

TRABAJO FIN DE MÁSTER

La idea de Fuerza en Secundaria.
Descripción de la enseñanza, análisis y
mejora

Autor: *Sergio Torres Cañizares.*

Especialidad: *Física y Química.*

Director del Trabajo Fin de Máster: *Rafael López-Gay Lucio Villegas.*

Convocatoria de la defensa: *12 de junio de 2012.*

Contenido

1. Introducción.....	6
2. Ideas clave de la didáctica de las ciencias.....	7
2.1. El docente como profesional reflexivo y no meramente técnico.....	7
2.2. Visión constructivista del aprendizaje y concepciones alternativas en ciencias.....	12
2.3. Visión de la ciencia.....	14
2.4. Importancia del trabajo en grupo.....	17
2.5. Importancia de la comunicación y el lenguaje en el aprendizaje de las ciencias.....	19
3. Diseño de una secuencia de enseñanza sobre fuerzas en 4º de ESO. 19	
3.1. Estudio del currículum de secundaria.....	20
3.2. Ideas clave.	21
3.3. Situaciones a abordar por el alumnado.	21
3.4. Concepciones alternativas sobre fuerzas.	22
3.5. Profundización en los conceptos y actividades para la secuencia.....	23
3.6. Propuesta de secuencia de actividades.	24
3.7. Presentaciones de diapositivas para el desarrollo de las clases.	30
3.8. Instrumentos para la evaluación de la enseñanza.....	31
4. Análisis de resultados y principales conclusiones.	32
5. Propuesta de mejora.	36
6. Valoración sobre mi experiencia en el Máster, en el Prácticum, y en la realización del Trabajo Fin de Máster.....	37
7. Referencias bibliográficas.	38
8. Anexos.....	39
Anexo I: Formulario de las sesiones 1 y 2.	40
Anexo II: Formulario de las sesiones 3, 4 y 5.....	41
Anexo III: Ejercicios de suma gráfica de fuerzas.	42
Anexo IV: Ejercicios de descomposición gráfica de fuerzas.	43
Anexo V: Soluciones de los ejercicios de suma gráfica de fuerzas.	44
Anexo VI: Soluciones de los ejercicios de descomposición gráfica de fuerzas.	45
Anexo VII: Presentaciones de PowerPoint de la sesión 1.....	46
Anexo VIII: Presentaciones de PowerPoint de la sesión 2.....	48
Anexo IX: Presentaciones de PowerPoint de la sesión 3.....	50
Anexo X: Presentaciones de PowerPoint de la sesión 4.....	53

Anexo XI: Presentaciones de PowerPoint de la sesión 5..... 55

1. Introducción.

El objetivo del presente trabajo es analizar el proceso de enseñanza de las fuerzas a alumnos y alumnas de secundaria a partir de mi experiencia docente durante el Prácticum del Máster en el IES El Parador, situado en la localidad de El Parador (Roquetas de Mar), y tras este análisis, establecer conclusiones que me van a permitir proponer una mejora en la secuencia de actividades realizada en dicho Prácticum. El grupo de alumnado, objeto de estudio, es 4ºA de la ESO, y la asignatura es Física y Química. La unidad a enseñar tiene por título Fuerza: una magnitud para medir interacciones, y forma parte del capítulo de Dinámica.

Para realizar el trabajo parto de mi intervención en el Prácticum, a partir de la cual es necesario hacer una comparativa con autores y expertos en educación para establecer un marco teórico con el que compararla. Necesito conocer si mi proceso seguido es el más aceptado y seguido por docentes y expertos, por ello establezco un segundo epígrafe denominado *Ideas clave de la didáctica de la ciencias*, en el cual se plasme una fundamentación que apoye y contraste con mis decisiones, análisis y comentarios.

Desde un primer momento, adopto una visión crítica de la enseñanza y eso me lleva a unas conclusiones que hacen que modifique mi secuencia de actividades, para ello es necesario plasmar la importancia de las concepciones alternativas del alumnado y la importancia de que construyan sus significados, que trabajen la competencia científica partiendo de situaciones cercanas, y que el pensar, hacer y hablar son fundamentales en ciencias, así como el trabajo en grupo. En resumen, con el segundo epígrafe busco el marco teórico que justifica la propuesta de cambios en la secuencia.

Posteriormente, expongo el estudio, clarificación y organización de las clases que llevan al diseño de la secuencia de actividades, establezco unos instrumentos de evaluación que me permitan comprobar si el proceso de enseña-aprendizaje va bien, y después, comento los resultados obtenidos y las conclusiones. Por último, teniendo en cuenta las conclusiones, y bajo el marco teórico asentado, propongo una serie de mejoras.

2. Ideas clave de la didáctica de las ciencias.

Para poder analizar el proceso de enseñanza de las fuerzas y establecer unas conclusiones, necesito apoyar mis decisiones y comentarios en un marco teórico que justifique una propuesta de cambios en la secuencia de actividades. Para ello, a continuación expongo una serie de ideas clave a tener en cuenta en la enseñanza de las ciencias.

2.1. El docente como profesional reflexivo y no meramente técnico.

Enseñar ciencia implica establecer puentes entre el conocimiento científico y el conocimiento que pueden construir los estudiantes, y para ello, el docente tiene que reelaborar el conocimiento científico para que el alumnado pueda usarlo para interpretar y transformar su entorno, y favorecer que construya modelos congruentes con la ciencia (*Sanmartí, 2002*).

Un modelo es una representación mental que permite explicar la realidad y hacer predicciones, y en el caso de las fuerzas usamos una representación mental en la que nos imaginamos unas flechas cuando existe interacción entre dos cuerpos, las cuales no vemos en realidad y nos dicen la magnitud, el origen, la dirección y el sentido de dichas fuerzas.

En la actualidad, tal vez por comodidad o por tener una visión simplista y nada creativa de su trabajo, muchos docentes utilizan los libros de texto como si se tratase de una imposición de los contenidos a impartir, las ideas importantes, los mejores ejemplos, experiencias y analogías, y el orden a seguir, sin ningún tipo de reflexión ni de discusión. Esto hace que el alumnado se desilusione debido a que con mucha frecuencia los docentes, a través de los libros de texto, muestran temas aislados, con conceptos que no se relacionan con la realidad ni le ven sentido, el alumnado memoriza los contenidos pero no establece una relación con lo ya aprendido.

Además, si añadimos que hay docentes cuya preparación de las clases consta de una lectura superficial del libro o apuntes ya hechos con anterioridad, pone de relieve una falta de motivación del profesorado en secundaria, convirtiendo al alumnado en el principal responsable de los problemas de la enseñanza.

Por otro lado, hay docentes que buscan un ambiente natural sin una preparación previa que evite elementos artificiales y distorsionadores dando las riendas al alumnado mediante debate en clase, pero esto requiere una mayor preparación del docente y planificación que le permita anticiparse a las respuestas posibles. Lo normal es encontrar docentes que estudian, clarifican y organizan las clases, sobre todo al principio.

Para el currículo se requiere un buen conocimiento de la ciencia de referencia y de las características del alumnado, y debe hacerse en equipo, con docentes de distintas disciplinas e intereses, teniendo en cuenta las condiciones del centro.

Los libros de texto pueden ayudar a tomar decisiones, pero el profesorado debe disponer de criterios didácticos para valorar la selección que se pueda hacer, y debe contextualizarse a las necesidades del alumnado.

A la vista de que la secuenciación clásica no promueve el aprendizaje significativo y como justificación de una propuesta alternativa, hay que exponer una serie de concepciones didácticas ampliamente compartidas en el campo de la didáctica de las ciencias (*López-Gay, 2012*):

- La ciencia estudia el entorno natural y tecnológico para explicarlo y hacer predicciones, construyendo conocimientos de tipo descriptivo y de tipo explicativo (modelos), pero la ciencia es también la forma de construir y aceptar esos conocimientos. Los conocimientos disponibles permiten reconocer problemas y adelantar soluciones justificadas o hipótesis que deben ser probadas buscando información o diseñando y realizando experiencias. Juega un papel fundamental en este proceso la comunicación y el intercambio de ideas.
- Existen razones que justifican la enseñanza de un mismo currículo de ciencias para todos o alfabetización científica, como son el desarrollo de capacidades personales y de la socialización, la comprensión de sí mismo y del medio, la integración en una cultura marcada por el conocimiento y los productos científico-tecnológicos, y la necesidad de la participación ciudadana y la toma de decisiones en una sociedad democrática que se enfrenta a importantes problemas sociocientíficos.

- Las personas elaboramos y compartimos en nuestra vida cotidiana concepciones o explicaciones del mundo que nos rodea para dotarlo de sentido a nuestros ojos. En nuestra vida cotidiana utilizamos formas de razonamiento y criterios para producir y aceptar algo como válido que son muy diferentes de los que se utilizan en ciencia, por ello nuestras concepciones no coinciden con las científicas, son concepciones alternativas a las concepciones científicas. El aprendizaje de las ciencias debe entenderse entonces como un cambio de concepciones y un cambio en las maneras de razonar y de aceptar como válido el conocimiento.
- De manera justificada, una enseñanza de las ciencias debería:
 - proporcionar conocimiento descriptivo y modelos comprensibles sobre el entorno y sobre el cuerpo humano ya que es el conocimiento básico y el objeto de la ciencia;
 - partir de lo cercano, particular y concreto para avanzar hacia lo lejano, general y abstracto, ya que facilita que el contenido tenga sentido para los estudiantes y promueve una visión adecuada de la ciencia;
 - hablar y hacer ciencia: plantear preguntas de interés, expresar y discutir concepciones, buscar pruebas, analizar resultados, obtener conclusiones y comunicar, ya que facilita que el contenido tenga sentido, y ayuda a cambiar las concepciones y formas de razonar;
 - abordar problemas sociocientíficos y promover la participación ciudadana, ya que es un fin de la educación formar ciudadanos críticos y participativos.

La enseñanza de las ciencias basada en la indagación (IBSE) es una propuesta concreta de enseñanza que reúne la mayor parte de esas características, basada expresamente en cómo aprenden ciencia los estudiantes, las características de la ciencia y el trabajo científico y la importancia del conocimiento y el trabajo científico como contenido de la enseñanza. El enfoque IBSE planteado reúne las siguientes características:

- Existe un problema o pregunta científica que involucra a los estudiantes y da sentido a la enseñanza.
- Los estudiantes formulan explicaciones y buscan pruebas que las apoyen o rechacen.
- Los estudiantes comunican e intercambian ideas, argumentos y resultados.
- Las conclusiones obtenidas son evaluadas a la luz de otras explicaciones alternativas, acercándose a explicaciones científicamente ya aceptadas.

Una vez vistas algunas concepciones didácticas sobre la enseñanza de las ciencias, habría que abordar el estudio, clarificación y organización de las clases. Para ello se tienen en cuenta los siguientes pasos:

- **Análisis de currículo:** Se buscan los contenidos mínimos y los criterios de evaluación correspondientes al curso y materia a impartir, para tener una idea general. Cuando no se analiza el currículo, el docente adopta las decisiones que establecen los autores de los libros de texto.
- **Clarificación conceptual:** el siguiente paso es entender cuales son las ideas fundamentales, las relaciones entre estas ideas y su incardinación dentro de un esquema general de grandes ideas. Hay que estudiar para adquirir una comprensión profunda sin huecos ni fisuras, identificando dudas, cuestionando lo que se lee y buscando respuestas. Un primer paso es estudiar libros de texto, materiales didácticos, manuales de nivel superior y otros libros. Este proceso de clarificación es cíclico, pues conforme se profundiza el conocimiento cambia y se amplía.
- **Problemas relevantes:** El docente debe buscar situaciones cotidianas en las que puede aplicarse el conocimiento científico e identificar situaciones problemáticas, relevantes para el alumno, que generen la necesidad de ese conocimiento. Aunque se parte de la clarificación conceptual sobre un contenido concreto, los problemas cercanos obligan a su redefinición.
- **Concepciones de los estudiantes:** El aprendizaje de las ciencias consistirá en reconocer la insuficiencia de las concepciones cotidianas y

la utilidad de las concepciones científicas sobre el mundo que les rodea. Esto hace necesario que el docente conozca las concepciones del alumnado en relación con los conocimientos que pretende enseñar para apoyarse en ellas para el diseño y desarrollo de la enseñanza y poder entender mejor las dificultades y las aportaciones de sus alumnos durante la clase. Algunos libros de texto guía del profesor incluyen un resumen de estas concepciones, y posteriormente puede completarse con otros libros o revistas científicas.

El estudio, clarificación y organización de las clases concluye con el diseño de la secuencia de actividades, que va a ser la hipótesis de partida. Para comprobar si se cumple o se incumple esta hipótesis de partida se necesitan pruebas, que son las observaciones, hechos experimentados, señales, muestras o razones (datos de naturaleza empírica o teórica) que apoyen nuestras conclusiones, lo que nos puede llevar a realizar comparaciones de rasgos comunes, usar instrumentos o diseñar o llevar a cabo experimentos (*Jiménez, 2010*).

En nuestro caso, nos interesa concluir cuáles son las causas de los errores conceptuales del alumnado para proponer una alternativa que mejoren la enseñanza y el aprendizaje. Básicamente las causas las podemos resumir en:

- La enseñanza centra en la repetición, dando más importancia a memorizar.
- La enseñanza es superficial y operativa. El docente transmite conceptos que el alumnado absorbe sin crítica, haciendo ejercicios mecánicos, y no se explican de donde vienen los conceptos, lo que impide la interiorización de la conceptualización.
- Se ve una ciencia abstracta alejada de lo real y cotidiano.
- Se transmiten errores.
- Se prioriza aprobar antes que el aprendizaje, con conocimientos fragmentados y no conexiones que luego se plasman en exámenes.
- No se tratan las concepciones alternativas del alumnado.

2.2. Visión constructivista del aprendizaje y concepciones alternativas en ciencias.

En el apartado anterior, se hace mención de las concepciones del alumnado sobre ciencia, como causa de sus errores conceptuales, y la necesidad del docente de tenerlas en cuenta en el proceso de enseñanza para que el alumnado construya su aprendizaje. Esta es otra de las ideas clave que se menciona al principio como marco teórico para el análisis de la enseñanza de fuerzas.

