pizarra los resultados obtenidos destacando que la esfera de menos masa recorre más distancia que la de más masa (bolón) en el mismo tiempo.



En la tercera y última experiencia, serán ellos mismos los que interactúen con las fuerzas. Para ello, apartaremos las mesas del aula y contaremos con dos monopatines anchos y una cuerda. Se les pedirá que formulen hipótesis sobre lo que ocurrirá si dos de ellos se montan en los dos monopatines (uno en cada uno), toman un extremo de una cuerda y se transmiten una fuerza. Igualmente, se les preguntará qué sucederá si en uno de los monopatines se sube otro compañero o tres compañeros (Roig, D. (2011)).



Tras redactar sus hipótesis en sus cuadernos, por turnos y de forma ordenada, se turnarán para realizar la experiencia, en este caso no tomaremos medidas de sus masas para evitar comparaciones entre compañeros, sin embargo, si anotaremos el n.º de

alumnos en cada monopatín y las observaciones en cada situación (ej. el monopatín con los dos compañeros se ha acelerado menos que el monopatín con un compañero).

Al terminar las tres experiencias haremos una puesta en común en la que contarán que conclusiones generales han sacado de las experiencias y se resolverán las dudas que puedan tener, comentaremos que Newton fue quien descubrió la relación que existía entre la masa de los cuerpos y su aceleración cuando estaban sometidos a una fuerza y que a esta relación la llamó “Ley de la fuerza”:

El cambio de velocidad de un cuerpo (aceleración o frenado) es proporcional a la fuerza que recibe e inversamente proporcional a su masa. $Fuerza = masa \times aceleración$, es decir:

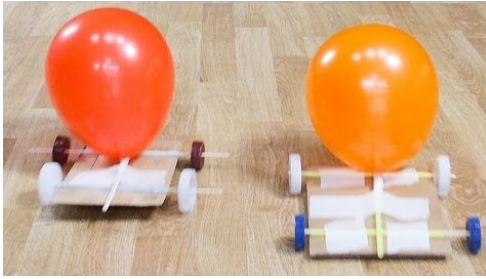
- Si sobre dos cuerpos actúan las mismas fuerzas, el cuerpo de mayor masa experimentará una menor aceleración.

- Para acelerar un cuerpo de mayor masa hay que ejercer una fuerza mayor que la que necesitamos para acelerar un cuerpo con menor masa.

- La aceleración de un cuerpo aumentará cuanto mayor sea la fuerza ejercida sobre él, y disminuirá, cuanto más masa tenga.

En este momento, sería interesante volver a coger nuestro vehículo y hacer algunas comparaciones (observar la aceleración con dos pesos distintos en el vaso (fuerza mayor y menor); y añadir masa a la caja para esos dos mismos pesos).

Sesión 7.- En esta sesión, como en las demás, repasaremos con el mapa conceptual lo que ya sabemos sobre las fuerzas y añadiremos la ley de la fuerza vista en la anterior sesión.

Ley de acción y reacción:

Para trabajar con la tercera ley de Newton, cada alumno dispondrá de su propio coche a propulsión de fabricación sencilla (se puede construir en Ed. artística para que cada alumno lo personalice).

Tomaremos cuatro tapones de garrafas de agua y con un punzón les haremos un orificio en el centro. Prepararemos un rectángulo de cartón rígido, en el que pegaremos con cinta de pintor dos pajitas paralelas a los lados pequeños del rectángulo; dentro de éstas pajitas, introduciremos palos de pincho moruno de madera y haremos coincidir en sus extremos los orificios de los tapones que serán las ruedas de nuestro coche. A continuación, uniremos un globo a otra pajita, la cual, uniremos con cinta a la estructura del vehículo.

En esta ocasión, después de que hayan probado sus construcciones (inflar el globo, sostener el extremo de la pajita para que no se escape el aire, situar el coche sobre el suelo y soltar) pediremos a los alumnos que intenten explicar oralmente, por qué al soltar el extremo de la pajita éste sale disparado. Iremos escribiendo en la pizarra sus explicaciones iniciales (conocimientos previos) y guiándoles mediante preguntas (ej. ¿por qué se escapa el aire?, ¿qué le ocurre al coche?, ¿en qué sentido se mueve el coche?, ¿y el aire?,...) para que entiendan que las fuerzas que intervienen en el globo son la presión del aire en el interior del globo y la presión fuera del mismo (presión de la atmósfera); al dejar un punto de escape (soltar la pajita), la presión contenida en el globo (una fuerza en todas direcciones (Pascal (Pa) =N/m²), encuentra una dirección en la que no hay pared, sino salida (acción), y como resultado se obtiene una fuerza de reacción en sentido contrario a la salida, la cual impulsa el coche.

Seguidamente, nos volveremos a valer de los monopatines para que interactúen con las fuerzas; primero, estando de pie sobre el suelo, empujarán a un compañero que se encontrará sentado en el monopatín y después, ejercerán la fuerza (empujar) estando ambos sentados en los monopatines. Los alumnos deberán analizar ambas situaciones, sus efectos y sus diferencias. A continuación, haremos una puesta en común con sus

argumentaciones y conclusiones, y analizaremos en grupo qué ocurre cuando dos personas de pie sobre el suelo se empujan con distintas fuerzas (fuerza de rozamiento), o cuando nuestro peso ejerce fuerza sobre el suelo o el monopatín en reposo (fuerza normal) sobre los propondremos que piensen en ejemplos cotidianos donde observamos estos fenómenos.



Para finalizar la sesión, veremos tres vídeos de las tres leyes de Newton (Rojales, W. (2010), pero antes se les enunciará la ley que acabamos de estudiar, “ley de acción y reacción:

Quando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro (acción), este último ejerce una fuerza de reacción idéntica pero en sentido contrario sobre el primero.

Recordaremos a los alumnos que deben preparar en casa el informe final sobre la sesión.

Sesión 8.- Como introducción a esta sesión, rescataremos el mapa conceptual trabajado anteriormente , revisaremos los distintos conceptos y sus relaciones, y lo ampliaremos con los aprendizajes de la sesión anterior.

En esta sesión trabajaremos “las fuerzas magnéticas” y la noción de “fuerza a distancia”, para ello, los alumnos analizarán cómo se comportan distintos imanes (intensidad) con distintos materiales (objetos de madera, plásticos, cristal, metales,...). Debemos aprovechar para advertirles de la peligrosidad de acercar imanes a determinados objetos (ordenadores, móviles,...).Es interesante que hagan relaciones entre los materiales atraídos y los que no lo son e intenten definir una “regla” que cumplan todos los objetos atraídos, para ello, se les propondrá que planteen hipótesis iniciales al respecto y verifiquen o refuten cuáles se cumplen y cuáles no para cada objeto, y a partir de sus resultados y sus propias explicaciones de los fenómenos,

intenten definir la regla. Los alumnos suelen pensar que todos los metales son atraídos por un imán, por lo que es una actividad que con seguridad les generará más interrogantes al respecto. Recordemos que sólo los materiales ferromagnéticos (hierro, cobalto, níquel o las aleaciones que los contienen como el acero) son atraídos.

Igualmente, los alumnos investigarán sobre cómo se relacionan dos imanes juntos. Dispondrán de imanes con los polos marcados para que les sea más fácil describir sus experiencias, así como para relacionar los conceptos de atracción y repulsión con sus observaciones. Durante la actividad, el profesor guiará la experiencia motivando y facilitando la expresión de ideas, la generación de nuevos interrogantes, y aumentando así la curiosidad de los alumnos por conocer las causas de los fenómenos observados.

