

Máster Oficial Formación de Profesorado de Educación
Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional
y Enseñanza de Idiomas. Especialidad Física y Química.

Curso 2014/2015.



Universidad de Cádiz
TRABAJO FIN DE MÁSTER

MOVIMIENTOS COMPUESTOS EN LA NATURALEZA.

Realizado por D. Salvador Israel Luque Campoy

Tutor: Dr. José María Oliva Martínez

Junio 2015

El firmante de este Trabajo Fin de Máster declara que su contenido es original y de su autoría, asumiendo las responsabilidades que de cualquier plagio detectado pudieran derivarse. No obstante, quiere hacer notar que, como en todo trabajo académico, a lo largo del trabajo se incluyen ideas y afirmaciones aportadas por otros/as autores/as, acogiéndose en tal caso al derecho de cita.

En Puerto Real, a 16 de Junio de 2015

Firmado: Salvador Israel Luque Campoy

A Vita y Máximo

*Nunca he encontrado una persona
tan ignorante que no pueda aprender algo
de ella.*

Galileo Galilei.

Contenido

1- INTRODUCCIÓN	12
2- REFERENTES TEÓRICOS DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN	16
2.1- FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS	16
2.2- DIFICULTADES EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	19
2.2.1- <i>Concepciones erróneas/alternativas e ideas previas.</i>	19
2.2.2- <i>Desarrollo cognitivo</i>	21
2.3- FUNDAMENTOS DIDÁCTICOS	25
2.3.1- <i>Enfoque metodológico constructivista</i>	25
2.3.2- <i>Aprendizaje basado en el cambio conceptual</i>	26
2.3.3- <i>El aprendizaje significativo</i>	28
2.3.4- <i>El aprendizaje colaborativo</i>	28
2.3.5- <i>Aprendizaje mediante el uso de TICs</i>	29
2.3.6- <i>Aprendizaje mediante el uso de Modelos y Analogías</i>	30
3- UNIDAD DIDÁCTICA MEJORADA PARA EL ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE MOVIMIENTOS	32
3.1- JUSTIFICACIÓN DEL SENTIDO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	32
3.2- UNIDAD DIDÁCTICA MEJORADA	34
3.2.1- <i>Contenidos</i>	34
3.2.2- <i>Competencias abordadas</i>	35
3.2.3- <i>Metodología</i>	40
3.3- ACTIVIDADES PROPUESTAS	47
3.3.1- <i>Descripción de las actividades</i>	48
3.4- EVALUACIÓN	71
3.4.1- <i>Evaluación del alumnado. Instrumentos</i>	73
3.4.2- <i>Evaluación del docente. Instrumentos</i>	74
4- CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS Y PARA LA FORMACIÓN FUTURA DOCENTE	75
5- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
6- ANEXOS	80
ANEXO I. MAPA CONCEPTUAL CONTENIDOS	81
ANEXO II. EVALUACIÓN	83

ANEXO II.1-. PRUEBA ESCRITA FINAL	83
ANEXO II.2-. HOJA DE ACTIVIDADES. EVALUACIÓN CONTINUA.	85
ANEXO II.3-. CUESTIONARIO EVALUACIÓN DOCENTE.	86
ANEXO II.4-. FICHA OBSERVACIÓN EN AULA.	87
ANEXO II.5-. RÚBRICA PRUEBA FINAL ESCRITA.	88

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Esquina aristotélica.	17
Ilustración 2 Trayectorias parabólicas de Cañones de mortero, L. da Vinci.....	18
Ilustración 3 Trayectorias parabólicas de Galileo	8
Ilustración 4: Balísitca de Tartaglia. Nova scientia inventa.....	21
Ilustración 5. Etapas constructivismo	26
Ilustración 6 Esquema cognitivo	27
Ilustración 7 Esquema problema	49
Ilustración 8 Globo en ascenso y avión con velocidad constante.....	49
Ilustración 9 Esquema problema.	50
Ilustración 10 Esquema problema	50
Ilustración 11 Espartanos y flechas.....	50
Ilustración 12 Angry Birds.....	51
Ilustración 13 Angry Birds.....	51
Ilustración 14 Video lanzamiento de disco.. ..	52
Ilustración 15 Esquema problema	55
Ilustración 16 Simulación barca cruzando río.....	56
Ilustración 17 Tiro horizontal.. ..	56
Ilustración 18 Tiro horizontal.. ..	57
Ilustración 19 Tiro horizontal.	57
Ilustración 20 Dibujos de Leonardo da Vinci.	59
Ilustración 21 Esquema problema	59
Ilustración 22 Animación tiro horizontal.....	60
Ilustración 23. Lanzamiento de balón con tiro oblicuo.....	61
Ilustración 24 Esquema tiro oblicuo.....	61
Ilustración 25. Tiros oblicuos.	62
Ilustración 26 Esquema problema	64
Ilustración 27 Animación tiro oblicuo con diferentes ángulo de tiro.	65

Ilustración 28 Simulación para la práctica de laboratorio.	66
Ilustración 29 Captura imagen del software Avimeca.....	67
Ilustración 30 Captura aplicación GnuPlot.	67
Ilustración 31 Analogía vector velocidad	70
Ilustración 32 Carácter vectorial de la actividad 2.2.	71
Ilustración 35 Balística de cañón.....	84
Ilustración 36 Mesa y bolas.	84
Ilustración 37 Sistemas de referencia.	85
Ilustración 38 Esquema problema	85

Índice de Tablas

Tabla 0-1 Nivel cognitivo y comprensión de conceptos en cinemática.....	23
Tabla 0-2 Fines y funciones de las TICs.	30
Tabla 1-1 Contenidos en 4º ESO y 1º Bachillerato.....	22
Tabla 1-2 Contenidos 1º Bachillerato para la unidad didáctica mejorada.....	24
Tabla 1-3 Competencias científicas.	30
Tabla 1-4 Secuenciación de actividades.	46
Tabla 2-1 Cuestionario evaluativo actuación docente	86
Tabla 2-2 Ficha observación en el aula.....	87
Tabla 2-3 Rúbrica.....	88
Tabla 2-4 Rúbrica.....	89

MOVIMIENTOS COMPUESTOS EN LA NATURALEZA

RESUMEN

Esta memoria de Trabajo de Fin de Master presenta la mejora e innovación una parte de la unidad didáctica de 1º de Bachillerato “Cinemática del punto material. Elementos y magnitudes del movimiento” sobre la composición de movimientos. Primero se analizarán los referentes teóricos para seguidamente pasar al desarrollo de la unidad y sus conclusiones sobre una posible implantación en el ámbito docente real.

Palabras clave: composición de movimientos, cinemática, constructivismo, cambio conceptual.

MOTION COMPOSITION IN NATURE

ABSTRACT

In this Master work we present a part of the topic “Kinematics of the material point. Motion magnitudes and elements”, related to the motion composition, taught in the KS5 (key stage 5). First, theoretical background will be analysed, and next the development will be showed. Finally, we will end with a set of conclusion and its possible application to real academic world.

Key words: motion composition, kinematics, constructivism, conceptual change.

1-. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se contempla como Trabajo de Fin de Máster, así como materia que forma parte del Módulo del Practicum del Master en Formación de Profesorado en Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, impartido por la Universidad de Cádiz durante el curso académico 2014/2015.