Los niños llegan a la escuela con unas ideas e interpretaciones ya formadas sobre muchos aspectos del mundo (incluidos los científicos) las cuales han trabajado por sí mismos a través de experiencias cotidianas que tienen sentido para ellos como actividades físicas prácticas, conversaciones con otras personas y medios de comunicación (*Harlen y otros, 2010*).

Estas ideas persisten y no cambian fácilmente, sobre todo por ideas científicas que van en contra de su intuición, aun cuando no coinciden con los resultados experimentales o con las conclusiones del docente.

El alumnado interioriza su experiencia de una forma propia construyendo sus propios significados, y esto influye en la manera de adquirir la información. Lo que los niños son capaces de aprender depende, en parte, de lo que tienen en la cabeza, y del contexto del aprendizaje en el que se encuentren, y una misma experiencia puede ser asimilada de forma distinta dependiendo del sujeto (*Driver y otros, 1985*).

Esto lleva a la necesidad por parte del docente de enseñar partiendo de las ideas de los alumnos, pero no es fácil ya que el docente se responsabiliza de la clase como un todo y puede ser poco realista atender a las distintas nociones de cada estudiante.

Aunque los conceptos que los alumnos emplean para interpretar los fenómenos son diferentes, existen ciertas pautas generales en los tipos de ideas que usan los niños de diversas edades, según estudios realizados en todo el mundo.

Para ayudar a los niños a llevar a cabo esta reestructuración de su pensamiento acerca de los fenómenos naturales, tenemos en cuenta (*Driver y otros, 1985*):

- **La elección de los conceptos que se enseñarán:** Algunos conceptos se consideran obvios y se dan por sabidos, cuando la realidad es que no los terminan de entender y esto puede llevar a posteriores problemas en el aprendizaje. Se remarcan más los errores que las ideas interesantes, y a confundir lo que un alumno no recuerda con lo que no sabe.
- **La elección de las experiencias de aprendizaje:** Si conocemos las concepciones alternativas de los estudiantes, podemos atacarlas de un modo directo mediante experiencias que entre en conflicto con las expectativas, de manera que les obliguen a reconsiderarlas.
- **La presentación de objetivos de las actividades propuestas:** Al formular los objetivos de las tareas de aprendizaje hay que tener en cuenta que los alumnos pueden reinterpretar las intenciones del profesor a su modo.

Si no sabemos lo que piensan los alumnos y por qué opinan así, no se podrá ejercer un impacto en la enseñanza. Las semejanzas y diferencias entre las ideas de los niños y las ideas científicas son fundamentales para la enseñanza y el aprendizaje (*Hierrezuelo y Montero, 1991*).

Existe relación entre los errores conceptuales de los alumnos que han recibido enseñanza formal y sus concepciones alternativas, lo que no hace efectivo enseñar los mismos conceptos en ciencias sin conocer estas concepciones alternativas, con independencia de que el alumno sea brillante o no (*Osborne y Freyberg, 1991*).

En la preparación de las clases, hay que tener en cuenta las características del alumnado, como la edad, el ambiente sociocultural, sus intereses y las concepciones alternativas:

- **Edad:** Al principio de la ESO pueden empezar a aplicar operaciones de la lógica formal como las hipotético-deductivas, y pueden aprender a describir fenómenos de forma concreta, pero sus ideas son provisionales

y van evolucionando. Deben habituarse a hacerse preguntas y dar explicaciones aproximadas a las científicas. Pero si se promueve la repetición de saberes presentados como verdaderos, no se fomentará el desarrollo del pensamiento teórico.

- **Ambiente sociocultural del alumnado e intereses:** Algunos profesores abandonan a algunos alumnos por su falta de capacidad o de interés. El profesor es un condicionante, pues si tiene expectativas de que aprendan eso va a influir positivamente. El profesor también se ve influenciado por el ambiente de trabajo, debido a los valores y prácticas del equipo de profesores.
- **La ideas previas o concepciones alternativas:** Las podemos clasificar en *espontáneas* (originadas por su experiencia física) o *inducidas* (originadas por su experiencia social), y existen varias formas de poder detectarlas y estudiarlas (*Jiménez Liso y López-Gay, 2011*), entre ellas:
 - Producciones de los estudiantes
 - Entrevistas (abiertas, semiabiertas o cerradas)
 - Grabaciones (en clase o mediante entrevista)
 - Cuestionarios (abiertos o cerrados)
 - Trabajos de otros autores

2.3. Visión de la ciencia.

Una vez vistos aspectos sobre la enseñanza y el docente, y que es necesario tener en cuenta las concepciones alternativas del alumnado, hay que destacar la importancia de que el alumnado sea capaz de abordar situaciones cercanas para alcanzar la abstracción y adquirir competencia científica,

Todo problema que se plantee, requiere movilizar conocimientos conceptuales y destrezas relacionadas con la argumentación, como por ejemplo evaluar el enunciado contrastándolo con los datos suministrados. El alumnado no es capaz de aplicar conocimientos y destrezas a situaciones nuevas, por que no hay suficiente tiempo para actividades de aplicación de lo aprendido debido a que los programas son extensos y el profesorado tiene escasa formación.

La argumentación y el uso de pruebas son relevantes y están relacionados con la competencia científica, la cual contiene tres dimensiones o capacidades que son requeridas para su desarrollo y que están conectadas entre sí (Jiménez, 2010):

1. Identificar cuestiones científicas que pueden ser investigadas por la ciencia.
2. Explicar fenómenos científicamente (mediante el uso de modelos).
Un nuevo modelo lleva a generar nuevas preguntas
3. Utilizar pruebas (para elegir entre distintos modelos, se utilizan pruebas, y su análisis mediante los modelos conduce a generar nuevas preguntas).

Aprender ciencias no es solo construir modelos conceptuales sino también desarrollar o apropiarse de prácticas específicas del trabajo científico o formas de trabajar de la comunidad científica. Estas prácticas están asociadas a 3 procesos conectados entre sí:

1. **Producir conocimiento:** Generar nuevos modelo o nuevas ideas. Explicar en clase modelos anteriores ayuda a una concepción mas adecuada de la ciencia, que tiene en cuenta su carácter provisional sujeto a cambios.
2. **Evaluar conocimiento:** Se trata de evaluar en base a pruebas (argumentación), que estarán a favor o en contra de unas u otras ideas. En clase es menos frecuente realizar actividades de evaluación o discusión de procesos que llevan a la aceptación o no de teorías, el cambio de unas por otras, etc. Los procesos de argumentación ponen de manifiesto que los mismos datos o pruebas pueden ser interpretados de distinta forma según la lente teórica desde la que se interpreta.
3. **Comunicar conocimiento:** El trabajo científico incluye actividades discursivas, producción de textos, libros, informes. El lenguaje tiene las funciones interpretativas (metáforas y analogías) y de etiquetado (dar nuevos nombres como gen, electrón). Es importante conocer el léxico científico y la construcción de nuevos significados. Hay que

distinguir entre el significado en la vida cotidiana y en el lenguaje científico.

Otro problema para poder aplicar conocimientos y destrezas es que se proponen situaciones propias del contexto escolar (algo que solo verá en la escuela), pero para el alumno es difícil aplicar esto a una situación real. Por ello es conveniente analizar situaciones reales que vean a diario, pero son más complejas que las que se plantean en un contexto escolar, lo que implica hacerlo desde una forma de mirar determinada. Cada disciplina relaciona los hechos con modelos específicos, lo que haría necesario abordar problemas desde una perspectiva multidisciplinar, pero el profesorado tiene una formación de una sola disciplina (*Sanmartí, 2002*).

Para que el alumnado pueda explicar y hacer predicciones sobre una variedad de fenómenos relacionados con el mundo natural, deberían alcanzar una serie de grandes ideas que cumplan unos criterios (*Harlen y otros, 2010*):

- Que sean de aplicación universal
- Que puedan desarrollarse a través de distintos contenidos, elegidos por su relevancia, interés y motivación
- Que puedan aplicarse a nuevos contenidos y favorezca que los alumnos comprendan situaciones y fenómenos, desconocidos aún para ellos, y que puedan encontrarse en sus vidas.

Para probar la utilidad de una idea se hace una predicción, y después se recopilan nuevas pruebas para ver si se ajustan a la predicción, en caso contrario, hay que buscar una idea alternativa. Las habilidades de indagación juegan un papel clave en el desarrollo de las ideas, y la enseñanza de las ciencias busca ayudar al alumnado a usar estas habilidades.

Una práctica coherente con la enseñanza de las ciencias hace uso de la indagación, el constructivismo y el uso de la evaluación formativa. Aunque estos tres aspectos de la pedagogía se superponen, cada uno contribuye de forma distinta al aprendizaje. La indagación se dirige al desarrollo de la comprensión a través de la obtención y uso de pruebas, pero aunque las ideas desarrolladas a través de la indagación podrían ser ideas ya existentes en los

estudiantes, la indagación no requiere esto necesariamente. Tampoco requiere la autoevaluación del estudiante ni la evaluación entre iguales. Por otro lado, el constructivismo insiste en que el desarrollo comienza a partir de las ideas y habilidades que los estudiantes traen de su experiencia previa y el papel de las pruebas y de argumentar con otros para crear ideas más científicas, pero dice poco acerca de la recopilación de pruebas, la naturaleza de la progresión o el papel de la autoevaluación o la evaluación entre iguales. La evaluación formativa añade la importancia de regular la enseñanza para mantener el ritmo de comprensión de los estudiantes. Tienen como eje la participación de los estudiantes en su propio aprendizaje, ofreciéndoles la información y las habilidades que necesitan para evaluar su progreso en relación a sus objetivos y asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje.

2.4. Importancia del trabajo en grupo.

El trabajo en grupo es fundamental en la enseñanza de ciencias, siendo otra de las ideas clave. Para estudiar ciencias hay que aproximarse lo más posible a la forma de trabajar científica, lo que requiere contrastar ideas y debates colectivos.

Para destacar la importancia del trabajo en grupo, paso a enumerar algunas de las ventajas que supone (Gil, 1993):

- Información y conocimientos mas completos, aunando las capacidades de varios sujetos
- Diversidad de enfoques, que permite una visión heterogénea y mas amplia importante en los procesos de solución de problemas
- Medios para generar nuevas ideas y soluciones creativas a problemas complejos.
- Capacidades para afrontar con mayor éxito tareas complejas e interdependientes
- Aceptación y apoyo a las soluciones por parte de sus miembros, como resultado de su participación en el proceso de toma de decisiones.

- Legitimidad de las decisiones tomadas, frente al carácter arbitrario y autocrático que puede tener la decisión individual.

Para tener una visión más completa del trabajo en grupo hay que considerar también sus inconvenientes para valorar en qué casos es recomendable el trabajo en grupo frente al trabajo autónomo:

- Lentitud pues el trabajo en grupo requiere más tiempo.
- El conformismo y reducción de juicios críticos derivados del deseo de pertenecer al grupo y no ser rechazado
- El control y la manipulación del propio grupo y de sus recursos por parte de unos pocos.
- La reducción del esfuerzo individual, pudiendo generar holgazanería.
- Proceso que pueden incidir negativamente en la toma de decisiones grupales (inhibición, polarización de las decisiones, etc.)

Como ejemplo, para aplicar la metodología de aprendizaje basado en problemas el alumnado debe trabajar en grupo, lo que favorece que los alumnos y alumnas gestionen eficazmente los posibles conflictos que surjan entre ellos y que todos se responsabilicen de la consecución de los objetivos previstos. Esta responsabilidad asumida por todos los miembros del grupo ayuda a que la motivación por llevar a cabo la tarea sea elevada y que adquieran un compromiso real y fuerte con sus aprendizajes y con los de sus compañeros. Esta metodología no solo requiere trabajo en grupo, sino que también se trabaja de forma autónoma, compartiendo la información recopilada individualmente y se ayuda al resto de integrantes del grupo.

Es fundamental un ambiente colaborativo que permita la interacción intelectual entre los componentes del aula, así como la autonomía para que sean artífices de su aprendizaje, para que aprendan a aprender. Deben comparar las distintas interpretaciones entre iguales, entre ellos y la información y entre ellos y la ciencia. El continuo contraste entre explicaciones de alumnos y profesores, y entre éstos y las fuentes de información, facilitan el enriquecimiento y la evolución de las formas de pensar.

2.5. Importancia de la comunicación y el lenguaje en el aprendizaje de las ciencias.

Tras ver la importancia del trabajo en grupo como fuente de intercambio de ideas y deliberaciones, esto nos lleva a otra idea clave relacionada que es la importancia de la comunicación y uso del lenguaje científico en la enseñanza de ciencias.

La comunicación es fundamental para transmitir los conocimientos científicos y para crearlos. El hablar es la expresión de nuestro modelo mental de pensamiento y para construir el pensamiento científico se requiere crear situaciones para expresar modelos mentales sobre el objeto de estudio, analizarlos viendo contradicciones respecto a otros modelos mentales, y saber reconstruir.

Muchas veces se plantean experiencias fundamentando en el concepto de ciencia como método y que busca reconstruir el método experimental usado por la comunidad científica, lo que minimiza la importancia de los conceptos y teorías científicas y el lenguaje como medio de construcción del conocimiento científico. La construcción del conocimiento se ve afectado por factores sociales, económicos, ideologías y competencia entre investigadores, pudiendo existir conflictos ya que los experimentos científicos no son objetivos ni dan una visión exacta de la realidad pues las interpretaciones son subjetivas.

El aprendizaje basado en repetir modelos científicos aceptados, deja de tener sentido, y pasa a ser prioritario pensar sobre los hechos y fenómenos del mundo, relacionando observaciones y las representaciones mentales. Por tanto, hablar está asociado a aprender a pensar sobre hechos y fenómenos, a explicar, contrastar y reconocer si los puntos de vista se adecúan o no a los resultados (*Pujol, 2003*).

3. Diseño de una secuencia de enseñanza sobre fuerzas en 4º de ESO.

Una vez descritas las ideas clave sobre la enseñanza de ciencia que sirven de marco teórico para este trabajo, procedo a describir el proceso seguido para el diseño de la secuencia de actividades como hipótesis de partida para el

análisis de la enseñanza de la idea fuerza, haciendo uso de mi experiencia docente en el Prácticum.