También es importante que observen que los imanes ejercen fuerzas sobre los objetos sin tocarlos (a distancia el objeto se desplaza); que cada imán actúa a una distancia distinta del objeto (mayor o menor intensidades), y que comprendan que la intensidad de un imán se concentra, especialmente, en determinados lugares de su geometría y, a través de la manipulación, pueden examinar y describir dónde se concentra en cada imán.

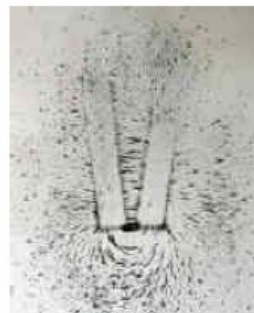
Durante la actividad, se les preguntará qué imán piensan que ejerce más fuerza y por qué lo piensan, para encaminarlos a que formulen sus propias hipótesis al respecto. A continuación, se les planteará que ideen un método para poder verificar, e incluso medir, cuál de los imanes es más fuerte; para ello, trabajarán en grupos reducidos, cuatro o cinco alumnos, comparando sus hipótesis, planteando y poniendo en práctica un método para contrastarlas. Una vez hayan terminado sus experiencias grupales, haremos una puesta en común para que los grupos compartan sus hipótesis iniciales, sus observaciones, sus métodos y los resultados obtenidos. En la pizarra iremos anotando los resultados de los distintos grupos y los compararemos, dependiendo de éstos, los grupos tendrán la oportunidad de reflexionar y argumentar qué métodos les parecen válidos y cuáles no, qué errores pueden haberse presentado y cuál es su conclusión. (Durante la puesta en común, convendría recordar la anécdota de Newton: cómo las hipótesis aparentemente erróneas pueden no serlo en realidad, aunque, en un principio, no sean

aceptadas por la “sociedad científica”, (en este caso, el grupo clase) y destacar la importancia de los errores como fuente de aprendizaje).

Prosiguiendo con esta sesión, nos centraremos en el concepto de “campo magnético”. Utilizaremos la estrategia del torbellino de ideas, preguntando a los alumnos a qué nos referimos cuando hablamos de “campo magnético”, y anotaremos en la pizarra sus ideas o “formas de ver” este fenómeno. Partiendo de las “formas de ver” que surjan, iremos relacionándolas con “la influencia que el imán ejerce en sus alrededores”. Como última experiencia, tendremos preparadas cajitas de plástico transparentes con limaduras de hierro y un poco de aceite en su interior, para que los alumnos puedan manipularlas y observar qué ocurre al aproximar distintos tipos de imanes y de diferentes formas y/o al enfrentar los polos de dos imanes (iguales o diferentes). Las cajas estarán selladas para evitar incidencias y trabajar con seguridad.



Líneas de campo en un imán rectangular



Líneas de campo en un imán de herradura



Líneas de campo en un imán anular extraído de un auricular



Líneas de campo en un imán de heladera

Líneas de campo en diferentes imanes y entre polos de dos imanes (Utges, G. y Tignanelli, H. (2009). (p. 28).

Al terminar la actividad los alumnos tendrán que elaborar un informe final que muestre el trabajo realizado en esta sesión; para su desarrollo deberán valerse de los registros (narrativos y gráficos) que han ido elaborando individualmente en sus cuadernos en las distintas experiencias.

Sesión 9.- Como en las sesiones anteriores, hacemos una breve introducción recorriendo en el mapa conceptual lo que hemos visto hasta ahora y añadiendo los



nuevos aprendizajes sobre las fuerzas magnéticas. Iniciamos la sesión situándonos en las fuerzas a distancia y experimentaremos con “la fuerza electrostática”. Desarrollaremos algunas actividades

centrándonos en cómo ocurren los fenómenos y en el tipo de interacciones que pueden presentarse entre cuerpos electrizados. Prepararemos distintos materiales con los que trabajar (globos, pelotas de distintos materiales, cachitos de distintos tipos de papeles, pajitas, peines, lana, sal, especias,...). Se propondrá a los alumnos que exploren lo que sucede cuando frotamos un globo con lana y después lo acercamos a distintos cuerpos, por ejemplo, a nuestro brazo, a una pared, a una puerta de madera, a un metal,..., o lo que sucede cuando acercamos dos globos frotados, uno sí y uno no, o los dos sin frotar y que ocurre en cada caso cuando ponemos nuestra mano entre los dos. A continuación, podrán experimentar con los demás materiales: frotando la regla, las pajitas, los peines, ... e ir probando cómo interactúan con los demás elementos. Otra de las situaciones que se les propondrá, es que intenten desplazar una lata de refresco, distintas pelotas y un globo con los materiales frotados sin que éstos las toquen.

Los alumnos deberán ir haciendo anotaciones sobre lo que sucede en las distintas situaciones; después, haremos una puesta en común sobre sus experiencias: Cuál les ha sorprendido más y por qué, qué conclusiones han sacado, qué materiales interactuaban más y cuáles no,... Para finalizar, se les pedirá que investiguen, individualmente, sobre “los fenómenos electromagnéticos” y expliquen de manera general y con sus palabras, por qué ocurren los fenómenos experimentados en clase.

Sesión 10- Como en las anteriores sesiones, recurriremos al mapa conceptual para hacer un repaso de los contenidos vistos hasta el momento. Recordaremos la noción de “campo” y añadiremos lo aprendido en la sesión anterior. Aprovecharemos para poner en común las investigaciones individuales e interpretar “por qué” suceden los fenómenos electrostáticos. En la pizarra se irán anotando las aportaciones. Por ejemplo: carga con electrones, tipo de carga eléctrica del electrón (negativo), que están

en el átomo con los protones (positivos), los átomos son partículas pequeñísimas que forman la materia, las distintas cargas se atraen. El profesor inducirá, mediante preguntas, a los niños a que hagan paralelismos (semejanzas) entre las fuerzas magnéticas y las fuerzas electroestáticas (fuerzas a distancia, campo, los imanes y los cuerpos electrizados producen efectos sobre algunos objetos,...).

Durante esta sesión los alumnos conocerán “las fuerzas de empuje”, para ello prepararemos varias experiencias:

En la primera, empezaremos preguntando a los alumnos si alguna vez se han bañado con un balón de aire en la piscina o en la playa, y si han intentado hundirlo. Tras compartir sus experiencias, les propondremos que planteen algunas hipótesis sobre varias situaciones:

- ¿Qué ocurrirá si dejamos caer un globo sobre el agua?, ¿y si dejamos caer un corcho?, ¿y una canica? (Fuerza de la gravedad).

- ¿Qué pensáis que pasará si hundimos un globo de aire en el agua? (Fuerza de empuje).

A continuación, cada alumno dejará caer en un barreño de agua, primero, el globo, después, el corcho y, por último, la canica; entonces comentaremos si coincide lo que a pasado con sus hipótesis.

Seguidamente, cada alumno hundirá el globo en el barreño de agua y experimentará lo que ocurre (cuesta hundirlo, sube a la superficie, hay una fuerza que lo hace subir aunque yo lo intente hundir) lo compararán con sus hipótesis iniciales, y comentaremos si coinciden o no, y por qué piensan que ocurre. En esta puesta en común, llegaremos a la conclusión de que existe una “fuerza de empuje” que hace que no podamos hundir el globo.