La temática abordada en este trabajo consiste en la modificación y mejora de la unidad didáctica “Cinemática del punto material. Elementos y magnitudes del movimiento”, impartida durante el periodo de formación en el centro de enseñanza secundaria IES Santa Isabel de Hungría de Jerez de la Frontera, para el grupo-clase de 1º A de Bachillerato, incidiendo en la temática de la composición de movimientos y sus aplicaciones más importantes, el tiro horizontal y tiro oblicuo.

Sin duda, el estudio de la Física en Bachillerato es un reto para el cual el alumnado ha de estar motivado y concienciado de su dificultad. Entran en juego una serie de lenguajes y abstracciones matemáticas para la cual se ha de dedicar un esfuerzo que para el alumno/a, en la mayoría de los casos, le supone un sacrificio sin recompensa cercana, lo que conlleva a malos resultados académicos, la desmotivación, abandono de la asignatura, o a la no entera comprensión de los conceptos físicos y su descripción matemática.

La unidad didáctica, enmarcada en el Real Decreto 1467/2007, en el bloque de contenido “Estudio del movimiento” y en el Decreto 416/2008, Orden 5-8-2008, en el núcleo temático “Los movimientos y las causas que lo modifican”, para la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato, viene descrita de la siguiente forma:

- Importancia del estudio de la cinemática en la vida cotidiana y en el surgimiento de la ciencia moderna.
- Sistemas de referencia inerciales. Magnitudes necesarias para la descripción del movimiento. Iniciación al carácter vectorial de las magnitudes que intervienen.
- Estudio de los movimientos rectilíneos uniformemente acelerados y circular uniforme.

- Las aportaciones de Galileo al desarrollo de la cinemática y de la ciencia en general. Superposición de movimientos: tiro horizontal y tiro oblicuo.
- Importancia de la educación vial. Estudio de situaciones cinemáticas de interés, como el espacio de frenado, la influencia de la velocidad en un choque, etc.

La unidad didáctica mejorada se centrará en el principio de superposición de movimientos y el estudio de la composición de los mismos. Una vez estudiadas las magnitudes del movimiento y las características de los movimientos más sencillos, el tratamiento de la composición de movimientos se convierte en un reto didáctico en el que trataremos de aplicar una metodología apropiada, basada en los aprendizajes adquiridos durante la impartición del Máster.

La importancia de la composición de movimientos, y como aplicaciones el tiro horizontal y el tiro oblicuo, han supuesto avances en la Ciencia y en el desarrollo de la Sociedad. Desde la concepción errónea aristotélica basada en la observación de los fenómenos físicos, en los que la composición del movimiento serían consecuencia de dos movimientos no simultáneos, sino sucesivos, dando lugar a una trayectoria que suele conocerse como la “esquina aristotélica” (Oliva y Acevedo, 2004), hasta los estudios sobre los movimientos de los proyectiles realizados por Galileo y Tartaglia, siendo Galileo quien resolvió el problema de la trayectoria balística.

Dicha composición de dos tipos de movimientos diferentes, el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) y el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA), conducen a la explicación de los movimientos compuestos, y sobre este aspecto será donde apliquemos nuestra intervención.

Si bien los contenidos están plenamente establecidos en el currículum, el desarrollo de estos no está exento de dificultades. El alumnado se enfrenta por primera vez a un tratamiento matemático de magnitudes físicas que no ha trabajado previamente en la enseñanza secundaria, el tratamiento vectorial, con lo que el desarrollo de la unidad se ve retrasado. Esto y otras dificultades de aprendizaje quedaron reflejadas durante nuestra actuación como docentes de la unidad didáctica.

Como decíamos, la importancia de la impartición de esta unidad en concreto, radica en que se inicia un verdadero estudio de la Física, a nivel pre-universitario, donde se comienzan a asentar las bases para un posterior estudio más profundo de la Física en 2º de Bachillerato, su posterior aplicación en distintas carreras universitarias, o en los distintos grados superiores. Es reseñable el aumento del número de estudiantes que no comienzan estudios de Física en la enseñanza secundaria, según diversos estudios.

“Por otro lado, parece existir inquietud y preocupación entre los docentes y las autoridades universitarias, que han comenzado a plantearse si estas carencias de motivación de los estudiantes de física por continuar sus estudios, y quizás también su desinterés por iniciarlos, no guarda una estrecha relación con algunas limitaciones y deficiencias de la enseñanza que se les ofrece (...) y con los bajos resultados académicos que obtienen, particularmente en los cursos introductorios”.(Ferreyra y González, pp. 189-190)

Por otro lado, el diseño curricular establece una serie de capacidades que el alumnado ha de adquirir. En estas capacidades se puede apreciar la orientación hacia la metodología científica y el trabajo científico, que posteriormente los estudiantes han de desarrollar en sus futuras carreras profesionales. De ahí radica la importancia de la Física, no solo como una materia más que ha de estudiarse, sino como una guía que lleve a las personas a formarse profesionalmente en carreras técnico-científicas. Entendemos pues que esta unidad didáctica es el punto de partida hacia la consecución de estas metas.

Esta memoria de Trabajo de Fin de Máster tendrá como punto de partida un marco teórico, donde se abordaran, desde los principios epistemológicos referentes a la temática pasando por las dificultades en el aprendizaje del alumnado y los posibles problemas en la enseñanza referente de esta, para llegar a los fundamentos didácticos en los que basaremos nuestra propuesta de mejora de la unidad.

Seguidamente, presentaremos la unidad mejorada, enmarcándola dentro de una justificación basada en la problemática planteada, junto con la finalidad de la

innovación que estamos implantando. Así mismo, la unidad mejorada vendrá determinada por una serie de aspectos transversales, tales como los contenidos, las competencias que se pretenden que el alumnado obtenga y la metodología seguida. Junto con todo ello, se realizará una propuesta de actividades y de evaluación.

Por último, se expondrán las conclusiones sobre la aportación de la unidad, sus posibles mejoras de cara al futuro y su posible implantación en la docencia regulada.

2-. REFERENTES TEÓRICOS DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

El marco teórico bajo el que se desarrolla este Trabajo de Fin de Máster tiene como base los conocimientos adquiridos en los módulos específicos de nuestra especialidad del Máster, Complementos de Formación y Aprendizaje/Enseñanza de la Física y Química.

Como bien sabemos, la enseñanza secundaria está segmentada en ramas e itinerarios especializados de una gran diversidad, lo cual hace necesario una formación específica para entender lo que significa la enseñanza de nuestra especialidad en secundaria, y en base a ello, tener una mejor formación y capacitación para nuestro futuro como docentes.

Es por ello que en este apartado expondremos los referentes teóricos, marcados por la Historia de la Ciencia y cómo se resolvió la problemática de la descripción de los movimientos. Seguidamente, plasmaremos las dificultades de enseñanza/aprendizaje estudiadas tanto en la asignatura específica como las encontradas en nuestra actuación como docentes en el periodo formativo relativas a la composición de movimientos, y, por último, definiremos las estrategias de enseñanza y las fundamentaciones teóricas que las respaldan.