El proceso comienza con el estudio y clarificación de los contenidos de la unidad sobre fuerzas, que van a servir para organizar la secuencia de actividades. El estudio parte del currículum de secundaria, y se tienen en cuenta las principales concepciones alternativas del alumnado.

3.1. Estudio del currículum de secundaria.

Como punto de partida para la preparación de las sesiones, consulto el Real Decreto 1631/2006, sobre contenidos mínimos de secundaria, y la Orden de 10 de agosto de 2007, por la que se desarrolla el currículo de secundaria en Andalucía, para así ver cuáles son los contenidos mínimos y los criterios de evaluación de la unidad a impartir.

La Orden no aporta información al respecto, pero el Real Decreto, si. Para la asignatura de *Física y Química* de cuarto de Secundaria, establece como contenidos mínimos sobre fuerzas, dentro del Bloque nº 2 denominado *Las fuerzas y Los movimientos*:

- Las fuerzas como causa de los cambios de movimiento:
 - Los principios de la Dinámica como superación de la física «del sentido común».
 - Identificación de fuerzas que intervienen en la vida cotidiana: formas de interacción.
 - Equilibrio de fuerzas.

Como criterios de evaluación, el Real Decreto enuncia en su segundo apartado:

- Identificar el papel de las fuerzas como causa de los cambios de movimiento y reconocer las principales fuerzas presentes en la vida cotidiana. Pretende constatar si el alumnado comprende que la idea de fuerza, como interacción y causa de las aceleraciones de los cuerpos, cuestiona las evidencias del sentido común acerca de la supuesta

asociación fuerza-movimiento, si sabe identificar fuerzas que actúan en situaciones cotidianas, así como el tipo de fuerza, gravitatoria, eléctrica, elástica o las ejercidas por los fluidos y reconoce cómo se han utilizado las características de los fluidos en el desarrollo de tecnologías útiles a nuestra sociedad, como el barómetro, los barcos, etc.

Como mi intervención se limita a la primera unidad en el que se estudia la idea de fuerza, el contenido referente a Dinámica se ve en la segunda unidad, por tanto no veo el capítulo de dinámica completo, solo de un modo parcial.

Con esta información, establezco las ideas clave de la unidad, así como las situaciones a abordar por el alumnado.

3.2. Ideas clave.

Comparando los contenidos mínimos, y criterios de evaluación, con los contenidos del libro de texto del alumnado como base, establezco como ideas clave a ver en la unidad:

- **Concepto de fuerza.** La fuerza es la medida de la intensidad de la interacción entre 2 cuerpos cuyos efectos pueden ser cambios en la forma y en el movimiento. Son simultáneas, iguales y en sentido contrario
- **Carácter vectorial de las fuerzas.** Las fuerzas se definen por su magnitud, dirección y sentido, siendo de importancia la suma componentes de fuerza y la descomposición de una fuerza resultante.
- **Origen de las fuerzas.** Las distintas fuerzas (rozamiento, empuje, tensión, peso...) se deben a interacciones gravitatorias o electromagnéticas.

3.3. Situaciones a abordar por el alumnado.

Del mismo modo, al consultar lo que establece la normativa y al clarificar los conceptos de la unidad mediante el libro de texto (*Hierrezuelo y otros, 2008*) y fuentes bibliográficas complementarias (*Tipler, 1992; Gettys, 1995; Hewitt,*

2004), establezco qué situaciones debe de ser capaz de abordar el alumnado, las cuales son:

- Identificar situaciones en las que hay una fuerza resultante.
- Ser capaz de explicar si una fuerza es de origen gravitatorio o electromagnético
- Pasar de la observación a las ideas sobre los fenómenos.

3.4. Concepciones alternativas sobre fuerzas.

Para diseñar una secuencia de actividades adecuada al alumnado, es necesario tener en cuenta sus principales concepciones alternativas sobre fuerza, las cuales son (*Hierrezuelo y otros, 2008*):

- Algunos cuerpos u objetos poseen fuerza, de forma que la fuerza que tiene un cuerpo es proporcional a la cantidad de actividad que puede provocar (una bomba, y un levantador de pesas, tienen mucha fuerza).
- Sólo el hombre, los animales y algunos cuerpos (bombas, muelles o motores) tienen fuerza. Hay confusión entre fuerza y esfuerzo.
- Se confunde fuerza con energía (una bola de billar tiene mas fuerza cuando está en movimiento que en reposo).
- La fuerza es una magnitud que se conserva y puede traspasarse de un cuerpo a otro.
- Solo identifica una de las 2 fuerzas presentes en una interacción.
- Pueden no representar correctamente las parejas de fuerzas, aplicando la pareja de fuerzas sobre un mismo cuerpo, confundiendo la pareja de fuerzas con una situación de equilibrio.
- Puede no creer que las acciones no sean simultaneas, que existe un orden, siendo primero una acción y después una reacción.
- Pueden creer que las fuerzas del par no son iguales, que si existe movimiento es porque una fuerza del par es mayor que la otra.
- Los cuerpos caen hacia un abajo absoluto y no hacia el centro de la Tierra.

- Peso y gravedad son cosas distintas, confunden peso con masa, y la gravedad es algo que actúa en el espacio.
- No hay fuerzas gravitatorias en ausencia de aire (Pesamos menos en la Luna porque no hay atmosfera)
- Algunos creen que la gravedad aumenta con alturas pequeñas, y otros, que disminuye con la altura de forma rápida de lo que en realidad es.
- Estados de reposo y movimiento son diferentes. El estado natural de los cuerpos es el reposo y todos tienden a él.
- No hay movimiento sin una fuerza que lo mantenga.

3.5. Profundización en los conceptos y actividades para la secuencia

Una vez que sé las ideas clave que debo transmitir y los fenómenos que debe ser capaz el alumnado de abordar, consulto el contenido del libro de texto del alumnado, y teniendo en cuenta las concepciones alternativas que transmite el libro del profesor, anoto los conceptos asequibles y los que presentan mayor dificultad. Con toda esta información, busco ejemplos cercanos al alumnado de situaciones que ellos ven constantemente, o que han experimentado. Al mismo tiempo, consulto las referencias bibliográficas complementarias antes mencionadas para aclarar aquellos conceptos que el libro de texto no aclara, para adquirir un conocimiento más extenso y profundo.

Una vez que tengo clara la conceptualización, paso a la elaboración de la secuencia de actividades, y para ello, hago uso del programa de actividades del tutor del centro de prácticas. La secuencia de actividades se divide en cinco sesiones, según las orientaciones del tutor.

Como existe la posibilidad de terminar el contenido de una sesión antes de tiempo, preparo al mismo tiempo la siguiente sesión.

Además, preparo a modo de guión los conceptos clave que voy a transmitir durante cada sesión; no incluyo, palabra por palabra, lo que voy a decir, pero sí palabras clave, y preparo presentaciones con la aplicación ofimática PowerPoint pues supone un estímulo visual para el alumnado, a la vez que me

ayuda como guía, y de esta forma pueden tener una visión mas realista que un dibujo hecho en una pizarra.

Realmente pretendo dar explicaciones breves para evitar que el alumnado se aburra y deje de atender, y poner ejemplos de situaciones que ellos conozcan para afianzar ideas.

Conforme voy viendo cómo se desarrollan las sesiones, voy adaptándome a las necesidades.

3.6. Propuesta de secuencia de actividades.

Mi secuencia de actividades se basa en el programa de actividades del tutor del centro de prácticas y del libro de texto. La secuencia de actividades se distribuye a lo largo de cinco sesiones de la siguiente manera:

Sesión 1: Concepto de fuerza.

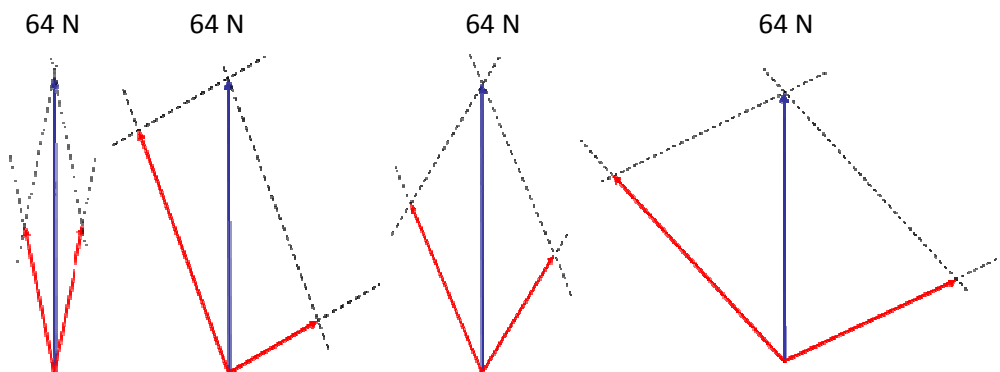
1. Presentación del capítulo de dinámica y de la unidad de fuerzas.
2. Explicación de aspectos importantes relacionados con el concepto de fuerza, haciendo uso de una presentación de PowerPoint (*ver anexo VII*). Se pondrán ejemplos que argumenten dichos aspectos.
3. En el libro de texto, y como tarea para hacer en su casa, el alumnado tiene que leer el epígrafe 1: *concepto de fuerza*, para afianzar ideas vistas en clase.
4. Haciendo uso de un dinamómetro de 3 Newton, cuelga del mismo, masas de 10, 20 ,40 ,80 y 160 gramos (g), anota la lectura de fuerza observando la escala graduada del dinamómetro, mide la elongación del muelle del dinamómetro Δl (cm), en cada caso, con una regla y calcula el cociente entre las Fuerzas y los valores de Δl (N/cm). ¿Qué observas en los valores de $F/ \Delta l$? ¿Qué indican esos valores? ¿Qué podemos decir de la relación entre la fuerza y la elongación del muelle del dinamómetro? ¿Cómo se llama al cociente entre la fuerza y la elongación del muelle?
5. Calcula la constante elástica K para dinamómetros de 50 N, 10 N, 5 N, 3N, 1 N, y 0'1 N, y haz una tabla con los resultados. ¿Qué puede decirse del valor de K ? ¿Cuál es el significado físico de K ?

6. Explicación de la ley de Hooke.

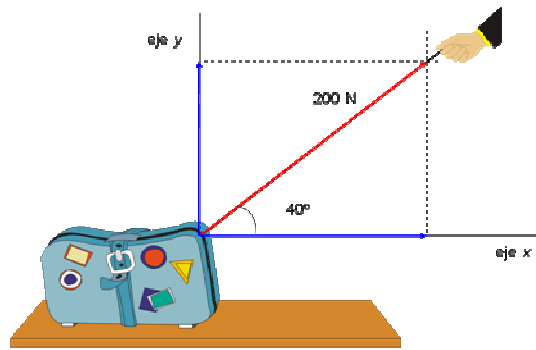
Sesión 2: Carácter vectorial de las fuerzas.

1. Repaso de los conceptos vistos en la sesión anterior.
2. Explicación del carácter vectorial de las fuerzas, la diferencia entre magnitud escalar y vectorial, y la suma y descomposición gráfica de fuerzas, con ayuda de una presentación de PowerPoint (*ver anexo VIII*).
3. Suma de forma gráfica los siguientes vectores fuerza (*ver anexo III*).
4. Descompone los siguientes vectores fuerza, en sus componentes y en las direcciones predeterminadas (*ver anexo IV*).
5. Realizar en casa los siguientes ejercicios.

5.1. En la figura se han representando cuatro posibles descomposiciones de una fuerza. En cada caso se ha llevado a cabo la descomposición respecto a diferentes direcciones. Si la escala que hemos utilizado para representar el vector fuerza es tal que 1 cm representa 20 N, calcula el valor de las componentes en cada uno de los casos.

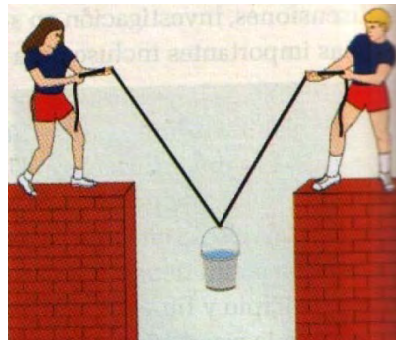


5.2. En el dibujo se ha representado una fuerza de 200 N. ¿Con qué fuerza debemos tirar en las direcciones de los ejes x e y para que la suma sea igual a 200 N? Dibuja en el cuaderno el vector que representa la fuerza de 200 N.



5.3. Jesús y Maribel quieren subir un cuerpo, cuyo peso es de 1000 N, que se encuentra en el fondo de un pozo. Lo atan con dos cuerdas y tiran de ellas de la forma indicada en la figura. Si la fuerza que puede hacer cada uno es de 501 N:

- ¿Podrán subir el cuerpo? ¿Por qué? ¿Cómo podrían hacerlo?
- Calcula la suma de dos fuerzas, una de 500 N y otra de 300 N, aplicadas a un mismo cuerpo y que forman un ángulo de 60° Entre sí.



Sesión 3: Carácter vectorial de las fuerzas e introducción al origen de las fuerzas, y ley de gravitación universal.

1. Repaso de los conceptos vistos en la sesión anterior.
2. Entrega de la hoja de respuestas de las actividades 3 y 4 realizadas en clase en la sesión 2, para que el alumnado compruebe lo que ha hecho bien y lo que ha hecho mal (*ver anexos V y VI*).
3. Corrección de las actividades 5.1, 5.2, y 5.3 propuestas en la sesión 2, en la que intervendrá el alumnado.
4. En el cuaderno, el alumnado copiará del libro de texto la definición completa de fuerza.

5. Introducción al origen de las fuerzas, y explicación de la ley de gravitación universal y sus limitaciones, haciendo uso de una presentación en PowerPoint (*ver anexo IX*).
6. Calcula el valor de la fuerza de atracción gravitatoria entre 2 personas, una de 70 Kg y la otra de 50 Kg, separadas entre sí una distancia de 1 metro.
 - a) ¿Es correcto en este caso utilizar la ley de gravitación universal?
 - b) ¿Cómo es que no observamos que las personas se acerquen si existe una fuerza de atracción entre ellas? ¿En qué casos crees que las fuerzas gravitatorias tendrán un valor apreciable?