A continuación, experimentarán qué ocurre si se une al globo un vaso de plástico y vamos añadiendo pesos (canicas) ¿pensáis que se hundirá? (¿sí?, ¿no?, ¿por qué?). Observarán cómo va cambiando la situación, y anotarán en sus cuadernos estos cambios: ¿Cuántas canicas se han necesitado para hundirlo hasta el fondo? ¿Y para que quedase entre dos aguas? Posteriormente, harán lo mismo experimentando con los corchos, y compararemos en común los resultados. Con esta experiencia deberán darse

cuenta de que si el peso es mayor que la fuerza de empuje, los corchos y el globo se hundirán; si la fuerza de empuje es mayor que el peso, flotarán; pero si las dos fuerzas son iguales, tanto el globo como los corchos se quedarán entre dos aguas. Ayudándose de flechas de distintos tamaños y colores (variación de intensidad), deberán representar las fuerzas presentes sobre los corchos y el agua en cada situación.

Proseguiremos la sesión experimentando con botellas de 0,33 litros, numeradas y llenas de distintos líquidos (alcohol de 96°, aceite de girasol, agua corriente, agua salada y canicas). Los alumnos deberán pesar con el dinamómetro cada botella y realizar sus hipótesis sobre qué ocurrirá con cada una de ellas al introducirlas en el agua (¿flotarán?, ¿se hundirán?, ¿se quedarán entre dos aguas?, ¿cuál flotará más? ¿y cuál menos?); a continuación, experimentarán y constatarán o refutarán sus hipótesis. Durante la experiencia, iremos comentando y comparando el comportamiento de las botellas.

Para terminar esta experiencia, se les preguntará si piensan que las botellas pesan lo mismo dentro y fuera del agua. Para comprobarlo, usarán el dinamómetro al mismo tiempo que introducen las distintas botellas en el agua, tomarán las medidas y compararán los resultados (peso fuera del agua, peso dentro y posición dentro del agua – los que pesan menos flotan más). Por último, se les propondrá que piensen en las diferencias de peso que hemos observado (dentro y fuera del agua) y calculen cuánto peso ha perdido cada botella al introducirla en el agua. Tras los cálculos, comentaremos los resultados (¿pierden la misma cantidad de peso!, pero pesaban distinto, ¿es debido a que las botellas son iguales?) y llegaremos a la conclusión de que el peso que pierden es debido a la fuerza de empuje por eso obtenemos el mismo resultado para todas las botellas; lo que sí varía, es la posición de la botella dentro del agua. Al finalizar, comentaremos el “Principio de Arquímedes” que afirma que:

Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del fluido desalojado.

Fuerza de Empuje = Peso Real – Peso Aparente (en el agua).

En esta ocasión también deberán presentar su informe final con los datos y sus conclusiones de la experiencia. Como deberes, también les pediremos que busquen información sobre Arquímedes de Siracusa, para en la siguiente sesión poder hacer una puesta en común, igual que hicimos con Newton.

Sesión 11.- Iniciaremos esta sesión poniendo en común la información recopilada por los alumnos sobre Arquímedes de Siracusa. En la pizarra iremos anotando los datos que se aporten; recordaremos la “fuerza de empuje” vista en la sesión anterior, y destacaremos que Arquímedes fue el primero en aplicar la ciencia a los problemas de la vida cotidiana, así como que sus descubrimientos han mejorado nuestras condiciones de vida. Nos centraremos en dos de sus descubrimientos: la polea y la palanca (“Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo”).

A continuación, propondremos que nos cuenten qué han descubierto sobre las palancas y las poleas, ¿sabéis qué es un mecanismo?, ¿en qué pensáis al oír esta palabra?, ¿cómo son las palancas?, ¿y las poleas?, ¿para qué pensáis que se utilizan?, ¿sabéis algún objeto de vuestro entorno que funcione de igual manera? (conocimientos previos).

Seguidamente, experimentaremos con mecanismos: palancas y poleas. Por un lado, tendremos distintos tipos de poleas (simples, compuestas, fijas, móviles, polipastos) con cuerda y por otra parte, una tabla de 120 x 20 cm con muescas por una cara de la tabla y un prisma cuadrangular regular grande que emplearemos de punto de apoyo para nuestra palanca. A modo de pesos, usaremos botellines de agua de medio litro, y el dinamómetro para averiguar la fuerza que necesitaremos para vencer la resistencia que ejerce el peso de los botellines.

Los alumnos iniciarán la actividad enganchando distinto número de botellines a las poleas, y anotando los resultados que obtienen en cada una de ellas; para ello, podrán utilizar el dinamómetro para medir la fuerza que ejerce cada peso. En algunas poleas compuestas, deberán sugerir sus hipótesis y, a continuación, experimentaremos para ver si la verificamos o no (por ejemplo: ¿cuánta fuerza pensáis que tendré que aplicar para levantar dos botellines con una polea fija y otra móvil?, ¿y con una polea

fija doble? , ¿cuánta fuerza tendré que ejercer para poder elevar cuatro botellines con un polipasto compuesto por una polea fija y dos móviles?). La experiencia consiste en que vayan haciendo pruebas y tomando medidas para descubrir la relación que hay entre la fuerza y la resistencia. Al finalizar la experiencia, pondrán en común todo lo que han descubierto.

En la segunda experiencia, harán pruebas con la tabla cambiando el punto de apoyo y enganchando en los extremos diferentes pesos. Mientras realizan la actividad, se les explicará cómo se llaman las partes de la palanca, tratando de que indiquen y se fomentará que pongan ejemplos de objetos cotidianos que pueden considerarse palancas de primer, segundo y tercer género. Igualmente, se les pedirá que identifiquen en dichos objetos las partes de la palanca (potencia, resistencia, sus respectivos brazos y el punto de apoyo), ¿dónde hacemos la fuerza?, ¿y dónde encontramos la resistencia?, ¿para qué utilizamos ese objeto?

A continuación, utilizaremos nuestro mapa conceptual para hacer un repaso colaborativo a base de preguntas de todo lo que hemos ido viendo en las sesiones, además, añadiremos a Arquímedes, su fuerza de empuje y sus descubrimientos: palanca y polea, con algunas relaciones que hemos descubierto al equilibrar la palanca ($P \cdot b_p = R \cdot b_r$) o al tomar las medidas de los pesos en las poleas (polea simple $F=R$ mientras que en una móvil (fija+móvil) la $F= R/2$).

Para finalizar, volveremos a emplear las imágenes sobre fuerzas de la primera sesión y, entre todos, las analizaremos con más detalle, reconoceremos fuerzas que hemos aprendido, anticiparemos y explicaremos las fuerzas simuladas en las imágenes y/o las leyes que rigen los movimientos simbolizados en ellas.

Para esta sesión también tendrán que preparar un informe final.