2.1-. FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS

El estudio de los movimientos observados en la Naturaleza es, sin duda, uno de los aspectos de la Física estudiados desde la Antigüedad. Desde Aristóteles a Galileo, o desde Newton a Einstein, el estudio del movimiento de los cuerpos ha sufrido convulsiones y revoluciones, hasta llegar a nuestros días la rama de la Física conocida como Cinemática, enmarcada dentro de la Mecánica Clásica Newtoniana junto con la Dinámica.

Sin duda, el paradigma lo produjo Galileo, el cuál rompió con la descripción aristotélica, de la que comentamos en la introducción, para, además, como señalan Einstein e Infeld (2003), “haber destruido el punto de vista intuitivo”(p.9). Con él, desapareció el modo de entender y explicar los fenómenos únicamente mediante la suposición e intuición, ni creyendo en lo que transmitían los autores antiguos, sino que era necesario observarlos y realizar experimentos para comprobar las hipótesis deductivas. Estableció así el método científico.

Aristóteles, es, sin duda, nuestro punto de partida en la Historia de las Ciencias, aunque hubo otros a los que podríamos considerar “pioneros” de la Ciencia, con ideas de acceso al conocimiento precientíficas o pseudocientíficas (Euxodo, Ptolomeo, Anaxágoras, Eratóstenes). Estudió los movimientos y, en lo referente a la composición de movimientos, planteó una serie de principios sobre el estudio de lanzamientos de proyectiles en dirección oblicua. (Física, *Physikés Akroáseōs*. Aprox. Siglo IV a.C.)

Según estos principios, estos fenómenos físicos se componían de dos fases sucesivas (Oliva y Acevedo, 2004), una primera en la que el cuerpo avanzaría en línea recta, y una segunda en dirección vertical debido a un “efecto de caída”. Estos dos movimientos, considerados como “violento” el primero y como “natural” el segundo, darían lugar a lo que se conoce como “esquina aristotélica”:

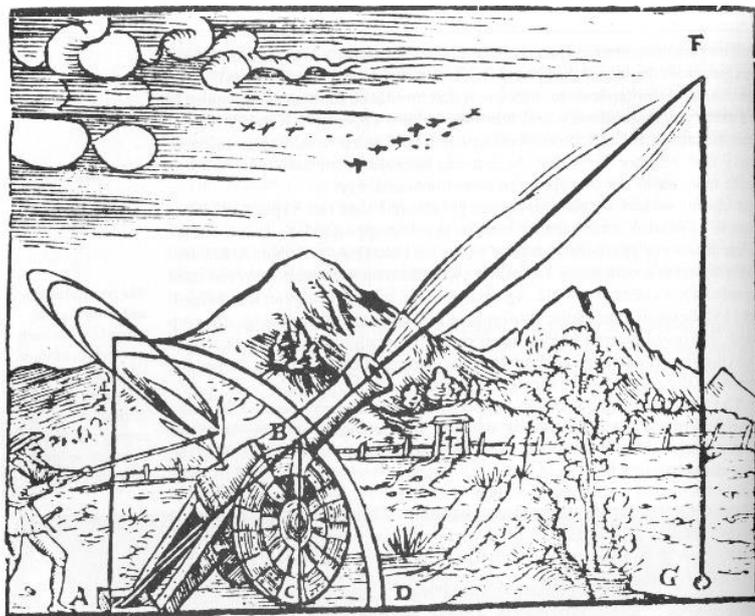


Ilustración 1 Esquina aristotélica.

<http://www4.ncsu.edu/~kimler/hi322/galdiagram.html>

Sin duda, Aristóteles contribuyó al avance de la Ciencia y de la Física, pero a su vez, supuso con algunas de sus ideas, tomadas como absolutas, unas concepciones que incluso hoy en día se mantienen como esquemas inamovibles (objetos más pesados caen con “mayor velocidad” o “antes que otros menos pesados”, o que un cuerpo se detiene “cuando la fuerza que lo empuja deja de actuar”).

Estas ideas perduraron en los siglos, hasta el Renacimiento, donde personajes influyentes como Leonardo Da Vinci o Nicola Tartaglia introdujeron modificaciones al describir estos movimientos como curvas, hasta que Galileo resolvió el problema.

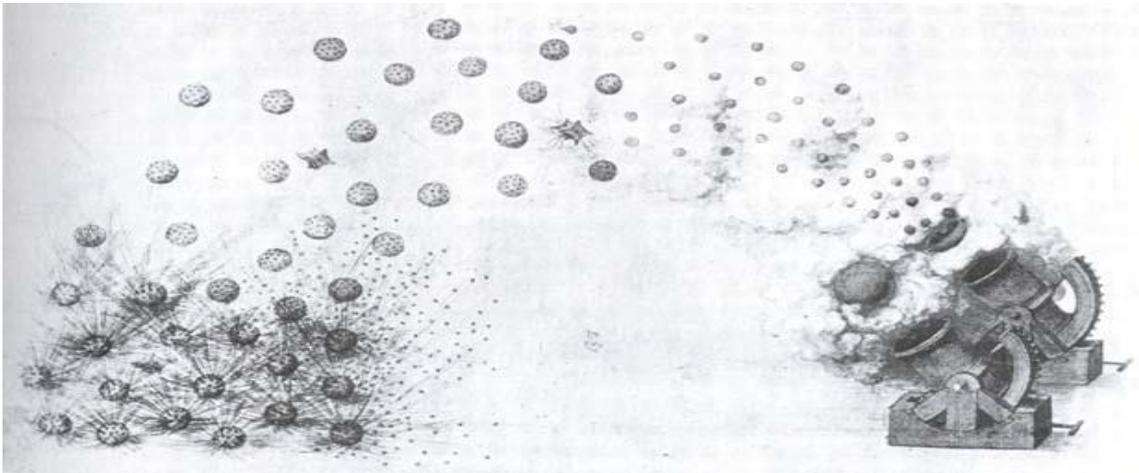


Ilustración 2 Trayectorias parabólicas de Cañones de mortero, L. da Vinci, aprox. 1500 d.c. Fuente: <http://www4.ncsu.edu/~kimler/hi322/galdiagram.html>

A finales del siglo XV (Oliva y Acevedo, 2004), Leonardo Da Vinci dejó testimonio de las trayectorias parabólicas en los dibujos de los chorros de agua, y que, como veremos en el desarrollo de actividades en el apartado 3, usó estos como analogía. Sin embargo, esta idea no quedó establecida hasta Galileo.