Realiza esta actividad en clase haciendo uso de un PowerPoint (*ver anexo IX*), con la colaboración del alumnado.

Sesión 4: Ley de gravitación universal y ley de Coulomb.

1. Repaso de los conceptos vistos en la sesión anterior (*ver anexo X*).
2. Calcula en clase las fuerzas entre la Tierra y un cuerpo de masa m , entre la Luna y un cuerpo de masa m , y entre Júpiter y un cuerpo de masa m . Explicar el significado de g_{Tierra} , g_{Luna} y $g_{Júpiter}$.
3. Explica qué son la masa y peso.
4. En algunas ocasiones te habrás preguntado cómo es posible que los habitantes de las antípodas no se caigan en el espacio absoluto, pues los que estamos en el hemisferio norte estamos sobre la Tierra, pero los que están en el hemisferio sur viven cabeza abajo. ¿Por qué no se tiene en ninguno de los 2 hemisferios la sensación de estar cabeza abajo? ¿Explica la ley de Newton de la gravitación universal la estabilidad de los habitantes de Nueva Zelanda? Realiza esta actividad en clase con ayuda de una presentación de PowerPoint (*ver anexo X*).
5. Como tarea para casa, el alumnado leerá del libro de texto epígrafe 3.1 fuerzas gravitatorias para afianzar ideas.
6. Julia se sube, al nivel del mar, en una balanza de brazos iguales, y ésta marca 47 kg.
 - a) ¿Cuanto marcaría un dinamómetro si se colgara de él al nivel del mar?

- b) Indica cuánto marcaría una balanza y un dinamómetro en la Luna, en Júpiter, en lo alto de una montaña a 3000 m y en una habitación al nivel del mar en la que se ha extraído todo el aire.
- c) Dibuja una tabla en la que se incluya los valores de la masa y el peso de Julia en cada uno de los 8 planetas del sistema solar.

Esta actividad la realizará el alumnado en su casa como tarea para corregir en la sesión 5.

- 7. Comentar la interacción eléctrica mediante una experiencia de electrización usando una bola de corcho suspendida de un soporte con una cuerda, y una barra cargada mediante un trozo de piel; y repasar el modelo de carga y explicar.

Sesión 5: Ley de Coulomb, y semejanzas y diferencias con la ley de gravitación universal.

- 1. Repaso de los conceptos vistos en la sesión anterior (*ver anexo XI*).
- 2. Corrección de la actividad 6 de la sesión 4, con la participación del alumnado, y con ayuda de una presentación de PowerPoint (*ver anexo XI*).
- 3. Explicar la ley de Coulomb y sus limitaciones haciendo uso de una presentación en PowerPoint (*ver anexo XI*).
- 4. Realiza en clase la siguiente actividad con ayuda una presentación de PowerPoint (*ver anexo XI*):
 - a) Calcula el valor de las fuerzas entre 2 cuerpos que están en el aire separados 20 cm, si uno tiene una carga de 3 miliculombios y el otro de 5 microculombios. Las dos cargas son positivas. Repite el cálculo suponiendo que están en el agua y que una carga es positiva y la otra negativa.
 - b) ¿Sería correcto el cálculo que has realizado si los cuerpos tuvieran forma de pera?
- 5. Como tarea:
 - 5.1. Lee el epígrafe 3.2. *Fuerzas Electromagnéticas* para afianzar ideas.
 - 5.2. El ion sulfuro tiene una carga neta de $-3,2 \cdot 10^{-19}$ C y un radio de $2 \cdot 10^{-10}$ m. El ion sodio tiene una carga neta de $1,6 \cdot 10^{-19}$ C y un radio de $1 \cdot 10^{-10}$ m.

- a) Calcula la fuerza que hará un ion sulfuro sobre un ion sodio cuando están en contacto en el aire.
- b) ¿La fuerza que hace el ion sodio sobre el ion sulfuro será mayor, igual, o menor que la que has calculado en a)? ¿Será de atracción o de repulsión? Explica la respuesta.
- 5.3. El radio de la órbita de la Tierra alrededor del Sol es de $1,5 \cdot 10^8$ km, y el radio de la órbita de Marte alrededor del Sol es de $2,3 \cdot 10^8$ Km. Calcula la fuerza de atracción entre el Sol y la Tierra ($F_{S,T}$) y la fuerza de atracción entre la Tierra y Marte ($F_{M,T}$) cuando la distancia entre ellos es la mínima posible. Compara ambas fuerzas entre sí y comenta si crees que Marte puede influir algo sobre la trayectoria de la Tierra. Datos: $M_S=1,99 \cdot 10^{30}$ kg; $M_T=5,97 \cdot 10^{24}$ kg; $M_M= 0,64 \cdot 10^{24}$ kg. (Solución: $F_{S,T}=3,5 \cdot 10^{22}$ N y $F_{M,T}=4,0 \cdot 10^{16}$ N).
- 5.4. El radio de la órbita de la Tierra alrededor del Sol es de $1,5 \cdot 10^8$ km, y el radio de la órbita de la Luna alrededor de la Tierra es de $3,4 \cdot 10^5$ Km. Calcula la fuerza de atracción entre la luna y la Tierra ($F_{T,L}$) y la fuerza de atracción entre la Luna y el Sol ($F_{S,L}$) cuando la distancia entre ellos es la mínima posible. Compara ambas fuerzas entre sí y comenta si crees que el Sol puede influir algo sobre la trayectoria de la Luna alrededor de la Tierra. Datos: $M_S=1,99 \cdot 10^{30}$ kg; $M_T=5,97 \cdot 10^{24}$ kg; $M_L= 7,3 \cdot 10^{22}$ kg. (Solución: $F_{T,L}=1,97 \cdot 10^{20}$ N y $F_{S,L}=4,33 \cdot 10^{20}$ N).
- 5.5. El átomo de hidrógeno es el más sencillo de todos los que existen. Está constituido por un protón y un electrón. El protón se encuentra en el centro (núcleo) y el electrón se encuentra dando vueltas circularmente en torno a él a una distancia de $0,5 \cdot 10^{-10}$ m. A partir de los datos que se suministran, calcula la fuerza gravitatoria con la que se atraen el protón y el electrón ($F_{g_{p,e}}$), y la fuerza eléctrica con la que también se atraen ($F_{e_{p,e}}$). Compara ambos valores y discute cuál crees tú que será la responsable del movimiento del electrón en torno al protón. Datos: $m_p=1,67 \cdot 10^{-27}$ kg; $m_e=0,91 \cdot 10^{-30}$ kg; $q_p= +1,6 \cdot 10^{-19}$ C; $q_e= -1,6 \cdot 10^{-19}$ C. (Solución: $F_{g_{p,e}}=4 \cdot 10^{-47}$ N y $F_{e_{p,e}}=9,2 \cdot 10^{-8}$ N).
- 5.6. El fluoruro de magnesio (MgF_2) es un compuesto iónico formado por cationes Mg^{++} y aniones F^- . La red iónica correspondiente es la que

aparece en la figura. Determina, a partir de los datos, la fuerza electromagnética ($F_{+,-}$) con la que un catión de esa red atrae a un anión con el que esté en contacto. Determina también la fuerza eléctrica ($F_{-,+}$) con la que un anión de esa red atrae a un catión con el que esté en contacto. Datos: $q_{\text{electrón}} = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $r_{+} = 0,65 \cdot 10^{-10} \text{ m}$; $r_{-} = 1,36 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. (Solución: $F_{+,-} = 1,14 \cdot 10^{-8} \text{ N}$)



6. Compara la ley de gravitación universal y la ley de Coulomb. Señala las semejanzas y diferencias entre ambas. Realizar en clase con la colaboración del alumnado y la ayuda de un PowerPoint (*ver Anexo XI*).

3.7. Presentaciones de diapositivas para el desarrollo de las clases.

Como apoyo para impartir clase, hago uso de presentaciones de PowerPoint. Unas son suministradas por el tutor de prácticas del centro educativo, que forman parte del material complementario al libro de texto, y otras son de elaboración propia. Conforme avanzan las sesiones, voy viendo la necesidad de integrar distintas presentaciones en un único archivo para mayor comodidad y para servir de guía.

Considero que el estímulo visual que ofrece una presentación de diapositivas es mayor que el uso de la pizarra, ya que el alumnado tiene una visión más fiel y cercana a la realidad de lo que estudia y asimila mejor los conceptos.

Las diferentes presentaciones se encuentran recogidas en *Anexos*, del *Anexo VII* al *Anexo XI*. Gran parte de las presentaciones contienen animaciones, de forma que en algunas de las capturas que figuran en los anexos, se ve superposición de imágenes.

3.8. Instrumentos para la evaluación de la enseñanza.

Para obtener información de cómo se desarrolla el proceso enseñanza-aprendizaje, y por tanto comprobar si la hipótesis de partida se ajusta a lo previsto, hago uso de los siguientes instrumentos de evaluación, con el fin de establecer unas conclusiones, y plantear propuestas de mejora, en base a los resultados:

- **Diario de clase:** En una libreta tamaño cuartilla, al finalizar cada sesión, anoto mis observaciones del desarrollo de la clase sobre :
 - Las respuestas del alumnado a las preguntas que planteo en momentos puntuales.
 - Nivel de participación del alumnado en las actividades.
 - Nivel de atención.
 - Dudas planteadas por el alumnado durante la realización de ejercicios o durante las explicaciones.
 - Fallos cometidos por el alumnado en la corrección o realización de ejercicios, así como aquello que hacen bien.
 - Observaciones del tutor de prácticas sobre cómo estoy llevando la clase.
 - Cómo me veo durante la clase en cuanto a expresión oral, si digo todo lo que tenía previsto decir, si cumplo con el programa de actividades, si comento alguna incorrección, si respondo correctamente al alumnado a las preguntas que me realizan, si mis explicaciones son claras, mis aciertos y cosas que debería cambiar o mejorar para la siguiente sesión, y aquellas situaciones que requieren adaptarse a los cambios.
- **Formulario:** Durante la sesión 3 y la sesión 5, distribuyo al alumnado unos formularios (*ver Anexos I y II*) para que los complete. Se busca ver si han entendido los conceptos vistos en clase, qué dudas tienen y su opinión sobre el desarrollo de la clase, por tanto, los formularios tiene la siguiente estructura:
 - Conceptos vistos en clase: Se les plantea una serie de preguntas de verdadero o falso para que seleccionen la opción correcta sobre conceptos vistos en clase.

- Dudas: Pueden incluir aquellos conceptos que no entienden.
- Comentarios: Pueden incluir comentarios sobre el desarrollo de la clase.

4. Análisis de resultados y principales conclusiones.

Teniendo en cuenta los datos recogidos en los formularios suministrados al alumnado, y de las observaciones de las distintas sesiones anotadas en el diario de clase, compruebo lo siguiente:

Observaciones	Conclusiones
<p>Conocen la definición de fuerza, pero si se les plantea la misma definición escrita, no la reconocen. Entienden lo que se les explica, y son capaces de repetir de un modo aproximado los conceptos, pero no terminan de entenderlos.</p> <p>Siguen pensando que la fuerza es una propiedad de los cuerpos.</p> <p>Un número importante del alumnado considera que las fuerzas, debido a la interacción entre 2 cuerpos, no son iguales, argumentando cosas como que un cuerpo pesa más que otro, o el rozamiento.</p>	<p>No comprenden del todo el concepto de fuerza. Necesitan poder experimentar los conceptos con actividades prácticas; tienen que ponerse ellos mismos en situación y hacer uso de su experiencia y conocimientos para simular conceptos nuevos. No vale con explicárselo y mostrárselo en imágenes; deben palparlo.</p> <p>No comprenden bien lo que leen.</p>
<p>La inmensa mayoría del alumnado se pierde con la terminología científica. No llaman a las cosas por su nombre.</p>	<p>No asocian la terminología con las situaciones que conocen.</p>
<p>Muchos tienen dudas con la suma y descomposición de fuerzas.</p> <p>Una alumna no entiende por qué se tiene que hacer la suma gráfica, en vez de hacerla numéricamente.</p>	<p>Falta de visión espacial.</p> <p>Ven primero los conceptos, y mas adelante, ven sus aplicaciones. Hay que explicar las cosas cuando sirven para explicar la realidad.</p>

<p>La mayoría entiende los efectos que puede producir una fuerza. Unos de los efectos que primero dicen, es la aceleración, aunque les insistí en que hablasen mejor de cambios en el movimiento mejor que aceleración en base a <u>ejemplos</u> como el siguiente:</p> <p>Si una persona lanza un disco hockey sobre una superficie de hielo, cambia su movimiento porque pasa de una velocidad $V=0$ a una velocidad $V\neq 0$. Ahora bien, si una segunda persona se encuentra en la trayectoria del disco, pueden suceder dos cosas, que lo detenga o que lo desvíe; en ambos casos cambia su movimiento, porque cambia su velocidad o porque cambia su dirección, o ambas cosas.</p>	<p>A raíz de la presentación de diapositivas, ha servido de estímulo visual para que se les quede cuáles son los efectos de las fuerzas.</p> <p>Los ejemplos sobre situaciones que conocen, les ayuda bastante, y si va acompañados de estímulos visuales como representaciones en la pizarra o con diapositivas, les queda mas claro y no se les olvida.</p>
<p>La mayoría entiende el concepto de masa, y que no cambia en su relación con otros cuerpos, pero un 20 % no termina de comprender el concepto de peso.</p>	<p>Debido a sus concepciones alternativas, siguen confundiendo masa con peso.</p>
<p>Poco más de un tercio del alumnado cree que la fuerza gravitatoria es de atracción y repulsión, y que la ley de gravitación universal es aplicable a cualquier cuerpo, sea cual sea su forma.</p>	<p>Esta confusión viene determinada por las similitudes que presentan las leyes de gravitación universal y de Coulomb. Teniendo claras las semejanzas y diferencias, no tendría por qué haber problemas de comprensión, pero hace falta dedicar más tiempo al aprendizaje para asimilar los conceptos.</p>
<p>Un tercio del alumnado se confunde con las constantes de proporcionalidad de las leyes de gravitación universal y de Coulomb.</p>	<p>No tienen claro qué constante es la que depende del medio en que se calcula una fuerza.</p>
<p>Les resulta problemático trabajar con potencias y no saben simplificar los cálculos.</p>	<p>Haría falta una mayor relación entre disciplinas para trabajar y fomentar aquellos cálculos</p>

	necesarios y más utilizados en ciencias.
El nivel de atención del alumnado no es elevado.	Una persona puede estar atendiendo con absoluta concentración durante un periodo de tiempo limitado.
El ritmo de la clase es rápido.	Para cumplir con el temario hay que ir a un ritmo elevado, pero no se ha tenido en cuenta que la enseñanza y el aprendizaje no se dan de forma simultánea, el periodo de aprendizaje requiere más tiempo para asimilar conceptos.
Compruebo que, de unas sesiones a otras, se olvidan de los conceptos vistos, al menos de los que resultan más confusos. Esto también ocurre al rato de explicar un concepto.	Creo que estoy explicando como si lo hiciera a un alumno universitario, y debería ponerme a su nivel y partir de que no saben nada.
El alumnado se muestra participativo en las actividades, pero aquellas actividades que tienen que hacer en su casa, la mayoría de ellos no las traen hechas para corregirlas, lo que le supone un punto negativo a cada uno. Esto se da en 2 sesiones consecutivas. Sin embargo, el alumnado tiene bastante iniciativa a la hora de salir a la pizarra, debido a que el tutor les suele dar puntos positivos.	La mayoría no hace los ejercicios por pereza. Practican la ley del mínimo esfuerzo.
En experiencias con dinamómetros, al trabajar en grupo, pierden mucho tiempo hablando entre sí y bromeando.	No saben trabajar en grupo pues no se les ha educado para ello desde primaria. Ahora costaría esfuerzo que se disciplinasen.