Actividades de evaluación

La evaluación de este proyecto es la propia de un modelo constructivista, es decir, he tenido en cuenta la evaluación diagnóstica (inicial), todas las experiencias realizadas,

la evaluación continua (formativa) y los informes finales de las sesiones presentados por cada alumno (final-sumativa), además, hemos realizado una evaluación final conjunta al repasar, mediante preguntas, el mapa conceptual (posibles dudas) y desarrollar el realizar el análisis detallado de las imágenes iniciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y WEBGRAFÍAS

- Abellán, J. L. (1996). La institución libre de enseñanza y un «santo laico» que se llama Giner de los Ríos. En: *Historia del pensamiento español, de Séneca a nuestros días*. (pp. 429-438). Madrid: Espasa. [Disponible en: <http://educacion-orcasur.blogspot.com.es/2010/07/francisco-giner-de-los-rios.html>].
- Academia Vives (2014). *TEMA 6. MECÁNICA. Máquinas simples. Palancas y poleas. Tornillos y tuercas. Máquinas herramienta: tipos y características*. [en línea]. Recuperado el 26 de Agosto del 2015 de: <http://www.academiavives.com/pdf/TEMA%206.pdf>
- Andrés, L. (2012). *¡Investigamos las fuerzas! (Mecánica y flotación)*. [en línea]. Recuperado el 11 de Febrero del 2013 de: http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/rioja2/pdf/diarios/Lorena_Andres.pdf
- Angulo, F. (2002). *Segunda parte. Aprender a Enseñar Ciencias con un nuevo modelo didáctico implica formar un Profesor Metacognitivo*. Tesis doctoral: Universitat Autònoma de Barcelona. [12-06-13]. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4693/fad2de5.pdf?sequence=2>
- AstroMía (2015). *Fuerzas fundamentales del Universo*. [en línea]. Recuperado el 10 de Junio del 2015 de <http://www.astromia.com/astrologia/fuerzasfundamentales.htm>
- Benito, N, Fernández, B., Andrés, L., Miranda, M.C. y Jalón, P. (2012). *Investigamos las fuerzas (Mecánica y Flotación)*. [en línea]. Recuperado el 11 de Febrero del 2013 de: http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/rioja2/pdf/presentacion_colectiva.pdf

- Caldeira, M. H. (1992). Los libros de ciencias: ¿son como deberían ser? *Tarbiya*. (36), 167-183. Recuperado de <http://web.uam.es/servicios/apoyodocencia/ice/tarbiya/pdf/revistas/Tarbiya036.pdf>
- Camacho, M., García Déniz, M., Hernández Domínguez, J., Noda, M. A. y Socas, M. M. (2003). Las magnitudes y su medida en la educación primaria. En Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa (Ed.), *La medida en educación primaria* (pp.219-249). Canarias: Cuadernos de aula.
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Investigación didáctica: Universidad Alcalá de Henares. [12-08-15]. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21572/21406>
- Colossus y Los Olivos, IE (2013). *Ud. 4. Mecanismos y sistemas mecánicos*. [en línea]. Recuperado el 22 de Agosto del 2015 de http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:VS5b-XZynJkJ:www.iesanamariamate.com/departamentos/dpto_tecnologia/tecno_descargas/13_mecanismos.doc+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=es
- Comisión Intercentros (Versión 4, 23/03/2010). Memoria de Plan de Estudios del Título de Grado Maestro- Maestra en Educación Primaria por la Universidad de Valladolid.
- Cordon Aranda, R. (2008). *Enseñanza y aprendizaje de procedimientos científicos (contenidos procedimentales) en la Educación Secundaria Obligatoria: Análisis de la situación, dificultades y perspectivas*. Tesis doctoral: Universidad de Murcia. [10/08/2015]. Disponible en: <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/3613/1/CordonAranda.pdf>
- Chamorro, M.C. (Coord.) (2010). El tratamiento escolar de las magnitudes y su medida. En Chamorro, M. C.; Belmonte, J.M.; Llinares, S.; Ruiz Higuera, M.L.; Vecino, F. (2010). *Didáctica de las Matemáticas para Primaria*. Madrid: Pearson Prentice Hall. (pp.221-243).
- Delgado, M. y Rodríguez, J. (2011). La consideración de las dificultades de aprendizaje en una muestra de libros de texto y materiales didácticos de Educación Primaria en Portugal. *Enseñanza & Teaching*, 29, 2-2011, 103-123. [en línea]. Recuperado en 20 de Junio de 2013 de

http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/02125374/article/viewFile/9256/9531

- Fernández, B., Miranda, A., Ibáñez., A., Andrés, L., Benito, N., Miranda, M. C., Gonzalo, A. C. (2011). *Magnetismo. Un Proyecto de Investigación Científica en el aula*. [en línea]. Recuperado el 11 de Febrero del 2013 de: http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/magnetismo/experiencias/la_rioja/1/Traabajo_de_Innovacion_Educativa_2011.pdf
- Fernández, J. (1997). *Atlas temático. Física*. Barcelona: Idea books.
- Fisicalab (2015). *Ley de Hooke. ¿Cómo medir fuerzas?*[en línea]. Recuperado el 22 de Agosto del 2015 de <https://www.fisicalab.com/apartado/ley-hooke#contenidos>
- Fisicalab (2015). *Principio de Arquímedes*. [en línea]. Recuperado el 22 de Agosto de <https://www.fisicalab.com/apartado/principio-de-arquimedes#contenidos>
- Güemes Artiles, Rosa M^a (1994), Capítulo II: El profesorado y el uso del libro de texto en el aula. Algunas investigaciones. En: *Libros de texto y desarrollo del currículum en el aula. Estudio de casos*. [02/06/2013]
Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=663>
- Isaac Asimov (1984). *Momentos estelares de la ciencia*. Barcelona: Salvat.
- Jalón, P. (2012). *¡Investigamos las fuerzas! (Mecánica y flotación)*. [en línea]. Recuperado el 11 de Febrero del 2013 de:
http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/rioja2/pdf/diarios/Patricia_Jalon.pdf
- ORBA, J. (2000). La comunicación y las habilidades cognitivolingüísticas,
- en Jorba, J., Gómez, I. y Prats, A. (eds.) *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*, pp. 29-49. Barcelona: ICE Universitat Autònoma de Barcelona - Síntesis. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/62536729/Jorba-2000-Hablar-y-Escribir-Para-Aprender-Copia-con-fines-academicos>
- Lacalle, M. J. (2009). Bloque II. El currículum escolar. Teorías y modelos. En: *Apuntes de la asignatura “Currículo y sistema educativo”* (p. 4).

- Larrauri, B. G. (2009). Apartado 4.- “Desarrollo cognitivo”. En: Apuntes de la asignatura Psicología del desarrollo (pp.17-22 del bloque II).
- Lea, S. M. y Robert, J. (1999). *Física. La naturaleza de las cosas. Vol. I.* México:International Thomson Editores.
- León México, A. (2015). *Robert M. Gagné.* Wikipedia [en línea]. Recuperado el 11 de Agosto del 2015 de https://es.wikipedia.org/wiki/Robert_M._Gagn%C3%A9
- Martínez, C. y García, S. (2001). *Qué actividades y qué procedimientos utiliza y valora el profesorado de Educación Primaria..* Enseñanza de las ciencias, 19 (3),433-453. Recuperado de www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21768/21602
- Martínez, C. y García, S. (2003). *Las actividades de Primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivo persiguen? ¿Que procedimientos enseñan?* Enseñanza de las ciencias, 21 (2), 243-264. Recuperado de www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21927/21767
- Marugán, M. (2010). Tema 2.- El modelo conductual y social. En: Apuntes de la asignatura “Psicología del aprendizaje en contextos educativos”(p. 6).
- Navarro, J.I., Alcalde, C., Martín, C. y Crespo, M.T. (2010). Diversos modelos de aprendizaje. *En Navarro, J y Martín,C. (Coords.). Psicología de la educación para docentes* (pp.21-42). Madrid: Pirámide.
- Ortega Girón, M. R. (2011). 8.- Las fuerzas de la Naturaleza. *Lecciones de Física (Mecánica I).* (pp. 187-220). Recuperado el 10 de Junio del 2015 de <http://www.uco.es/users/falorgim/fisica/archivos/Lecciones/LFM08.PDF>
- Pino, F. (2013). *Las 4 fuerzas fundamentales de la física actual.* En Ojocurioso (Ed). Recuperado de <http://curiosidades.batanga.com/2011/06/07/las-4-fuerzas-fundamentales-de-la-fisica-actual>
- Pujol, R. M. (2007). *Didáctica de las ciencias en educación primaria.* Madrid: Síntesis.