Nicola Tartaglia, en su tratado de balística *Nova Scientia* (Venecia, 1537), en el que trata el estudio del movimiento curvilíneo y cuerpos pesados, expuso sus conclusiones aplicadas a la disciplina llamada “balística exterior”; “Los historiadores señalan en este tratado la primera enunciación de la proposición según la cual, para obtener el tiro de máxima amplitud, es menester inclinar la pieza a 45° sobre el horizonte”¹

Pero sin duda, el gran artífice del estudio de los movimientos y del principio de superposición fue Galileo. Amante de la pintura, encontró la inspiración (Oliva y Acevedo, 2004), en Leonardo da Vinci y sus dibujos, para analizar las trayectorias de los proyectiles. Como bien indican los autores, “logró demostrar matemáticamente la trayectoria parabólica de los proyectiles siguiendo el método de descomposición y superposición de movimientos”(p.59), usando sus experimentos para medir la aceleración en planos inclinados:

¹Fuente: <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/t/tartaglia.htm>

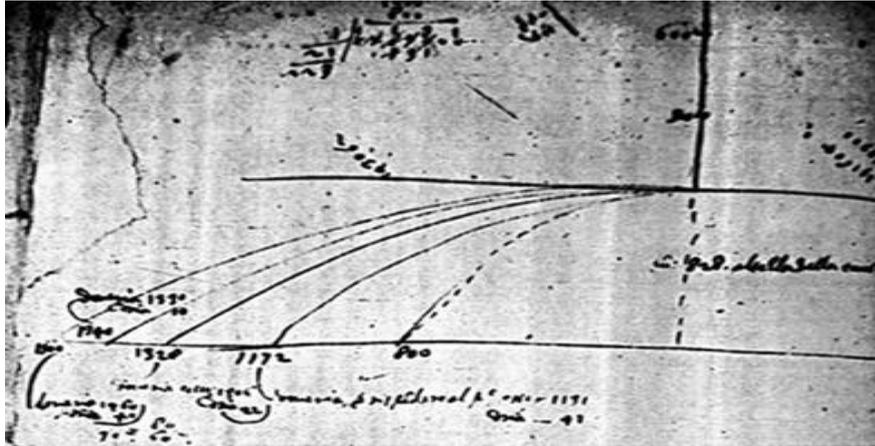


Ilustración 3. Trayectorias parabólicas de Galileo. Fuente: http://html.rincondelvago.com/galileo-galilei_1.html

2.2.- DIFICULTADES EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

La labor docente no está exenta de dificultades. La sociedad actual, desde hace unos años, sobreestima la función educadora de sus docentes, y estos, a pesar de su esfuerzo y sacrificio, se ven abocados al ostracismo y a la frustración. Las exigencias del currículo, las familias, el cumplir con los objetivos, la Administración, el propio centro educativo o los propios estudiantes, son una serie de dificultades que, contrariamente, deberían ser elementos de apoyo.

Además de esto, el docente, para la correcta adquisición de los aprendizajes por parte de los alumnos/as, ha de establecer una correcta manera de enseñar, más allá de la mera transmisión de conceptos tradicional. Ciertamente, el profesional docente que tiene presente todo esto es capaz de mejorar su actuación docente y desarrollar su labor de una manera optimizada y comprensiva con el alumnado.

En este apartado expondremos las dificultades en la enseñanza de la ciencia en general, y en la temática abordada en particular.

2.2.1.- Concepciones erróneas/alternativas e ideas previas.

Las ideas previas del alumnado tienen un marcado acento en el proceso de aprendizaje. Estas ideas, además, llevan a concepciones alternativas para la explicación de ciertos fenómenos/teorías, que perduran en el tiempo, llegando a darse incluso en estudiantes universitarios.

Es necesario tener presente que los estudiantes, al presentárseles conceptos que son totalmente nuevos, tengan una idea preconcebida, profundamente

arraigada, fruto de sus experiencias y vivencias personales, que interfieren durante el proceso de aprendizaje y dificultan la comprensión de conceptos científicos.

Nosotros, como docentes, nos transformaremos en “detectives” para realizar una serie de estudios del alumno para recopilar información acerca de los conocimientos científicos e ideas previas, para establecer una metodología “más acorde con el modo de producción de los conocimientos científicos” (Hierrezuelo, Molina, Yus, 1991, p. 464), buscando desterrar los conceptos erróneos y sustituirlos por conceptos científicos (Sánchez, Oliva, Rosado y Cruz, 1993), y una comprensión óptima de los contenidos de la unidad, que veremos al comienzo de la unidad didáctica mejorada.

Pero, ¿cómo surgen las ideas previas en los estudiantes? ¿Cuáles son sus características? Atendiendo a las consideraciones de Hierrezuelo y Montero (1991), exponemos algunas de ellas:

- Surgen en el pensamiento debido a la observación del fenómeno.
- Los estudiantes poseen una visión parcial del fenómeno.
- Prestan más atención a las situaciones de cambio.
- Proponen una causa que desencadena una serie de efectos
- No tienen en cuenta las contradicciones a la explicación del fenómeno
- Lenguaje poco preciso y conectado con su realidad y experiencias

Estas ideas sobre concepciones alternativas serán empleadas a la hora de diseñar la metodología de la unidad, de enfoque constructivista y que promueva el cambio conceptual que el alumnado posee en la descripción de los fenómenos físicos abordados en los contenidos.

Los estudios realizados en investigación didáctica (Sánchez et al. 1993) demuestran en sus conclusiones diversas concepciones alternativas en el estudio de la composición de movimientos. Los resultados muestran lo siguiente:

- El movimiento horizontal desaparece al iniciarse la caída en el tiro horizontal, en concordancia con el modelo aristotélico; la velocidad horizontal disminuye hasta agotarse, similar al modelo medieval del “ímpetus”.
- Al dibujar la trayectoria de un tiro oblicuo, esta se asemeja a la esquina aristotélica, pero ligeramente curva al final del movimiento,

en concordancia con la finalización el “ímpetus”. Las representaciones de Tartaglia concuerdan con esto:

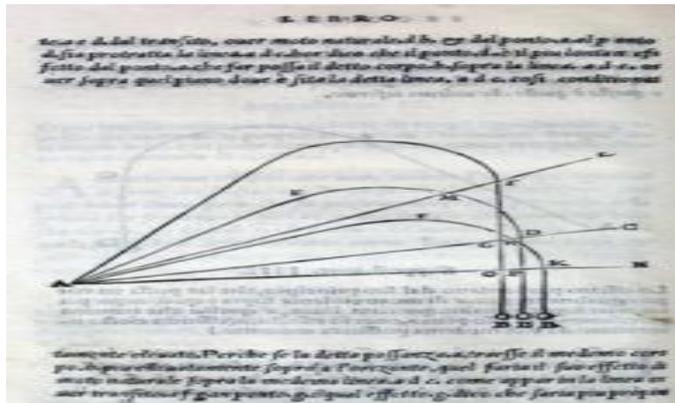


Ilustración 4: Balística de Tartaglia. *Nova scientia inventa*

http://divulgamat2.ehu.es/divulgamat15/index.php?option=com_content&view=article&id=10028%3Atartaglia-nicolfontana-ca14991557&catid=37%3AAbiograf-de-matemcos-ilustres&directory=67&showall=1

- Es muy complicado la asimilación de la idealización de los sistemas a estudiar, ya que no entienden que el rozamiento del aire no exista.
- Los movimientos no se asimilan como independientes. A velocidades muy altas, la trayectoria es horizontal la mayor parte del recorrido, para caer finalmente. La contextualidad de los fenómenos influye en la construcción mental del fenómeno (en este caso, el disparar escopetas de feria).
- Atribuyen al peso como elemento que determina el tiempo de caída del objeto en un tiro parabólico.
- Dificultad de concepto previos en caída libre o lanzamiento vertical, como que la bola al ser lanzada hacia arriba, en el momento de pararse no existe aceleración, o que la velocidad al llegar al suelo es la misma que al ser lanzada.

Otras concepciones destacables, implícitas en la temática de la Cinemática, son referentes al significado físico de algunas magnitudes del movimiento. Por ejemplo, describen la aceleración como una velocidad alta, y, si se da el caso de describirla como cambio de la velocidad, normalmente ocurre cuando el móvil aumenta su aceleración, sin tener en cuenta la deceleración (Hierrezuelo y Montero, 1991).