Por lo general, el alumnado transmite que las clases son amenas, entendibles, claras y dinámicas, así como vistosas e interesantes debido al uso de presentaciones de PowerPoint, pero también consideran que van rápidas y que les cuesta. Estas opiniones y sus dudas vienen también recogidas en los

formularios que les suministro para la toma de datos (ver anexos 1 y 2). A continuación muestro algunos de sus comentarios que contribuyen, entre otros, a las conclusiones del presente Trabajo Fin de Máster:

Amparo dice:

NO se como se calcula la gravedad y la ley de Coulumb

Juan Manuel comenta:

Me parece bueno porque ayuda a que entendamos las cosas con muchos ejemplos. Y en las presentaciones es más vistoso y más fácil de aprender.

Jesús escribe:

No se calcular alguna que otra cosa, pero repetir lo de ante esto bien

Stephany indica como duda:

Como se calcula las fuerzas de los vectores.

5. Propuesta de mejora.

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas, los resultados obtenidos, las conclusiones, y la fundamentación recogida en el apartado 2 de este Trabajo Fin de Máster, si tuviera que impartir de nuevo la unidad, haría los siguientes cambios a modo de propuesta de mejora:

- Cambiaría la secuencia de actividades, pues se ven conceptos aislados cuya aplicación se ve posteriormente en la unidad, y me baso no solo en la experiencia vivida sino en los argumentos plasmados en el epígrafe número 2 de este trabajo. Hay que introducir ideas científicas cuando sirven para explicar la realidad.
- Partiría de situaciones cercanas que el alumnado puede ver o experimentar para introducir posteriormente los conceptos, y así alcanzar la abstracción; esto tendría como consecuencia que partiría directamente del análisis de situaciones cotidianas, para ir introduciendo poco a poco el concepto de fuerza y el carácter vectorial de la fuerza, y finalmente, se vería, como origen de las fuerzas, las interacciones gravitatorias y electromagnéticas. Debería ir de lo cercano a lo abstracto, teniendo en cuenta las concepciones alternativas del alumnado. Para que el alumnado asimile los conceptos debe hacerse uso de sus conocimientos y experiencias, para construir nuevos conocimientos. Todo esto está justificado en base a los resultados obtenidos con los instrumentos de evaluación empleados y en base a la fundamentación incluida en el epígrafe 2 del trabajo.
- Debo buscar situaciones, no solo cercanas, sino aquellas que ellos puedan experimentar, a partir de las cuales ellos sean capaces de aplicar a nuevas situaciones que se les puedan presentar. Sería interesante que ellos mismos experimenten lo que se estudia en clase. Resulta abstracto algo que no puedes ni ver ni tocar. Pero no siempre se pueden hacer experiencias, ya que no pueden manejar átomos ni moléculas, ni pueden verlos, ni pueden viajar al espacio a medir distancias ni masas de cuerpos celestes para calcular las fuerzas de atracción entre ellos.

- Fomentaría el trabajo en grupo. El trabajo en equipo fomenta el aprendizaje entre iguales porque se ponen de manifiesto sus ideas y tienden a equipararse (cada uno tiene sus ideas y al exponerlas en grupo hay una mayor riqueza), además supone una motivación adicional y se adquiere una responsabilidad y respeto hacia los demás compañeros y compañeras (ver epígrafe 2.3 sobre la importancia del trabajo en grupo). Además, en las empresas se trabaja en grupo; y a modo de ejemplo, una maquina no funciona bien si todos sus componentes no actúan de forma coordinada. La terminología debe ir poco a poco incorporándose, empezando con definiciones que ellos entiendan con sus palabras e ir relacionándolas con las definiciones formales científicas. Una de las cualidades de la ciencia es que en el estudio de la realidad los términos adquieren precisión. En la fundamentación ya establezco la importancia del lenguaje científico.

Con estas propuestas, la secuencia de actividades fomentaría una mayor asimilación de la idea fuerza por parte del alumnado, de forma que se podrían aplicar los conocimientos y destrezas adquiridos para la resolución de nuevos problemas o situaciones. Tendrán una mayor conocimiento del mundo que les rodea, ya que la ciencia sirve para explicar la realidad, lo que ocurre en nuestro entorno.

6. Valoración sobre mi experiencia en el Máster, en el Prácticum, y en la realización del Trabajo Fin de Máster

Ya finalizado el desarrollo del Trabajo (TFM) paso a hacer una valoración final de mi experiencia en el Máster, con menciones especiales al Prácticum y al presente TFM.

El Máster ha transcurrido salpicado de contratiempos, pero a pesar de ello todo sigue adelante y termina solucionándose.

Echo en falta haber podido cursar mi especialidad en Física y Química pero debido a que solo estamos tres titulados de dicha especialidad, me vi obligado a matricularme en otra, y mi elección fue la especialidad de Biología y

Geología, pero doy gracias por poder cursar el Prácticum y realizar el TFM con mi especialidad, y la asignación de los tutores para ambos. Precisamente en el Prácticum y del TFM es donde he visto un mayor aprendizaje, pero me ha costado dada mi falta de formación sobre pedagogía, didáctica, etc.

Gracias a asignaturas de la parte específica, he mejorado mi expresión oral y el uso de las nuevas tecnologías, lo que me ha servido tanto para el Prácticum como para el TFM. Además, se ha fomentado el trabajo en grupo, el cual ahora valoro más que el trabajo individual, a pesar de que no he visto que se aplique en el centro educativo donde realice el Prácticum.

El Prácticum me ha permitido contrastar lo que nos han transmitido sobre lo que ocurre en los centros educativos y la realidad. Ha cambiado la imagen que tenía de los docentes, y veo que no es tan fácil ser profesor, y exige mucho trabajo y dedicación.

En definitiva, la experiencia en el Máster ha sido satisfactoria, pero hay muchas cosas que mejorar, pues falta coordinación entre departamentos para la organización de las asignaturas (hay contenidos entre asignaturas que se solapan).

Como alumno del Máster mi meta desde el principio ha sido aprender cómo se tiene que dar clase, que es en esencia lo que necesita el futuro docente.

7. Referencias bibliográficas.

- Driver, R., y otros (1985). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid, Morata - MEC, 1989.
- Gettys y otros (1995). *Física Clásica y Moderna*. Madrid, Mc Graw Hill.
- Gil Rodríguez, F. (1993). *Grupos en las organizaciones*. Madrid, Eudema. Esta información procede de la web consultada el 25/05/2012 (<http://gestiondeequipos.blogspot.com.es/2008/03/independientemente-de-todo-lo-dicho-en.html>).
- Harlen, W. y otros (2010) *Principles and big ideas of science education* (www.ase.org.uk).
- Hewitt, P.A. (2004). *Física Conceptual*. México, Pearson Educación.

- Hierrezuelo, J. y otros (2008). *Física y Química. Ciencias de la naturaleza. 4º ESO*. Vélez-Málaga, Elzevir.
- Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1991). *La ciencia de los alumnos*. Vélez-Málaga, Elzevir.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (2010). *10 ideas clave en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona, Graó.
- Jiménez Liso, M.R. y López-Gay, R (2011). *Aprendizaje y enseñanza de la física y química* (apuntes del Máster de profesorado en secundaria 2010/2011).
- López-Gay, R (2012, en prensa). Los docentes noveles ante la preparación de las clases de ciencias. *Revista Alambique*, 72.
- Orden de 10 de agosto de 2007, por la que se desarrolla el currículo de secundaria en Andalucía.
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1991). *El aprendizaje de las ciencias*. Madrid, Narcea.
- Paul A. Tipler (1991). *Física*. Barcelona, Reverté.
- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la Educación Primaria*. Madrid, Síntesis.
- Real Decreto 1631/2006, sobre contenidos mínimos de la ESO.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid, Síntesis.
- Servicio de Innovación educativa (UPM), 2008. Aprendizaje Basado en Problemas. Última consulta a la web el 25/05/2012 (http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_probl emas.pdf).

8. Anexos.

Anexo I: Formulario de las sesiones 1 y 2.

Unidad 1: Fuerza, una magnitud para medir interacciones.

Alumno/a:

Fecha:

Sesión nº: 1 y 2

Conceptos vistos en clase:

- Señala aquellas frases que consideres que son ciertas sobre el concepto de fuerza (según la física).
 - Existe fuerza cuando se produce una acción sobre un cuerpo, y éste cuerpo ejerce una fuerza igual y en sentido contrario sobre el cuerpo que lleva a cabo la acción.
 - Las fuerzas no aparecen de forma simultánea.
 - José tiene mucha fuerza.
 - Aplico una fuerza sobre un cuerpo, y el cuerpo, no ejerce ninguna fuerza sobre mí.
 - Si aplico una fuerza sobre una mesa, la mesa ejerce una fuerza menor sobre mí.
 - Si una bola de billar choca con otra, ejerce una fuerza sobre ésta, y ésta al mismo tiempo ejerce una fuerza sobre la primera y en el mismo sentido.
 - Cuando se aplica una fuerza sobre un cuerpo, puede producirse deformación y puede producir un cambio en el movimiento.
 - Para dibujar una fuerza necesito su valor, dirección y sentido
- ¿La suma de dos magnitudes escalares dará el mismo resultado que sumar dos magnitudes vectoriales? **SI/NO**
- ¿Para sumar 2 vectores, sitúo uno a continuación del otro y trazo un vector desde el origen del primero hasta el extremo del segundo? **SI/NO**

Dudas:

En caso de que no tengas dudas, déjalo en blanco

Comentarios:

En caso de que tengas algún comentario que hacer sobre el desarrollo de la clase

Anexo II: Formulario de las sesiones 3, 4 y 5.

Unidad 1: Fuerza, una magnitud para medir interacciones.

Alumno/a:

Fecha:

Sesión nº: 3, 4 y 5

Conceptos vistos en clase:

- Señala aquellas frases que consideres que son ciertas.
 - El resultado de sumar dos vectores dependerá del módulo de los vectores y del ángulo que forme entre ellos.
 - La descomposición de vectores es el proceso inverso a la suma de vectores.
 - Las fuerzas que pueden manifestarse (empujar, tirar, coger,...) tienen como origen 2 tipos de interacciones: gravitatoria y electromagnética.
 - Una fuerza entre 2 cuerpos es inversamente proporcional a la distancia que los separa.
 - La fuerza gravitatoria puede ser de atracción y repulsión.
 - Dos cuerpos puntuales se atraen con la misma fuerza y en sentido opuesto.
 - Mi masa es distinta en la Tierra y en Saturno.
 - El peso es la fuerza con la que la Tierra atrae un cuerpo, y es lo mismo que la masa.
 - La ley de gravitación universal es aplicable a cuerpos puntuales o esféricos isótropos.
 - La fuerza gravitatoria no depende del medio, pero la fuerza electromagnética será distinta según el medio.
 - Entre dos cuerpos con carga puede existir atracción o repulsión, según sean sus cargas iguales o distintas.