- Rodríguez, J. (2012). El CSIC en la escuela. Ciencia para todos. Mecánica: de la estática a la dinámica. [en línea]. Recuperado el 11 de Febrero del 2013 de: <http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/oviedo/estatica.pdf>
- Roig, D. (2011). *Video: Las leyes de Newton*. Premio Medios audiovisuales del I Certamen de Comunicación Científica FECYT. Fundación española para la ciencia y tecnología. [en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=1jw4dw6iXkQ>
- Rojas, W. (2010). La Primera Ley de Newton (Ley del movimiento) - Física entretenida. [en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=umX-Cq5t0os>
- Rojas, W. (2010). Segunda Ley de Newton (Ley del movimiento) - Física entretenida . [en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Huj224SKR1E>
- Rojas, W. (2010). Tercera Ley de Newton (Ley del movimiento) – Física entretenida. [en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=yHM3mq4WqDQ>
- Ruiz, R. (2007, 28 de Julio). *El método científico y sus etapas* [en línea]. México. Recuperado el 29 de Junio del 2013, de <http://www.aulafacil.com/cursosenviados/Metodo-Cientifico.pdf>
- Sánchez, E. D. (2012). *Proyecto experimental tendiente a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la mecánica newtoniana en la escuela primaria* (Tesis doctoral). Recuperado de www.bdigital.unal.edu.co. (6899).
- Serway (1997). *Física. Tomo I* (4ª Ed.). Mexico, d. f.: McGRAW-HILL
- SlideShare (2009). *Tema 2. Líneas actuales de la didáctica de las ciencias naturales*. [en línea]. (pp.10-11).[12-08-15]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/guest4da5c2/tema-2-lneas-actuales-de-la-didctica-de-las-ciencias-naturales-presentation>

- Tipler P. A. (2002). *Física para la ciencia y la tecnología* .vol. I (4ª Ed.). Barcelona: Reverté.
- Utges, G. y Tignanelli, H. (2009). *Módulo didáctico sobre fuerzas y acciones mecánicas*. Proyecto de alfabetización científica. Programa de mejora de la enseñanza de las ciencias naturales y de la matemática. Argentina: Ministerio de Educación de la Nación. [en línea]. Recuperado el 11 de Febrero del 2013 de: http://repositoriorecursos-download.educ.ar/repositorio/Download/file?file_id=a2c91702-7a06-11e1-8006-ed15e3c494af
- Vílchez, J. (Coord.), Benarroch, A., Carrillo,F., Cervantes, A., Fernández, M. y Perales, F. (2014). Introducción a la didáctica de las ciencias experimentales. *Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria. I. Ciencias del espacio y de la Tierra*. pp. 19-53. Madrid: Piramide.
- Villamañan, R. (2011). Apuntes de la asignatura “Didáctica de las Ciencias Experimentales”. En: Bloque I. CCEE en la Formación del Maestro. Tema 1: ¿Por qué enseñar contenidos de CCEE (F&Q) en EP? (pág. 1).
- Vosniadou, S. (2000). *Cómo aprenden los niños*. Series prácticas educativas-7. Bélgica: Academia Internacional de Educación. [en línea]. Recuperado el 15 de Febrero del 2014 de http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/Educational_Practices/EdPractices_7s.pdf
- Wikipedia (2015). *Fuerza normal*. [en línea]. Recuperado el 22 de Agosto del 2015 de https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_normal
- Wikipedia (2015). *Tensión (mecánica)*. [en línea]. Recuperado el 22 de Agosto del 2015 de https://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n_%28mec%C3%A1nica%29
- Wikiversidad (2015). *Campo físico*. [en línea]. Recuperado el 22 de Agosto del 2015 de https://es.wikiversity.org/wiki/Campo_f%C3%ADsico
- Yankovic, B. (2012). ¡La sala de clases! Fuerza y movimiento en la Educación Básica. [en línea]. Recuperado el 26 de Agosto del 2015 de:

http://www.educativo.otalca.cl/medios/educativo/profesores/basica/fuerza_movimiento_sala.pdf

REFERENCIAS LEGISLATIVAS

- Decreto 40/2007, de 3 de mayo, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León.
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE).
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de EDUCACIÓN (LOE).
- REAL DECRETO 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria.

APÉNDICES

APEDICE – A. Lista de libros analizados.

| | | | | |
|----|--|------|---|----|
| 1ª | Mº de los Ángeles González Soler y Mº J. Sáenz de Urturi Montemayor | 2007 | Anaya (Me llevo tres 1, 2, 3.) | 1ª |
| | Sagrario Luna, Mº. Carmen Ríos, Magdalena Rodríguez, Antonia Perales, Mº Antonia Blanco, Mº. Luisa Covacho y Yolanda Palomo | 2007 | Santillana (Nuevo Sendas 1, 1º trimestre) | 1ª |
| | Mº de los Ángeles González Soler y Mº J. Sáenz de Urturi Montemayor | 2007 | Anaya (Me llevo tres 4, 5, 6.) | 2ª |
| | Pilar García, Mercedes Garín, Asunción Honrado, Piedad Izquierdo, Paloma Lucas, Sagrario Luna, Concepción Robles, Concha Romero, Leonor Romo, Mº. Luisa Villalba y Cristina Zarzuelo | 2007 | Santillana (Nuevo Sendas 2, 1º, 2ª, 3º trimestre) | 2ª |
| 2ª | Ricardo Gómez Gil, Rafael Valbuena Pradillo y J. Ramón Brotons Vitoria | 2007 | Anaya | 3ª |
| | R. Casajuana Botines, M. García Sebastián, C. Catell Arimont, Mº. J. Martínez de Murguía Larrechi y J. Serra Busquets | 2008 | Vicens Vives | 3ª |
| | Joaquín Ferreiro Oliva, Mº. G. L. Gómez Giráldez y Mercedes Prieto Marrón | 2008 | Edelvives | 3ª |
| | Ricardo Gómez Gil, Rafael Valbuena Pradillo y J. Ramón Brotons Vitoria | 2007 | Anaya | 4ª |
| | R. Casajuana Botines, M. García Sebastián, C. Catell Arimont y Mº. J. Martínez de Murguía Larrechi | 2008 | Vicens Vives | 4ª |
| | Joaquín Ferreiro Oliva, Mº. G. L. Gómez Giráldez y Mercedes Prieto Marrón | 2008 | Edelvives | 4ª |
| 3ª | Lourdes Etxebarria, Juan Ignacio Medina, Aurora Moral y Ana Isabel Pérez | 2009 | Santillana | 5ª |
| | Ignacio Meléndez, Rubén Pallol y Fernando Vicente | 2009 | SM | 5ª |
| | R. Casajuana Botines, E. Cruells Montllor, M. García Sebastián, C. Catell Arimont y Mº. J. Martínez de Murguía Larrechi | 2007 | Vicens Vives | 5ª |
| | Lourdes Etxebarria, Raquel Gragera, Juan Ignacio Medina, Aurora Moral, Maribel Siles y Cristina Zarzuelo | 2009 | Santillana | 6ª |
| | Ignacio Meléndez y Rubén Pallol | 2009 | SM | 6ª |
| | R. Casajuana Botines, E. Cruells Montllor, M. García Sebastián, C. Catell Arimont y Mº. J. Martínez de Murguía Larrechi | 2007 | Vicens Vives | 6ª |