2.2.2-. Desarrollo cognitivo

Por otro lado, el aspecto cognitivo juega un papel importante. El estudiante va desarrollando su conocimiento mediante etapas de su vida, que se va construyendo

de forma activa. La base de la teoría de Piaget establece que todo aprendizaje que desarrolla un individuo es producto de un proceso interno y activo. Además, establece, como hemos señalado, entre otras premisas, que las estructuras mentales se van adquiriendo de manera evolutiva en fases o estadios, dando lugar a niveles de desarrollo, y que dicha evolución se lleva a cabo mediante la interacción del individuo con su entorno.

Estas fases o estadios, delimitados por edades, son los siguientes (Pozo, Gómez, Limón y Sanz, 1991):

- Sensorio-motora: de 0 a 2 años. Se adquieren los primeros esquemas, limitados a experiencias motoras y sensoriales.
- Preoperacional (aparece el lenguaje): de 2 a 7 años. Razonamientos finalistas e interpretación egocéntrica del mundo y ligada a la percepción. Pensamiento asociativo simple, a la vez que antropomórfico y animista.
- Concreto: de 7 a 12 años (los razonamientos se hacen reversibles). Comprensión de conceptos y teorías definidos a partir de ejemplo familiares. Pensamiento centrado en lo tangible, y de tipo inductivo. Razonamiento causal simple. Realiza operaciones de clasificación, correspondencias, etc.
- Formal (las operaciones se liberan de las ataduras de lo concreto y real): de 12 a 16 años. Comprensión de concepto en base a modelos idealizados. Pensamiento hipotético deductivo. Realiza operaciones de control de variables, combinaciones, proporcionalidad, etc.

La fase en la que debemos centrarnos es la última, justo en la etapa de la enseñanza secundaria. La fase formal, sin embargo, se puede analizar desde una perspectiva más amplia:

- Formal Inicial: de 12 a 14 años.
- Formal avanzado: de 14 a 16 años.

Esta segunda etapa, como hemos indicado, se tiene la capacidad de realizar hipótesis y deducciones, y de entender la idealización de modelos para explicar conceptos teóricos. También son capaces de imaginar y pensar sobre fenómenos o conceptos que no perceptibles.

A la hora de realizar un proceso de enseñanza de la Cinemática en la enseñanza secundaria, el docente ha de tener en cuenta el nivel cognitivo del alumnado y las dificultades que este conlleva. Estas dificultades como vemos en la siguiente tabla, según Shayer y Adey (1984), son:

Tabla 0-1 Nivel cognitivo y comprensión de conceptos en cinemática.

Conceptos	Concreto inicial	Concreto avanzado	Formal inicial(12-14 años)	Formal avanzado(14-16 años)
Velocidad y aceleración	Noción intuitiva de la velocidad, pero no hay diferenciación entre velocidad y posición relativa, por tanto, tenderá a considerar más rápido aquel que llegue antes.	Velocidad como relación entre distancia y tiempo (m/s, km/h). De aquí que se comparen las velocidades por las distancias recorridas.	Aceleración concebida como medida del cambio de la velocidad. Pueden usar ecuaciones de 2º grado en las que aparece la aceleración	Aceleración como límite de $\frac{\Delta v}{\Delta t}$

Podemos observar en las tablas las transiciones de los diferentes pensamientos, desde el concreto al formal. Debido a la diversidad de capacidades (Martín, Gómez-Crespo, Gutiérrez, 2000) del alumnado, habrá alumnos/as que serán capaces de entender el concepto de aceleración como variación de la velocidad, mientras que otros no lo asimilarán tan fácilmente.

En el nivel para el que esta mejora innovadora se ha diseñado, nos encontramos en el nivel de pensamiento formal avanzado. En este nivel, Shayer y Adey señalan como principal dificultad el concepto de aceleración como límite del cociente entre el incremento de velocidad e incremento de tiempo. Pudimos comprobar durante nuestras actuación la gran dificultad que esto supuso (así como el concepto de velocidad límite), ya que el concepto de límite no estaba afianzado, por lo que

recurrir a la estrategia de tomar intervalos de tiempo cada vez más pequeños para calcular el valor al que tiende la velocidad límite o la aceleración límite.

Sin duda, una dificultad, dentro del marco de pensamiento formal, es la de asignar a una magnitud física las propiedades matemáticas de vector, es de las más destacables. Magnitudes como peso, velocidad, aceleración no son concebidas como vectores, sino como magnitudes escalares que “apuntan hacia un sitio”.

Otras dificultades a la hora de enseñar la Cinemática, no expuestas en la tabla, pero que se pueden encontrar en el pensamiento formal, fue, según pudimos anotar durante la actuación docente, la representación gráfica de los diagramas posición-tiempo, velocidad-tiempo y aceleración-tiempo. En el estudio del MRUA, sobre todo, la representación de la posición frente al tiempo, supuso problemas debida al término cuadrático y la forma parabólica. También a la hora de establecer sistemas de referencias no encontramos con la resistencia del alumnado a establecerlo.

En lo que se refiere a la temática de la composición de movimientos, la principal dificultad radica a la hora de entender que un movimiento puede ser la suma/composición de dos movimientos imaginarios, y que estos pueden estudiarse independientemente, como ya vimos en el punto anterior. Aquí se puede constatar también que el tratamiento matemático de un movimiento compuesto, conlleva la dificultad de obviar el MRU con velocidad constante, tomando solamente en cuenta el MRUA.

Por último, queremos constatar otra serie de dificultades en el proceso de aprendizaje del alumnado que el docente ha de tener en cuenta. Son dificultades de tipo didáctico, según García, Bueno y Saura (1995),

- Dificultad al trabajar con material escrito que plantee interrogantes
- No establecer relaciones entre los aprendizajes
- No valorar de la misma forma el trabajo experimental
- Buscar la respuesta que el docente quiere

Además de las dificultades expuestas, fruto de la experiencia vivida en el centro, existe una problemática que viene siendo recurrente en la enseñanza tradicional, y es que, según Hierrezuelo y Montero (1991), la Cinemática está enfocada más

hacia el tratamiento matemático que como un tema conceptual de Física, lo cual hemos verificado durante la impartición de la misma. El corte tradicionalista se hace patente al transmitir conocimientos por parte del docente, y el libro se toma como referencia indiscutible.

“Es frecuente que se dedique muy poco tiempo a la definición de los conceptos y la mayor parte del tiempo se emplee en la resolución de ejercicios de aplicación de las fórmulas del movimiento uniforme o uniformemente acelerado. Se cree que el alumno puede realizar sin excesiva dificultad las magnitudes que se definen con aquello que representa. Sin embargo, esto no es así, y no estaría mal reflexionar sobre las dificultades que se presentaron históricamente para “matematizar” la cinemática, proceso que es posterior a Galileo.” (Hierrezuelo y Montero, 1991, p.51).

2.3-. FUNDAMENTOS DIDÁCTICOS

En esta sección, última antes de pasar al desarrollo de la innovación en la unidad didáctica, se expondrán los diferentes enfoques metodológicos y estrategias de enseñanza elegidos para el diseño de la misma.