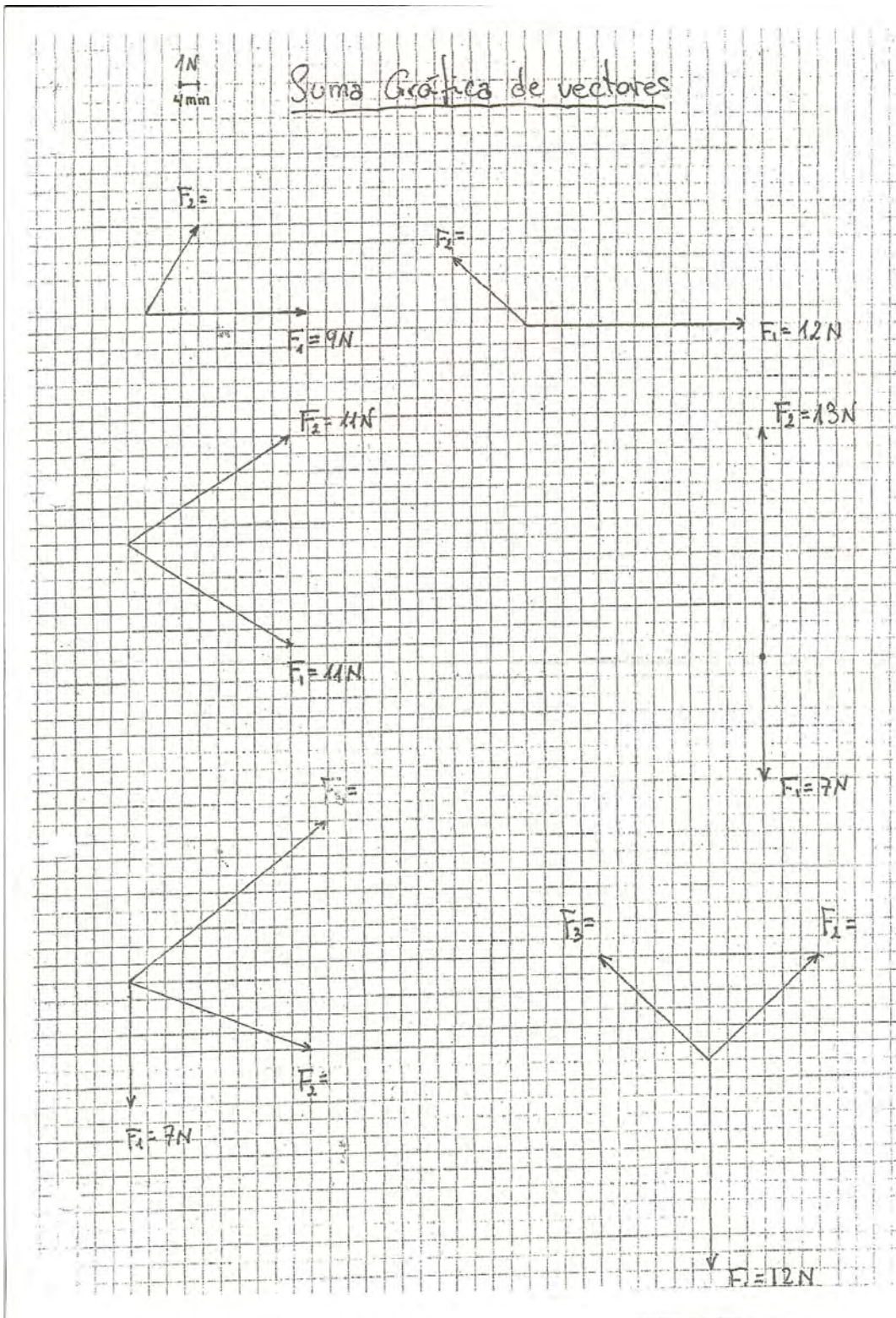
Dudas:

En caso de que no tengas dudas, déjalo en blanco

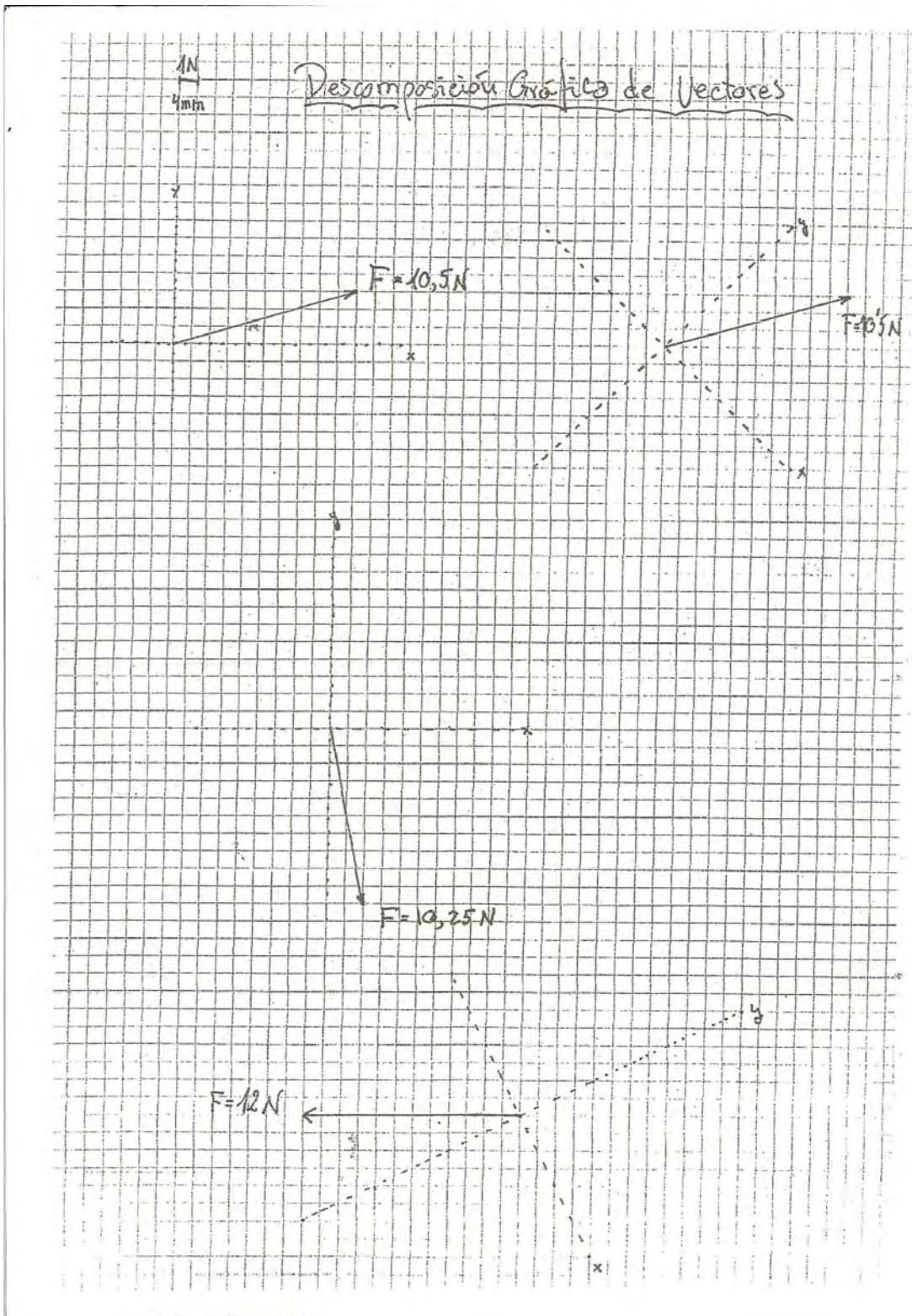
Comentarios:

En caso de que tengas algún comentario que hacer sobre el desarrollo de la clase

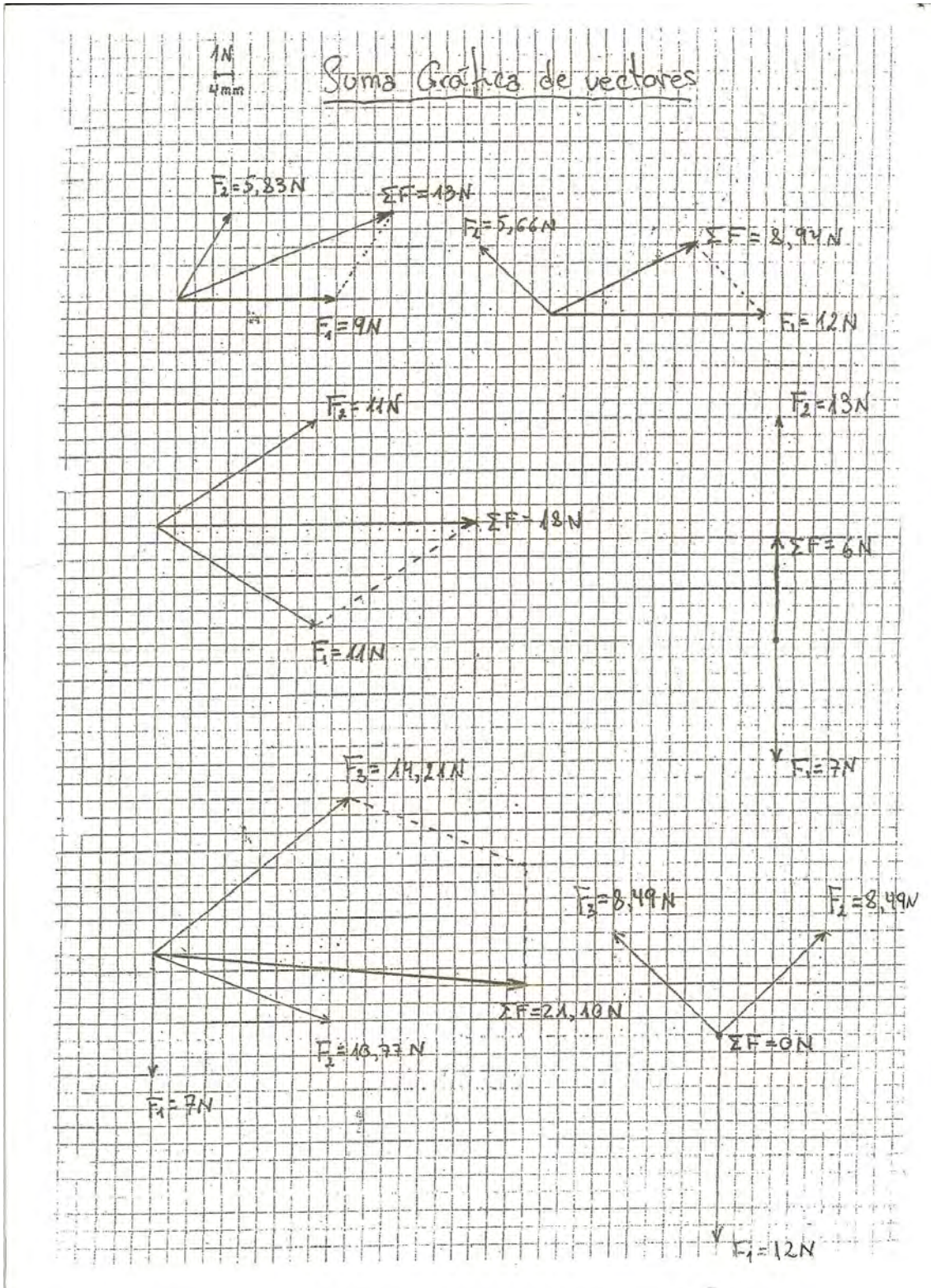
Anexo III: Ejercicios de suma gráfica de fuerzas.



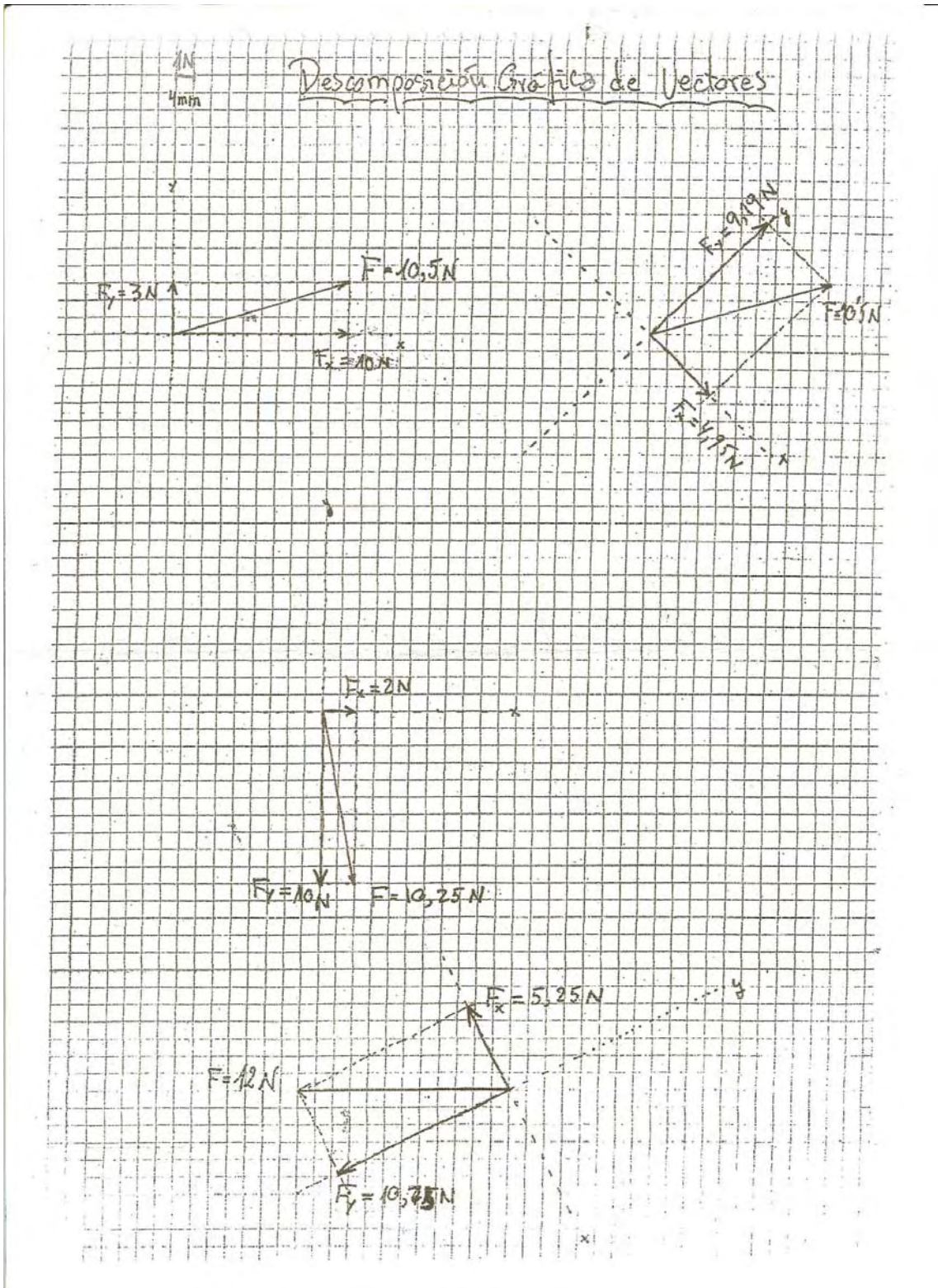
Anexo IV: Ejercicios de descomposición gráfica de fuerzas.