N.º de actividades sobre fuerzas por editorial y curso de Ed. Primaria.

| CICLO | CURSO | EDITORIAL | AÑO | Nº DE ACTIVIDADES |
|-------|-------|---|------|-------------------|
| 1ª | 1ª | Anaya (Me llevo tres 1, 2, 3.) | 2007 | 6 |
| | 1ª | Santillana (Nuevo Sendas 1, 1º, 2ª, 3º trimestre) | 2007 | 0 |
| | 2ª | Anaya (Me llevo tres 4, 5, 6.) | 2007 | 12 |
| | 2ª | Santillana (Nuevo Sendas 2, 1º, 2ª, 3º trimestre) | 2007 | 30 |
| 2ª | 3ª | Anaya | 2007 | 29 |
| | 3ª | Vicens Vives | 2008 | 0 |
| | 3ª | Edelvives | 2008 | 25 |
| | 4ª | Anaya | 2007 | 0 |
| | 4ª | Vicens Vives | 2008 | 25 |
| | 4ª | Edelvives | 2008 | 12 |
| 3ª | 5ª | Santillana | 2009 | 34 |
| | 5ª | SM | 2009 | 27 |
| | 5ª | Vicens Vives | 2007 | 0 |
| | 6ª | Santillana | 2009 | 38 |
| | 6ª | SM | 2009 | 4 |
| | 6ª | Vicens Vives | 2007 | 34 |

Figura 2: N.º de actividades sobre fuerzas por editorial y curso de Ed. Primaria

| CICLO | CURSO | EDITORIAL | AÑO | Nº DE ACTIVIDADES |
|-------|---------|--|------|-------------------|
| 1ª | 1ª y 2ª | Anaya (Me llevo tres 1, 2, 3, 4, 5, 6). | 2007 | 18 (6 + 12) |
| | 1ª y 2ª | Santillana (Nuevo Sendas 1 y 2, 1º y 1º, 2ª, 3º trimestre) | 2007 | 30 (0+ 30) |
| 2ª | 3ª y 4ª | Anaya | 2007 | 29 (29 + 0) |
| | 3ª y 4ª | Vicens Vives | 2008 | 25 (0 + 25) |
| | 3ª y 4ª | Edelvives | 2008 | 37 (25 + 12) |
| 3ª | 5ª y 6ª | Santillana | 2009 | 72 (34 + 38) |
| | 5ª y 6ª | SM | 2009 | 31 (27 + 4) |
| | 5ª y 6ª | Vicens Vives | 2007 | 34 (0 + 34) |
| TOTAL | | | | 276 |

Figura 3: N.º de actividades por ciclo y editorial

Figura 4: Esquema de trabajo (Martínez, C. y García, S. (2001 y 2003))

| CATEGORÍA | SUBCATEGORÍAS | PROCEDIMIENTO CONCRETO | Nº DE ACTIVIDADES | CICLO | |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------|----|
| Aprendizaje de procedimientos | Planificación del proceso | Emisión de hipótesis | 2 | 1ª | |
| | | | | 2ª | |
| | | | 2 | 3ª | |
| | | Identificación o control de variables | | 1ª | |
| | | | | 2ª | |
| | | | | 3ª | |
| | | Diseño de experiencias | | 1ª | |
| | | | 1 | 2ª | |
| | | | | 3ª | |
| | Observación | Directa | | 1ª | |
| | | | 1 | 2ª | |
| | | | | 3ª | |
| | | Indirecta | 10 | 1ª | |
| | | | 16 | 2ª | |
| | | | 25 | 3ª | |
| | Búsqueda de información | | 1 | 1ª | |
| | | | 25 | 2ª | |
| | | | 34 | 3ª | |
| | Organización de información | Descripción simple | | 2 | 1ª |
| | | | | 2 | 2ª |
| | | | | 2 | 3ª |
| | | Identificación de características | | 4 | 1ª |
| | | | | 3 | 2ª |
| | | | | 8 | 3ª |
| | | Establecimiento de relaciones | | 8 | 1ª |
| | | | | 5 | 2ª |
| | | | | 6 | 3ª |
| | | Diferencias y semejanzas | | | 1ª |
| | | | | | 2ª |
| | | | | | 3ª |
| | | Ordenación | | 1 | 1ª |
| | | | | 3 | 2ª |
| | | | | 1 | 3ª |
| | | Clasificación | | 4 | 1ª |
| | | | | 3 | 2ª |
| | | | | 5 | 3ª |
| Comunicación | Palabra / frase | | 10 | 1ª | |
| | | | 19 | 2ª | |
| | | | 15 | 3ª | |
| | Resumen / informe | | | 1ª | |
| | | | 5 | 2ª | |
| | | | 4 | 3ª | |
| | Mural /esquemas / Dibujos | | 2 | 1ª | |
| | | | 2 | 2ª | |
| | | | 5 | 3ª | |
| | Construcción de tablas | | | 1ª | |
| | | | 2 | 2ª | |

| | | | | | |
|-------|--|--|----------------|----------------|----------------|
| | | | 3 | 3 ^a | |
| | | Intercambio de ideas, opiniones,... | | 1 ^a | |
| | | | | 2 ^a | |
| | | | 2 | 3 ^a | |
| | Intelectuales / interpretación | Hechos / fenómenos / situaciones | 3 | 1 ^a | |
| | | | | 3 | 2 ^a |
| | | | | 16 | 3 ^a |
| | | Datos numéricos o tablas | | 1 ^a | |
| | | | | 2 ^a | |
| | | | | 3 ^a | |
| | | Gráficos | | 1 ^a | |
| | | | | 2 ^a | |
| | | | | 3 ^a | |
| | | Elaboración de conclusiones | | 1 ^a | |
| | | | 2 ^a | | |
| | | | 3 ^a | | |
| | Habilidades manipulativas y de cálculo | | 1 | 1 ^a | |
| | | | 1 | 2 ^a | |
| | | | 9 | 3 ^a | |
| TOTAL | | | | 276 | |