2.3.1-. Enfoque metodológico constructivista

El constructivismo surge como una corriente epistemológica, apoyado por investigadores de diferentes disciplinas. Si bien, (Díaz y Hernández, 2002) los diferentes estudios sobre el constructivismo varían desde el constructivismo psicogenético de Piaget al social de Vygotsky.

En el aspecto educativo, como sugieren estos autores, el enfoque constructivista que se plantea, tanto en el aprendizaje como en la enseñanza, tratan de resolver problemas como el desarrollo psicológico del individuo, la búsqueda de intereses variados y motivaciones, orientar y reestructurar los contenidos curriculares, los diferentes modelos de aprendizaje, la interacción entre profesor/alumno y, de especial importancia, cambiar el rol del docente exclusivo como transmisor de conocimientos, hacia uno más facilitador del aprendizaje y cediendo el protagonismo al alumno/a. Es decir, el aprendizaje se convierte en activo.

Se plantea, pues, según Ausubel, Novak y Hanesian, (1991), en que el escolar trabaja los conceptos mediante una construcción activa a partir de sus propias ideas, lo que se produce, según Vygotsky, al interactuar con otros sujetos.

Las etapas cognitivas de aprendizaje basadas en el constructivismo quedan definidas en el siguiente esquema:



Ilustración 5. Etapas constructivismo Fuente: <http://mind42.com/public/1568b16d-1074-4927-9238-190835327d4e>

Las ideas de Driver (1986), referentes al diseño de un currículum en ciencias con enfoque constructivista, nos servirán para dar a nuestra metodología de la unidad didáctica orientado hacia esta corriente pedagógica:

- Secuencia de enseñanza basada en el cambio conceptual.
- El contexto de las actividades de aprendizaje.
- Ambiente de aprendizaje no amenazante.
- Trabajo en pequeños grupos.
- Metacognición.

2.3.2-. Aprendizaje basado en el cambio conceptual

El cambio conceptual consiste en un aprendizaje cuyo objetivo es, como señalan Hierrezuelo y Montero (1991), una mejora de la calidad de la estructura cognitiva, mediante la incorporación de ideas nuevas y la sustitución de las previas por unas nuevas, contradictorias con las previas.

“Esta concepción sugiere que determinar las concepciones que tienen los estudiantes sobre un tópico particular, comprender por qué las tienen, e

identificar las condiciones bajo las cuales las cambiarán, son aspectos muy importantes para el diseño de la enseñanza. Esto, a su vez, sugiere que los “profesores deberían usar estrategias que permitan diagnosticar las concepciones de los estudiantes, que permitan disminuir el estatus de las concepciones que probablemente obstaculicen el aprendizaje del contenido deseado, y que aumenten el estatus de las nuevas ideas.”(Hewson, 1990, p. 170).

El proceso para que ocurra el cambio en las concepciones necesita de una adaptación cognitiva. El esquema del proceso (Hashweh, 1986) es el siguiente:

R1 y R2: parcela del mundo real

C1 y C2: esquemas conceptuales

El alumno posee un C1 para explicar un fenómeno del mundo R1. Al interpretar otro en R2, aparece el conflicto, ya que no puede explicarlo con C1. Necesita así un C2 para explicar R2 y R1. También surgirá conflicto entre C1 y C2. Ambos conflictos, según Hashweh, deberán resolverse al mismo tiempo.

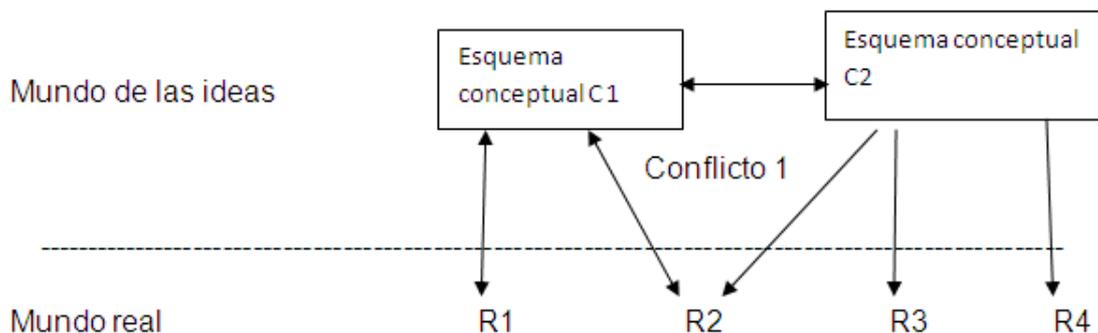


Ilustración 6 Esquema cognitivo Fuente: La ciencia de los alumnos, Hierrezuelo & Montero. Editorial. Elzevir

Por último, para que el cambio se produzca, es necesario lo siguiente:

1. El alumno/a no se conforma con sus ideas respecto a uno o varios conceptos.
2. Nueva concepción para sustituir la antigua:
 - a) La nueva idea ha de ser inteligible
 - b) La nueva idea ha de ser verosímil
 - c) La nueva idea debe ser útil

Este tipo de aprendizaje será el pilar básico sobre el que construiremos nuestra unidad didáctica mejorada. En la composición de movimientos, los estudios realizados (Sánchez et al. 1993), demuestran que los estudiantes se resisten a abandonar las concepciones aristotélicas de los movimientos y la dificultad para entenderlos como movimientos independientes. El cambio conceptual ha de diseñarse tratando estas dificultades.

2.3.3-. El aprendizaje significativo

Como bien indica Ausubel (1991), el aprendizaje significativo se entiende como la adquisición de nuevos significados y estos son el resultado del aprendizaje significativo. El adolescente ha de relacionar los nuevos conceptos con los que ya posee, y reelaborar estos, diferenciándose este tipo de aprendizaje con otro tradicionalista, el memorístico (o de repetición).

El alumno/a manifiesta una actitud dispuesta a aprender conceptos nuevos que serán significativos para él.

Las características básicas de este tipo de aprendizaje (Heredia, 2009) son:

- Carácter cognitivo, con especial importancia sobre los conocimientos previos.
- Carácter aplicado, de especial importancia en los problemas y tipos de aprendizaje que ocurren en el aula.

Las ventajas que ofrece este tipo de aprendizaje son:

- Facilidad para retener la información
- La relación de nuevos conceptos con los previos facilita que permanezcan en la memoria a largo plazo
- La asimilación depende de las características cognoscitivas del alumnado, lo que transforma el aprendizaje en activo.

2.3.4-. El aprendizaje colaborativo

El aprendizaje cooperativo/colaborativo se introduce como razón de inclusión social, teniendo su principal valor la educación inclusiva. Alumnos/as con capacidades diferentes son ayudados por alumnos/as de mayor capacidad para conseguir un aprendizaje pleno.

Las características principales de este modelo de aprendizaje son:

- Trabajo en equipo
- Fomento de la ayuda
- Objetivos se logran si los demás consiguen su objetivo
- Profesorado fomenta la interacción entre los estudiantes

Según García et al. (1995, p.216), “resulta extremadamente útil el trabajo en grupos y la elaboración de informes, dada la supeditación de las conclusiones a la recogida de datos”. Es por ello, que, a la hora de diseñar ciertas actividades a realizar por el alumnado, usemos este tipo de aprendizaje para fomentar entre el alumnado las ventajas que ofrece.