Anexo V: Soluciones de los ejercicios de suma gráfica de fuerzas.



Anexo VI: Soluciones de los ejercicios de descomposición gráfica de fuerzas.



Anexo VII: Presentaciones de PowerPoint de la sesión 1.

Cuando vemos a una persona así solemos decir:
¡Este hombre tiene mucha fuerza!


Sin embargo, el concepto de fuerza en Física difiere del que le damos en el lenguaje cotidiano.
En este caso, un físico diría:
¡Este hombre tiene mucha energía acumulada en sus músculos!

No tiene sentido decir que *los cuerpos tienen fuerza*
Para que exista una fuerza es necesario que se produzca una **interacción entre dos cuerpos**
La fuerza será entonces la medida de esa interacción
Es decir, que **la fuerza es una magnitud que nos permite cuantificar la interacción entre dos cuerpos**



Cuando Laura *interactúa* con el coche, Laura **empuja** al coche, pero también el coche **empuja** a Laura.
Decimos que Laura ejerce una fuerza sobre el coche a la vez que el coche ejerce una fuerza sobre Laura.
Las dos fuerzas aparecen de forma simultánea.

No tiene sentido decir que *los cuerpos tienen fuerza*
Para que exista una fuerza es necesario que se produzca una **interacción entre dos cuerpos**
La fuerza será entonces la medida de esa interacción
Es decir, que **la fuerza es una magnitud que nos permite cuantificar la interacción entre dos cuerpos**



Cuando Julián *interactúa* con la cuerda, Julián **tira** de la cuerda, pero también la cuerda **tira** de Julián.
Decimos que Julián ejerce una fuerza sobre la cuerda a la vez que la cuerda ejerce una fuerza sobre Julián.
Las dos fuerzas aparecen de forma simultánea.

No tiene sentido decir que *los cuerpos tienen fuerza*
Para que exista una fuerza es necesario que se produzca una **interacción entre dos cuerpos**
La fuerza será entonces la medida de esa interacción
Es decir, que **la fuerza es una magnitud que nos permite cuantificar la interacción entre dos cuerpos**



Cuando el coche *interactúa* con la farola, el coche **golpea** a la farola, pero también la farola **golpea** al coche.
Decimos que el coche ejerce una fuerza sobre la farola a la vez que la farola ejerce una fuerza sobre el coche.
Las dos fuerzas aparecen de forma simultánea.

No tiene sentido decir que *los cuerpos tienen fuerza*
Para que exista una fuerza es necesario que se produzca una **interacción entre dos cuerpos**
La fuerza será entonces la medida de esa interacción
Es decir, que **la fuerza es una magnitud que nos permite cuantificar la interacción entre dos cuerpos**



Cuando la Tierra *interactúa* con Nuria, la Tierra **atma** a Nuria, pero también Nuria **atma** a la Tierra.
Decimos que la Tierra ejerce una fuerza sobre Nuria a la vez que Nuria ejerce una fuerza sobre la Tierra.
Las dos fuerzas aparecen de forma simultánea.

El concepto de fuerza en Física puede utilizarse para estudiar situaciones muy diversas



Diseñar y construir un edificio



Diseñar y construir un puente



Diseñar y manejar un barco

El concepto de fuerza en Física puede utilizarse para estudiar situaciones muy diversas

La **ESTÁTICA** es la parte de la Física que estudia las fuerzas que intervienen en situaciones en las que **NO** hay movimiento

La **DINÁMICA** es la parte de la Física que estudia las fuerzas que intervienen en situaciones en las que **SÍ** hay movimiento

Las fuerzas pueden producir dos tipos de **efectos sobre los cuerpos**

Los **DEFORMAN**



Los **ACELERAN**



Aprovechamos el efecto de deformación de las fuerzas sobre los muelles para construir aparatos que nos permitan medir fuerzas

DINAMÓMETROS



BÁSCULAS



No hay que confundir básculas (o pesos) con balanzas

BÁSCULAS



Se utilizan para medir fuerzas

BALANZAS



Se utilizan para medir masas

Como la **Fuerza** es una magnitud tiene sentido definir una **unidad** para poder cuantificarla

La unidad en el S.I. para medir las fuerzas es el **NEWTON (N)**

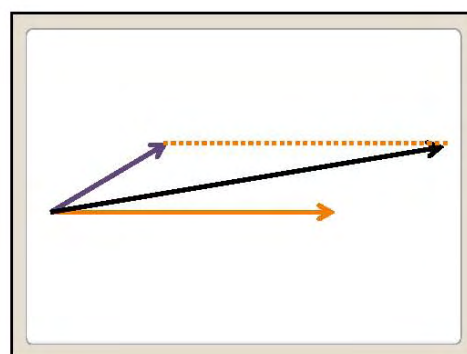
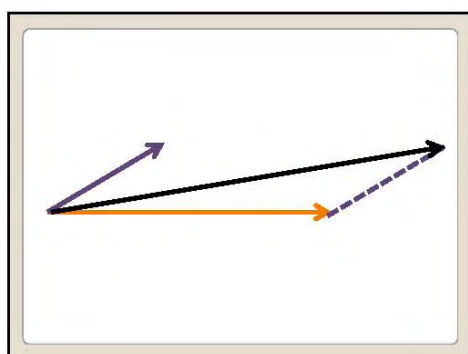
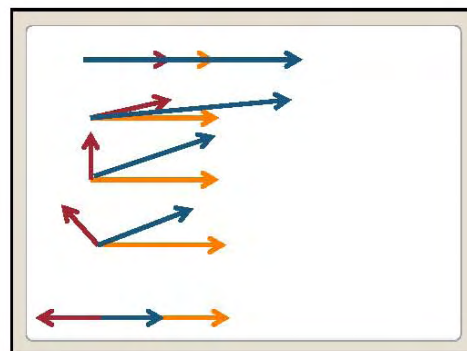
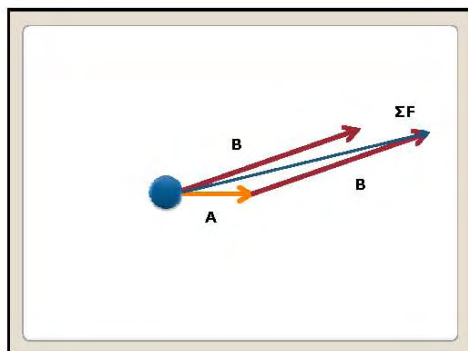
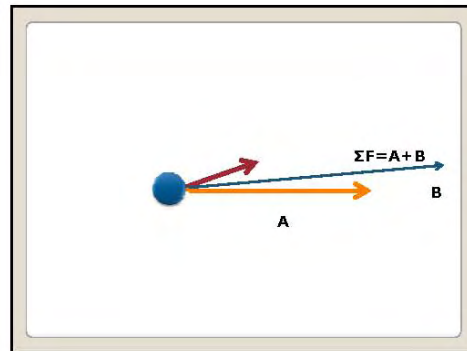
1 Newton es aproximadamente la fuerza que hay que hacer para sostener una mandarina

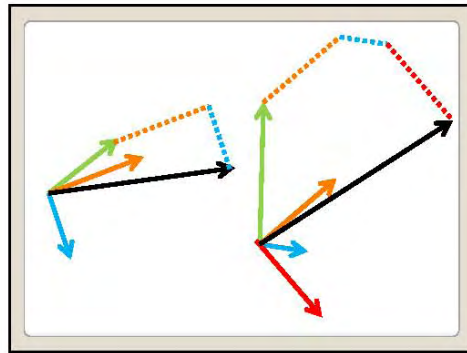
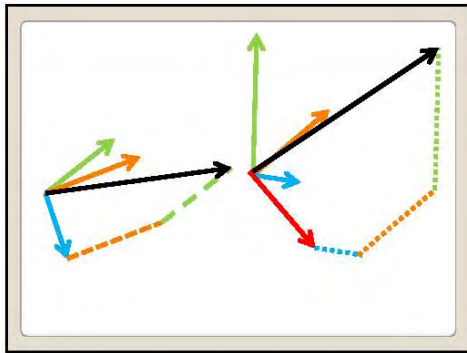


10 Newtons es aproximadamente la fuerza que hay que hacer para sostener un kilogramo

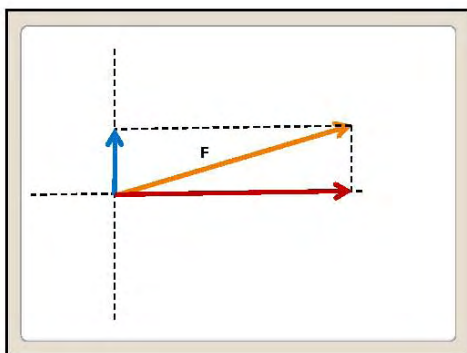
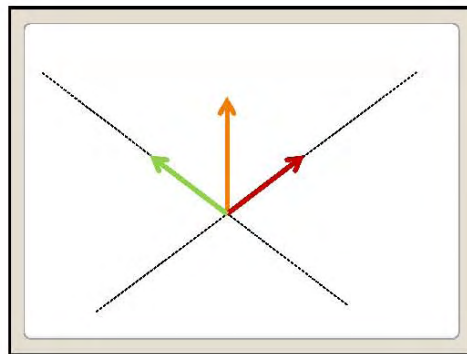


Anexo VIII: Presentaciones de PowerPoint de la sesión 2.





Carácter vectorial de las fuerzas
Descomposición de fuerzas



Anexo IX: Presentaciones de PowerPoint de la sesión 3.

4º ESO

Fuerzas



U.1 Fuerza: una magnitud para medir las interacciones

A.7 Descomposición de fuerzas

Calcula el valor de las componentes. Escala 1 cm equivale a 20 N.




Utilizamos una escala 1cm:20 N

Como el vector mide 1,7 cm, la componente vale:

$$1,7 \text{ cm} \cdot \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 34 \text{ N}$$

Calcula el valor de las componentes. Escala 1 cm equivale a 20 N.



Utilizamos una escala 1cm:20 N

Como el vector mide 2,9 cm, la componente vale:


$$2,9 \text{ cm} \cdot \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 58 \text{ N}$$

Utilizamos una escala 1cm:20 N

Como el vector mide 1,3 cm, la componente vale:

$$1,3 \text{ cm} \cdot \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 26 \text{ N}$$

Calcula el valor de las componentes. Escala 1 cm equivale a 20 N.



Utilizamos una escala 1cm:20 N

Como el vector mide 2,3 cm, la componente vale:


$$2,3 \text{ cm} \cdot \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 46 \text{ N}$$

Utilizamos una escala 1cm:20 N

Como el vector mide 1,9 cm, la componente vale:

$$1,9 \text{ cm} \cdot \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 38 \text{ N}$$

Calcula el valor de las componentes. Escala 1 cm equivale a 20 N.



Utilizamos una escala 1cm:20 N

Como el vector mide 3,1 cm, la componente vale:

$$3,1 \text{ cm} \cdot \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 62 \text{ N}$$

Utilizamos una escala 1cm:20 N

Como el vector mide 2,4 cm, la componente vale:

$$2,4 \text{ cm} \cdot \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 48 \text{ N}$$

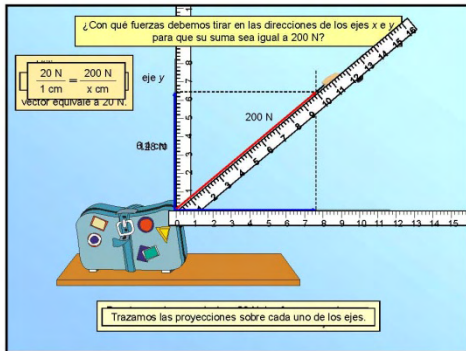
4º ESO

Fuerzas



U.1 Fuerza: una magnitud para medir las interacciones

A.8 Descomposición de fuerzas



Carácter vectorial de las fuerzas

Ejercicio 2 de autoevaluación

2. Jesús y Maribel quieren subir un cuerpo, cuyo peso es de 1000 N, que se encuentra en el fondo de un pozo. Lo atan con 2 cuerdas y tiran de ellas de la forma indicada en la figura. Si la fuerza que puede hacer cada uno es de 501 N:

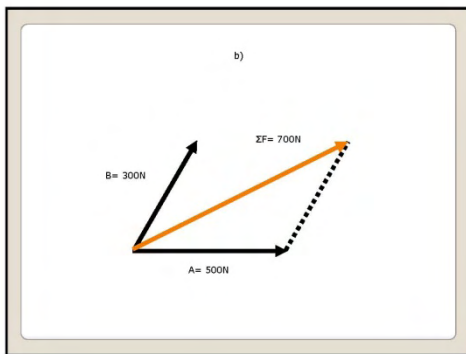
a) ¿Podrán subir el cuerpo? ¿Por qué? ¿Cómo podrían hacerlo?

b) Calcula la suma de fuerzas, una de 500 N y otra de 300 N, aplicadas a un mismo cuerpo y que forman un ángulo de 60° entre sí.

a) No pueden subir.

Por que no están tirando en la misma dirección. Al tirar formando un ángulo, la suma de fuerzas en dirección vertical sería inferior a 1000 N, debido a que la suma de vectores no da igual que la suma de escalares.

Deberían tirar con fuerza bastante superior a 500 N cuya suma sea mayor de 1000 N. Otra forma sería usar cada uno una polea, y la suma debe superar 1000 N.




Fuerzas

4º ESO

U.1 Fuerza: una magnitud para medir las interacciones

Ley de la gravitación universal

Ley de Newton de la gravitación universal

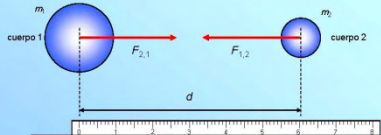


"No sé como como un niño q
una piedra
gran ocasión de la verdad se exponía ante mí completamente desconocido."

Isaac Newton nació en 1642 y murió en 1727. En 1687 publicó los Principios Matemáticos de la Filosofía Natural.

comportado vive en cuando tras que el completamente desconocido."