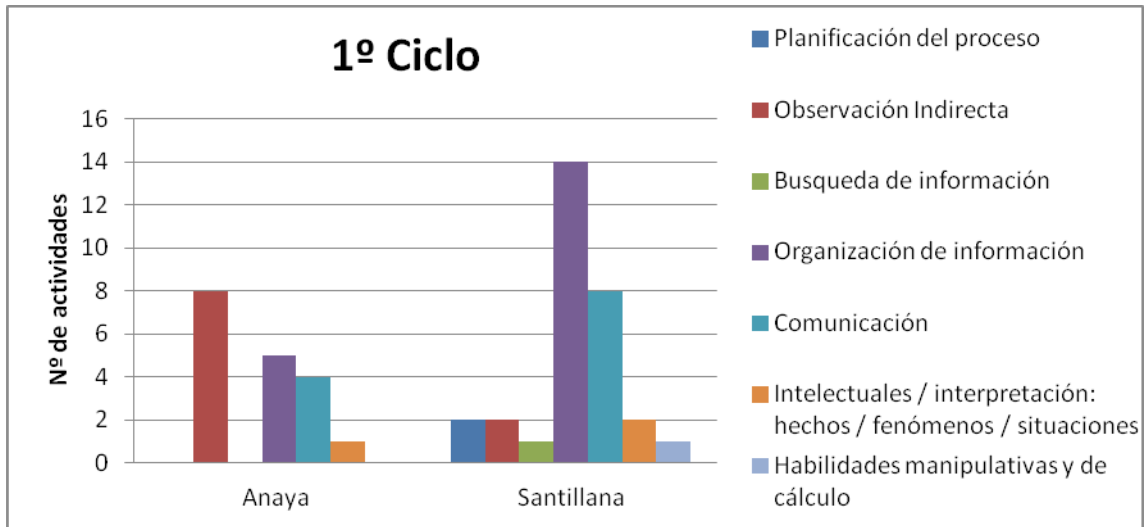
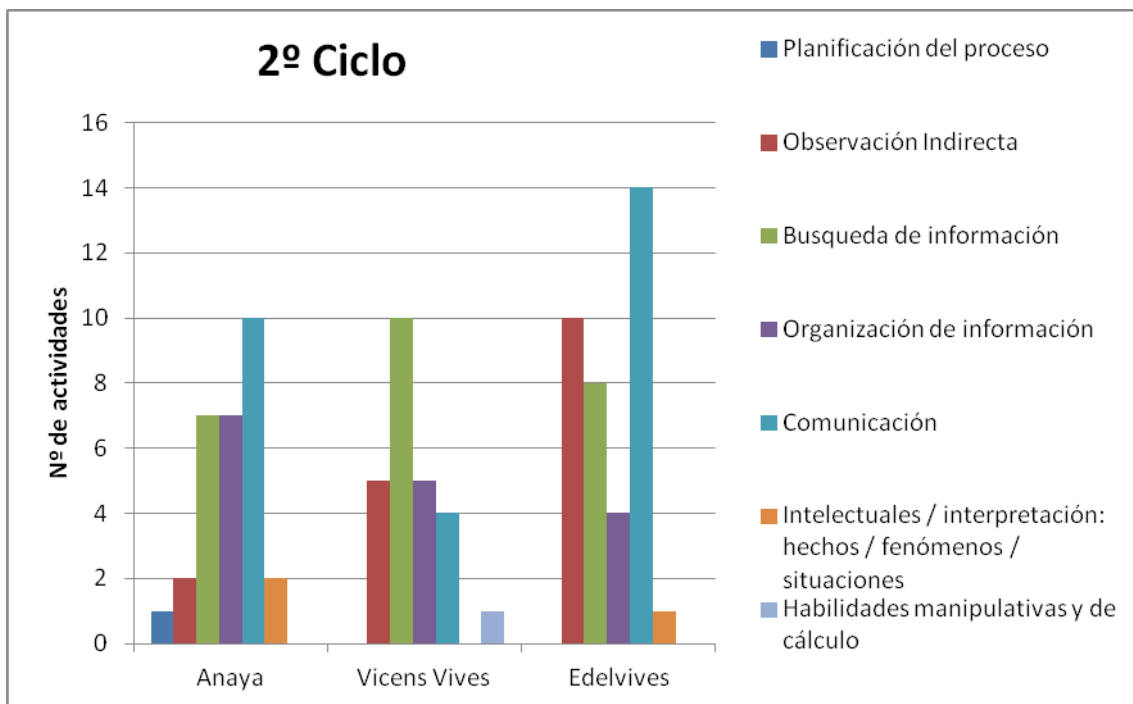


Figura 5: Resultados del análisis de las actividades. Procedimientos por editoriales