“El aprendizaje colaborativo apunta a fortalecer los valores y principios democráticos, que suponen trabajar para el beneficio mutuo y el bien común, a partir de relaciones de confianza y afecto, reconociendo igualdad de todos los miembros, abordando las situaciones desde todas las perspectivas, admitiendo la diversidad, en pro del desarrollo personal y social”(Ferreyra y Pedrazzi, 2007,p.110).

2.3.5-. Aprendizaje mediante el uso de TICs.

El uso de herramientas innovadoras como lo son las Tecnologías de la Información y Comunicación presenta numerosas ventajas a la hora de utilizarlas como recurso educativo. Ofrece nuevas formas de acceder a la información y a la transmisión de conocimientos, a la vez que produce innovaciones en las estrategias de enseñanza.

Para el docente, según enumera Pontes (2005), las posibilidades son incontables, pudiendo enumerar la utilización de recursos ya elaborados, acceder a fuentes de información, interactuar con otros docentes, innovar en los diseños de actividades, formación de profesorado, etc. Para el alumnado, este autor establece los fines educativos en su formación:

Tabla 0-2 Fines y funciones de las TICs. Fuente: aplicaciones de las tecnologías de la información de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos Alfonso Pontes Pedrajas. Departamento de Física aplicada de la Universidad

Objetivos educativos	Funciones a desarrollar
Conceptuales	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitar el acceso a la información - Favorecer el aprendizaje de conceptos
Procedimentales	<ul style="list-style-type: none"> - Aprender procedimientos científicos - Desarrollar destrezas intelectuales
Actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> - Motivación y desarrollo de actitudes favorables al aprendizaje de la ciencia

El uso de TICs será otro de los pilares sobre los que se sustentará nuestra innovación en la didáctica de la composición de movimientos. Las simulaciones mediante applets y proyecciones de videos didácticos sobre la temática en sitios web relacionados con la Ciencia nos servirán para el desarrollo y la transmisión de los conceptos, a la vez que para los estudiantes supone un acercamiento a la realidad de estos fenómenos, que pueden ser observables y medibles al mismo tiempo.

2.3.6-. Aprendizaje mediante el uso de Modelos y Analogías

Como señala Oliva (2008, p.15), “las analogías son comparaciones entre nociones o fenómenos que presentan una cierta semejanza entre sí”. Son comparaciones que se usan en ciencias para explicar conceptos. Como indican este autor, ejemplos válidos podrían ser el comparar el desorden de una habitación con la entropía.

El uso de analogías es una poderosa herramienta en la didáctica de las ciencias. Sin embargo, su uso también pueden conllevar a errores, sobre todo a la hora de usar elementos ilustrativos, ya que, según Alvarado (2005, p.2), “maestros y libros de texto usan analogías y modelos, en muchos casos confusos, por lo que muchos alumnos creen que hay correspondencia 1:1 entre modelo y realidad.” Pero las ventajas son múltiples: motiva, fomenta la creatividad, es más familiar y cercana, y permite una representación visual de los conceptos.

En cuanto a los modelos, coincidimos con Oliva (2008), a la hora de diferenciarlo de la analogía. El modelo es la representación mental de un experimento. Sirven para analizar situaciones físicas idealizadas.

En el diseño de las actividades, se ha tenido presente tanto el uso de analogías específicas con la temática, y el uso de modelos idealizados para el análisis de experimentos que sirvan para la exposición de conceptos físicos.

2.3.7-. Aprendizaje mediante resolución de problemas

La resolución de problemas será un aspecto importante a tratar durante el desarrollo de la unidad didáctica. Si bien, tradicionalmente la resolución de problema se ha tratado por los docentes como una herramienta para obtener el grado de adquisición de conceptos, donde el alumnado solo se preocupa por saber aplicar qué fórmula y en qué momento, nuestro diseño de problemas va más allá.

Pretendemos con ellos que los alumnos/as sean capaces de adquirir conceptos, leyes, teorías de manera tanto cualitativa como cuantitativa. Es por ello que tendremos problemas en los que se expongan preguntas abiertas o de interpretación de resultados. También pretendemos que adquieran diversas capacidades, como la destreza, toma de decisiones y contribuir a competencias como la matemática o la lingüística.

3-. UNIDAD DIDÁCTICA MEJORADA PARA EL ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE MOVIMIENTOS

La unidad didáctica mejorada que se desarrolla a continuación es una extensión de nuestra actuación en el centro durante el periodo formativo. En base a nuestra experiencia adquirida en el aula, las dificultades en el aprendizaje del alumnado, la experiencia y consejos de nuestro tutor, y los conocimientos adquiridos en el módulo específico del Máster, la unidad se presenta como una innovación educativa, dirigida principalmente a cimentar adecuadamente una serie de conceptos, que, debido a que su “interpretación resulta de la experiencia cotidiana de los alumnos” (Sánchez et al. 1993, p.112), son erróneamente asimilados, además de promocionar una serie de medidas pedagógicas que se enfrentan a la enseñanza de las ciencias tradicional, para favorecer, como señala Ferreyra y González (2000), un proceso de enseñanza-aprendizaje como construcción del conocimiento.

3.1-. JUSTIFICACIÓN DEL SENTIDO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

La enseñanza de la Cinemática, enmarcada como primer tema de Física en la asignatura Física y Química de 1º de Bachillerato, no está exenta de dificultades. La temática, estudiada en 4º de ESO, se centra en el estudio de los movimientos rectilíneos y las magnitudes que los describen, además de realizar una descripción superficial de las causas que originan los noviecitos. En la siguiente tabla podemos apreciar la variación de contenidos de un curso y otro:

Tabla 1-1 Contenidos en 4º ESO y 1º Bachillerato

4º de ESO	1º Bachillerato
<ul style="list-style-type: none"> - Importancia del estudio del movimiento y sus cambios en el surgimiento de la ciencia moderna. - Carácter relativo del movimiento. Estudio cualitativo de los movimientos rectilíneos y curvilíneos. Estudio cuantitativo del movimiento rectilíneo y uniforme. - Aceleración. El movimiento rectilíneo y uniformemente acelerado. - Galileo y el estudio experimental de la caída libre. - Resolución de problemas de interés en la vida ordinaria y, en particular, en la circulación vial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Importancia del estudio de la cinemática en la vida cotidiana y en el surgimiento de la ciencia moderna. Sistemas de referencia inerciales. - Magnitudes necesarias para la descripción del movimiento. Iniciación al carácter vectorial de las magnitudes que intervienen. - Estudio de los movimientos rectilíneos uniformemente acelerado y circular uniforme. - Las aportaciones de Galileo al desarrollo de la cinemática y de la ciencia en general. - Superposición de movimientos: tiro horizontal y tiro oblicuo. Importancia de la educación vial. - Estudio de situaciones cinemáticas de interés, como el espacio de frenado, la influencia de la velocidad en un choque, etc.