Ley de Newton de la gravitación universal



$$F_{2,1} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

$$F_{1,2} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

Si la masa se expresa en kilogramos y la distancia en metros, la constante de proporcionalidad, llamada constante de la gravitación universal, vale $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

Fuerzas

4º ESO



U.1 Fuerza: una magnitud para medir las interacciones

A.10 Cálculo de la fuerza gravitatoria

Calcule el valor de las fuerzas de atracción gravitatoria entre dos personas, una de 70 kg y la otra de 50 kg, separadas entre sí por una distancia de un metro.



Aplicando la ley de la gravitación universal:

$$F_{1,2} = F_{2,1} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{70 \cdot 50}{1^2} = 2,3 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

Las dos fuerzas son de igual valor numérico, aplicadas sobre cada una de las personas, pero tienen sentidos contrarios.

¿Cómo es que las personas no se acercan si existe una fuerza de atracción entre ellas?



La expresión utilizada no es aplicable en este caso.

Es la fuerza que hemos calculado, 0,000 000 23 N es tan pequeña que cualquier otra fuerza puede contrarrestarla.

En que la masa de al menos uno de los cuerpos sea muy grande.

Anexo X: Presentaciones de PowerPoint de la sesión 4.

Origen de las fuerzas

Repaso

Resolución de las actividades:

- A7
- A8
- Ejercicio de autoevaluación nº 2

una mesa tirar de un libro
una puerta

Definición completa de **fuerza**.

Andar ...

...son producidas por 2 tipos de interacciones:

Gravitatorias Electromagnéticas

INTERACCIONES GRAVITATORIAS

Las estudiamos mediante la **ley de gravitación universal** desarrollada por **Isaac Newton**

Ley de Newton de la gravitación universal

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
Constante de gravitación universal.

La unidad de medida para m_1 y m_2 es **kg**
 La distancia d se mide en **metros (m)**

$F_{1,2} = F_{2,1} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$

LIMITACIONES DE LA LEY DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL:

Cuando tengamos 2 cuerpos con las siguiente formas...
 esféricos isotropos...

...pero cuerpos s...

...consideramos como cuerpos puntuales a los s...

No podrá aplicarse la ley de gravitación... salvo que la distancia sea mayor que sus tamaños

Fuerza gravitatoria disminuye...

$F_{1,2} = F_{2,1} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$

...al aumentar la distancia
 cuerpos es muy grande

4º E.S.O.

Fuerzas



U.1 Fuerza: una magnitud para medir las interacciones

A.12 Arriba y abajo

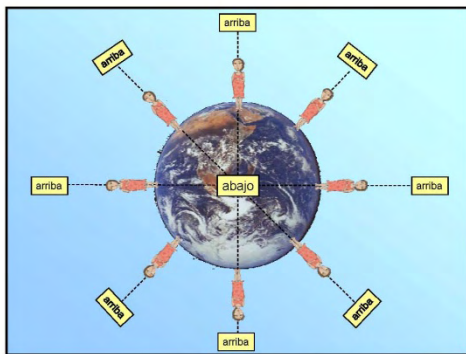
¿Por qué no se tiene en ninguno de los dos hemisferios la sensación de estar «cabeza abajo»?



La fuerza que hace la Tierra sobre los cuerpos está dirigida hacia el centro de la Tierra.

El «abajo» está para todas las personas en el centro de la Tierra, mientras que el «arriba» está en la prolongación de la línea que une el centro de la Tierra con el punto de la superficie en el que nos encontremos.

Arriba y abajo son términos relativos a la posición que cada persona ocupe en la superficie de la Tierra. No hay situaciones privilegiadas.



Anexo XI: Presentaciones de PowerPoint de la sesión 5.

Origen de la fuerzas


repaso

Se obtuvo el valor de la gravedad de la Tierra (g_T), así como la expresión de la fuerza de atracción que la Tierra ejerce sobre el cuerpo de masa m .

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$
 $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$
 $d = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$
 m

$F_{T,m} = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{d^2},$
 $F_{T,m} = m \cdot \left(G \cdot \frac{M_T}{d^2} \right) =$
 $= m \cdot g_T$

$g_T = 9,8 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$



Se hace lo mismo para la Luna y para Júpiter.

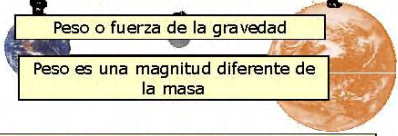
$F_{x,m} = m \cdot g_x$

Peso o fuerza de la gravedad

Peso es una magnitud diferente de la masa

La masa no depende de otros cuerpos

$g_T = 9,8 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$ $g_L = 1,6 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$ $g_J = 25,1 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$



Origen de la fuerzas

Actividad 11

Julia se sube, al nivel del mar, en una balanza de brazos iguales y ésta marca 47 Kg.

a) ¿Cuánto marcará un dinamómetro si se colgara de él al nivel del mar?

b) Indica cuánto marcará una balanza y un dinamómetro en la Luna, en Júpiter, en lo alto de una montaña de 3000 metros y en una habitación al nivel del mar en la que se ha extraído todo el aire.


c) Construye una tabla de valores con la masa y el peso de Julia en cada uno de los 8 planetas del sistema solar.

Julia se sube, al nivel del mar, en una balanza de brazos iguales y ésta marca 47 kg.

¿Cuánto marcará un dinamómetro si se colgara de él al nivel del mar?


El dinamómetro marcará una fuerza igual a la que hace la Tierra sobre Julia. Al nivel del mar, el valor de la fuerza de atracción de la Tierra sería:

$F_J = 47 \cdot 9,8 = 460,6 \text{ N}$



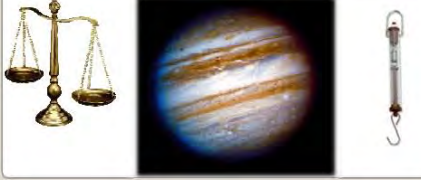
¿Cuánto marcaría una balanza y un dinamómetro en la Luna?

La **balanza** marcaría igual que en la Tierra, es decir 47 kg. La masa es una propiedad de los cuerpos que no depende de dónde se encuentren.
 El **dinamómetro** marcará una fuerza igual a la que hace la Luna sobre Julia.
 El valor de la fuerza de atracción de la Luna sería:
 $F_{Luna} = 47 \cdot 1,6 = 75,2 \text{ N}$




¿Cuánto marcaría una balanza y un dinamómetro en Júpiter?

La **balanza** marcaría igual que en la Tierra, es decir 47 kg. La masa es una propiedad de los cuerpos que no depende de dónde se encuentren.
 El **dinamómetro** marcará una fuerza igual a la que hace Júpiter sobre Julia.
 El valor de la fuerza de atracción de Júpiter sería:
 $F_{Jupiter} = 47 \cdot 25,1 = 1179,7 \text{ N}$




¿Cuánto marcaría una balanza y un dinamómetro en lo alto de una montaña de 3000 m?

La **balanza** marcaría igual que a nivel del mar, es decir 47 kg. La masa es una propiedad de los cuerpos que no depende de dónde se encuentren.
 El **dinamómetro** marcará una fuerza igual a la que hace la Tierra sobre Julia.
 El valor de la fuerza de atracción de la Tierra sería:
 $F_T = 47 \cdot 9,8 = 460,6 \text{ N}$
 3000 m = 3 km es una distancia muy pequeña comparada con el radio de la Tierra.
 La atracción de la Tierra sobre cualquier cuerpo cambia muy poco al subir una montaña.







¿Cuánto marcaría una balanza y un dinamómetro en una habitación al nivel del mar en la que se ha extraído todo el aire?





La **balanza** marcaría igual, es decir 47 kg. La masa es una propiedad de los cuerpos que no depende de dónde se encuentren.
 El **dinamómetro** marcará una fuerza igual a la que hace la Tierra sobre Julia.
 El valor de la fuerza de atracción de la Tierra sería:
 $F_T = 47 \cdot 9,8 = 460,6 \text{ N}$
 Las fuerzas gravitatorias no dependen de la presencia de aire.



¿Cuánto marcaría una balanza y un dinamómetro en los siguientes planetas?

			
Mercurio	Venus	Tierra	Marte
Balanza 47 kg Dinamómetro 173,9 N	Balanza 47 kg Dinamómetro 416,9 N	Balanza 47 kg Dinamómetro 460,6 N	Balanza 47 kg Dinamómetro 174,8 N

¿Cuánto marcaría una balanza y un dinamómetro en los siguientes planetas?

			
Júpiter	Saturno	Urano	Neptuno
Balanza 47 kg Dinamómetro 1179,7 N	Balanza 47 kg Dinamómetro 502,9 N	Balanza 47 kg Dinamómetro 408,4 N	Balanza 47 kg Dinamómetro 524,1 N

Origen de la fuerzas

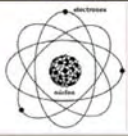
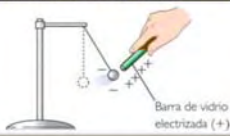
Repaso(continuación)

INTERACCIONES ELECTROMAGNETICAS

Científicos comenzaron su estudio debido a que había interacciones que no se podían explicar con la ley de gravitación universal...

...por tanto...


...esas interacciones no dependían de sus masas...

Origen de la fuerzas

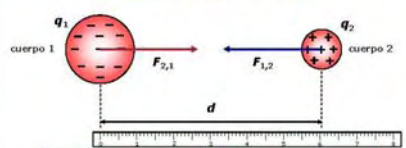
Ley de Coulomb

Ley de Coulomb para fuerzas electrostáticas



Charles Coulomb nació en 1736. Realizó trabajos sobre electricidad y magnetismo. Murió en 1806.

Fuerzas entre cargas en reposo



$$F_{2,1} = K \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

$$F_{1,2} = K \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

La constante de proporcionalidad, que depende del medio, en el aire vale $9 \cdot 10^9$.

Esas fuerzas son inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia que los separa.

Dos cuerpos cualesquiera, de cargas q_1 y q_2 , separados por una distancia d , interactúan.

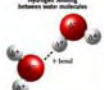
Limitaciones de la ley de Coulomb

Cuerpos puntuales o esféricos con distribución isotrópica de cargas




La fuerzas electromagnéticas tendrán valores importantes entre **cuerpos pequeños**...

... y son las responsables de las atracciones y repulsiones atómicas y moleculares que explican la cohesión de los cuerpos o la impenetrabilidad de los mismos.



Hydrogen bonding between water molecules

Fuerzas entre cargas en reposo

$F_{2,1} = F_{1,2} = K \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$

Cuando una carga es positiva y la otra negativa, las fuerzas entre ellas son de atracción.

Ambas positivas:
+ve c/c con la separación de cargas que queda: Positiva y negativa
Ambas negativas:

Origen de la fuerzas

Actividad 14

A) Calcula el valor de las fuerzas entre 2 cuerpos que están en el aire separados 20 cm, si uno tiene carga de 3 miliculombios y el otro de 5 microculombios. Las dos cargas son positivas. Repite el cálculo suponiendo que están en el agua y que una carga es positiva y la otra negativa.

B) ¿Sería correcto el cálculo que has hecho realizado si los cuerpos tuvieran forma de pera?

Calcula el valor de las fuerzas entre dos cuerpos que están en el aire separados 20 cm, si uno tiene una carga de 3 mC y el otro de 5 μC. Las dos cargas son positivas.

Aplicando la ley de Coulomb:

$F_{1,2} = F_{2,1} = K \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{0,20^2} = 3375 \text{ N}$

Las dos fuerzas son de igual valor numérico, aplicadas sobre cada uno de los cuerpos, pero tienen sentidos contrarios.

Repite el cálculo suponiendo que están en el agua y que una carga es positiva y la otra negativa.

Al aplicar la ley de Coulomb, hay que tener en cuenta que $K_{\text{agua}} = 0,11 \cdot 10^9$

$F_{1,2} = F_{2,1} = K \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 0,11 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{0,20^2} = 41,25 \text{ N}$

Las dos fuerzas siguen siendo de igual valor numérico, aplicadas sobre cada uno de los cuerpos, de sentidos contrarios pero de menor valor que cuando los cuerpos están en el aire.

¿Sería correcto el cálculo que se ha realizado si los cuerpos tuvieran forma de pera?

Para aplicar la ley de Coulomb como se ha hecho es necesario que los cuerpos sean puntuales (o esféricos con distribución isotrópica de carga).

Por lo tanto, si los cuerpos tuvieran forma de pera no sería aplicable la ley de Coulomb de la forma que hemos hecho.

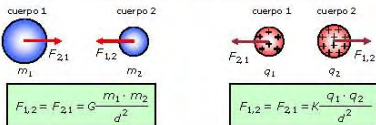
Eso sí, seguirían existiendo dos fuerzas entre los cuerpos, de igual valor y sentido contrario.

Origen de las fuerzas

Actividad 15

Compara la ley de gravitación universal y la ley de Coulomb. Señala las semejanzas y diferencias entre ambas.

Compara la ley de la gravitación universal y la ley de Coulomb. Señala las semejanzas y diferencias entre ambas.



$$F_{1,2} = F_{2,1} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

$$F_{1,2} = F_{2,1} = K \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

SEMEJANZAS

En ambos casos existen dos fuerzas de igual valor numérico, aplicadas sobre cada uno de los cuerpos, que tienen sentidos contrarios. Las fuerzas son proporcionales al producto de las masas (o de las cargas) de los cuerpos e inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia que los separan.

Compara la ley de la gravitación universal y la ley de Coulomb. Señala las semejanzas y diferencias entre ambas.



DIFERENCIAS

Hay un solo tipo de masa pero hay dos tipos de cargas eléctricas (positivas y negativas).

Las fuerzas gravitatorias son siempre atractivas, mientras que las fuerzas eléctricas pueden ser atractivas o repulsivas.

El valor de las fuerzas gravitatorias no depende del medio en el que se encuentren los cuerpos mientras que las eléctricas cambia según el medio.

Se refleja en que G tiene siempre el mismo valor, mientras que K depende del medio. Las fuerzas gravitatorias son importantes cuando al menos uno de los cuerpos tiene una masa muy grande. Las eléctricas son importantes en cuerpos pequeños, especialmente a una escala atómica y molecular, explicando la cohesión de los cuerpos.