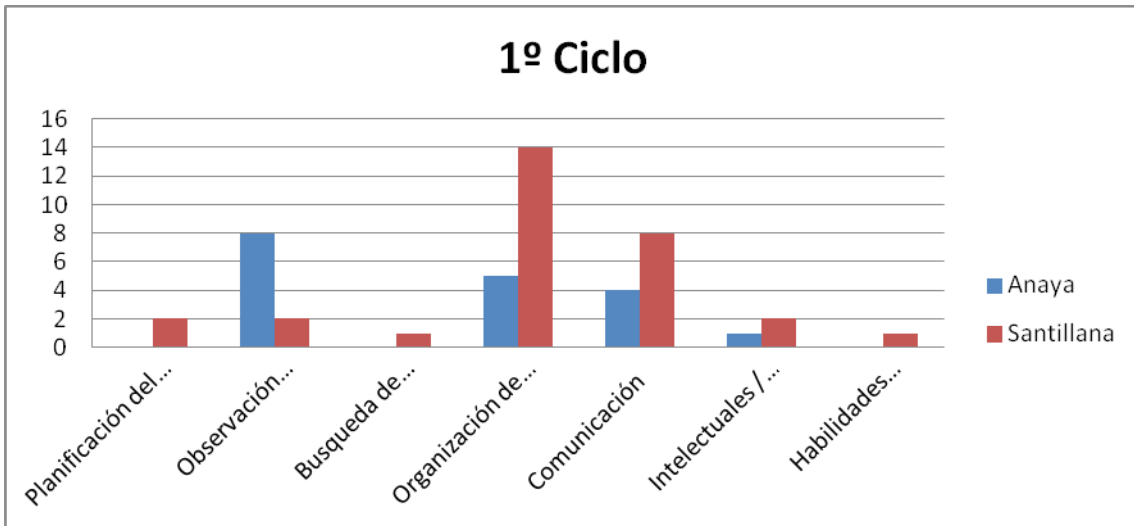
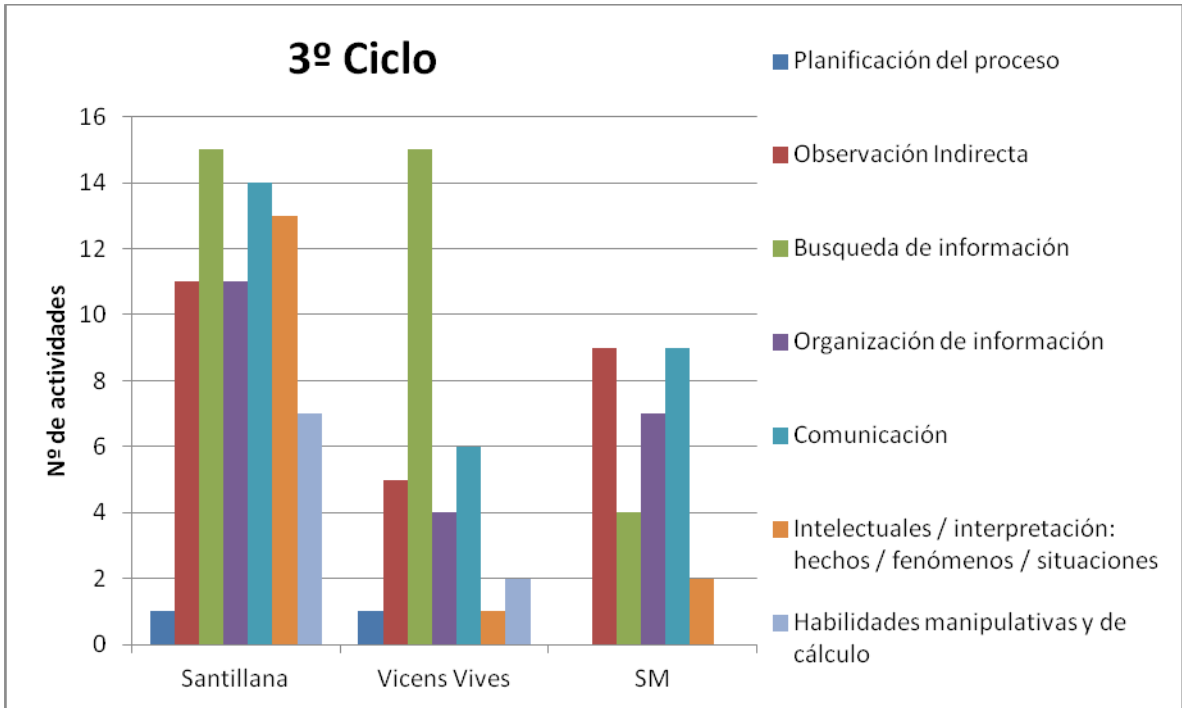
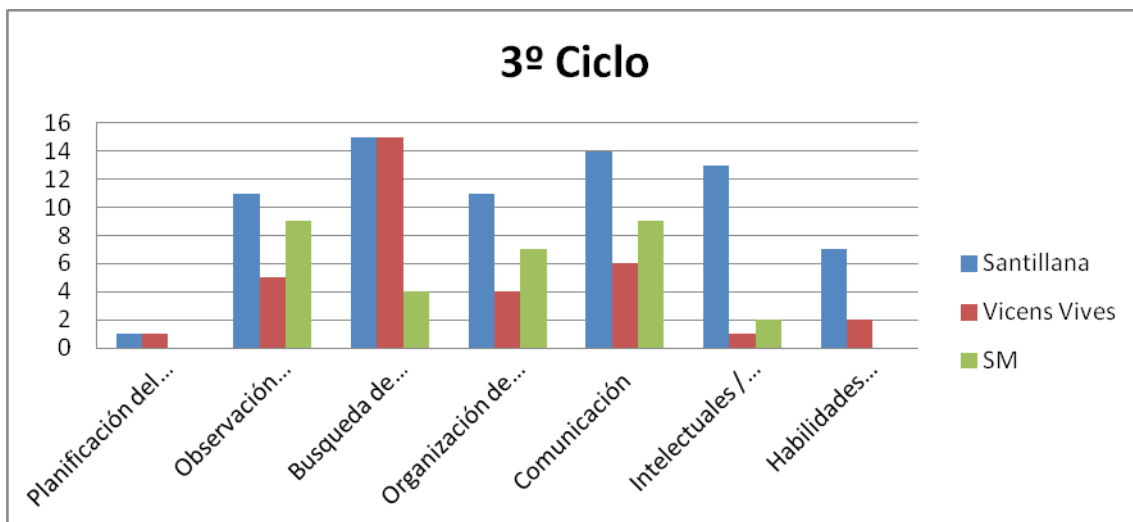
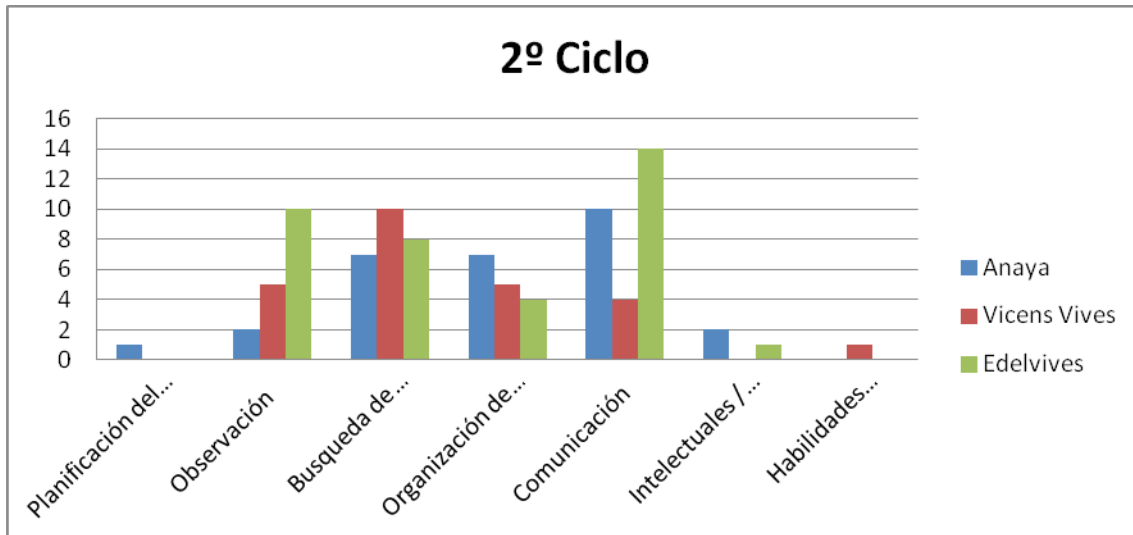


Figura 6: Comparativa ejes a la inversa.



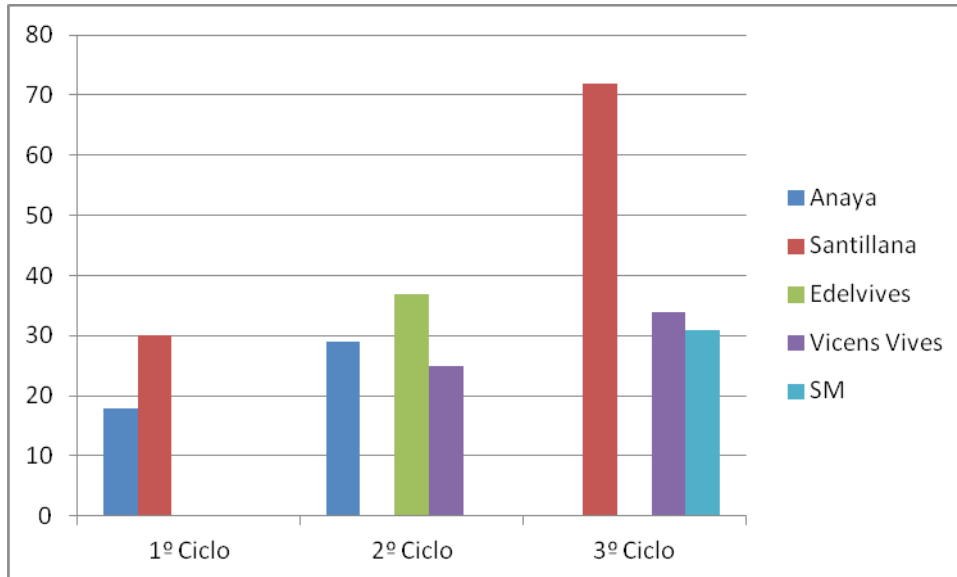


Figura 7: Número de actividades sobre fuerzas por editoriales (gráfica de barras)