Podemos observar como el nivel de contenido y de complejidad aumentan considerablemente, ya que, para el estudio del movimiento, aparecen una serie de magnitudes no estudiadas en 4º de ESO, al igual que se profundiza en el estudio de otros movimientos que no son rectilíneos, como los movimientos circulares y los

movimientos compuestos. Como bien indican Einstein e Infeld (2003) “mientras nos ocupemos del movimiento en línea recta estaremos lejos de comprender los movimientos observados en la naturaleza” (p. 17)

Basándonos en las dificultades detectadas durante el desarrollo de la unidad didáctica en el centro, plantearemos una innovación dirigida a la mejora del proceso de aprendizaje-enseñanza sobre estos últimos tipos de movimientos, los compuestos, que conlleva múltiples complejidades, ya, según Baig y Agustench, (1987) supuso una dificultad importante la explicación de los movimientos parabólicos, y la importancia, según Sánchez et al. (1993), que tiene el contexto en el que se enmarca un fenómeno físico y su interpretación por el estudiante, hasta la representación matemática y resolución de casos prácticos, entraña el reto didáctico que nos hemos propuesto.

3.2.- UNIDAD DIDÁCTICA MEJORADA

En este apartado, vamos a desarrollar la unidad didáctica desde una metodología basada en el aprendizaje constructivista, con diversos elementos que nos ayudarán a intentar desterrar la visión tradicionalista del docente como mero transmisor de conocimientos, y de una física real y no “de pizarra”.

Para realizar el diseño de esta unidad, nosotros, como docentes, nos hemos transformado en “detectives” para realizar una serie de estudios del alumno para recopilar información acerca de los conocimientos científicos e ideas previas, para establecer una metodología “más acorde con el modo de producción de los conocimientos científicos” (Hierrezuelo, Molina, Yus, 1991, p. 464), buscando desterrar los conceptos erróneos y una comprensión óptima de los contenidos de la unidad.

3.2.1.- Contenidos

Como reflejamos en el apartado 1, la unidad se enmarca en el Real Decreto 1467/2007, en el bloque de contenido “Estudio del movimiento” y en el Decreto 416/2008, Orden 5-8-2008, en el núcleo temático “Los movimientos y las causas que lo modifican”, para la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato. Los contenidos, reflejados en la parte derecha de la Tabla 1-1 para el Bachillerato, quedan pues reducidos únicamente al estudio de la composición de movimientos.

Tabla 1-2 Contenidos 1º Bachillerato para la unidad didáctica mejorada

1º Bachillerato
<ul style="list-style-type: none"> - Las aportaciones de Galileo al desarrollo de la cinemática y de la ciencia en general. - Superposición de movimientos: tiro horizontal y tiro oblicuo. Importancia de la educación vial.

En el anexo I, encontraremos un mapa conceptual sobre los contenidos de la unidad didáctica mejorada.

3.2.2-. Competencias abordadas

Aunque en el Bachillerato no se contemplan la adquisición de competencias básicas, la finalidad de este apartado en la memoria requiere una exposición de lo asimilado durante el curso en la asignatura de Aprendizaje y Enseñanza de la Física-Química. Es por ello que vamos a introducir una serie de competencias básicas que estimamos podrían tener cabida en este curso.

“Las competencias recogen el conjunto de capacidades que se deben poner en juego para resolver una determinada tarea. Una competencia se refiere a las capacidades para actuar con iniciativa y autonomía en determinadas tareas complejas. Es un término que proviene del mundo profesional, y su uso se ha extendido en los sistemas educativos europeos a raíz de las directrices de la Comisión Europea de Educación y del peso que ha ido cobrando el desarrollo y difusión de las pruebas de evaluación externa.” (Aragón, 2015, p.7)

Centrándonos en las competencias científicas, (Aragón, 2015) tenemos que la competencia en ciencias se denomina, en la actual legislación, la “competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico y natural”, y por ella se entiende:

“La capacidad de utilizar el conocimiento científico, aplicar la metodología científica en determinados contextos, ser consciente del papel que ejercen la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la sociedad y en el medio natural”. (Aragón, 2015, p. 9).

Dada la diversidad de categorías existentes (Aragón, 2015), la autora nos plantea cuatro dimensiones coherentes con las finalidades propuestas por Hodson para la enseñanza de las ciencias:

1. Aprender ciencias, lo que implica un conocimiento científico. (Saber Ciencias, conocimientos científicos).
2. Aprender hacer ciencias, o aprender habilidades prácticas y destrezas relacionadas con la metodología científica. (Saber hacer ciencias, habilidades prácticas y destrezas relacionadas con la metodología científica).
3. Aprender sobre la ciencia, que conlleva a la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia. (Saber sobre ciencia, comprensión de la naturaleza de la ciencia).
4. Aprender a participar en cuestiones científicas, lo que comporta valores y componentes sociales relacionados con la ciencia y la tecnología. (Actuar y participar en cuestiones científicas, valores y componentes sociales relacionados con la ciencia y la tecnología).

Muchos de los elementos que constituyen las competencias científicas pueden ser considerados aspectos básicos en la formación general del individuo. A estas capacidades se le denomina competencias básicas. En la Ley Orgánica de Educación (2006), se contemplan o diferencian las siguientes competencias básicas, que, para esta unidad, quedan desglosadas del siguiente modo:

1. Competencia en comunicación lingüística (CCL): Tanto a través de las lecturas de los distintos epígrafes como mediante la realización de los distintos ejercicios y problemas, los alumnos/as irán adquiriendo un vocabulario científico que poco a poco aumentará y enriquecerá su lenguaje, y con ello su comunicación con otras personas.
2. Competencia matemática (CM): A través de la resolución de ejemplos y de las actividades propuestas al alumnado desarrollará habilidades en el desarrollo de hipótesis y posibles soluciones ante un problema determinado. Tratamiento matemático mediante la aplicación directa de fórmulas, factores de conversión, etc.

3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico (CCIF): Las distintas actividades propuestas hacen factible que analicen y comprendan los movimientos que se producen a su alrededor constantemente, extrapolarlo de esta forma los conocimientos adquiridos en el aula a su vida cotidiana. Se conceptualizarán magnitudes como velocidad, aceleración, peso, etc.

4. Tratamiento de la información y competencia digital (CDTI): Uso de recursos tecnológicos/informáticos para el tratamiento de la información. Búsqueda de información científica sobre los fenómenos estudiados.

5. Competencia social y ciudadana (CSC): En esta unidad se aprenderán conceptos físicos para entender fenómenos cercanos al contexto cotidiano del alumno/a, como los relacionados con la seguridad vial (distancia de frenado/seguridad, velocidad, aceleración/deceleración).

6. Competencia para aprender a aprender (CAA): La práctica continuada durante el curso desarrolla la habilidad de aprender a aprender. Es decir, se pretende conseguir que los alumnos/as no dejen de aprender cuando cierra su libro de texto, sino que sean capaces de seguir aprendiendo de las cosas que les rodean.

A continuación, mostramos una tabla donde se muestran la adquisición de competencias científicas, tras el estudio de esta unidad didáctica:

Tabla 1-3 Competencias Científicas.

Conocimientos Científicos (saber ciencias)	Metodología (saber hacer ciencia). Destreza/Habilidad	Naturaleza de la Ciencia (saber sobre la ciencia)	Sociedad, Contexto
Comprender en qué consiste el concepto de composición de los movimientos	Uso de las ecuaciones de los movimientos para determinar la posición y la velocidad de un móvil en cualquier instante, así como otras magnitudes	Entender la evolución de teorías como proceso complejo y limitado a la validez de teorías y leyes	Seguridad vial
Distinguir las diferentes magnitudes características del movimiento y su carácter escalar/vectorial	Interpretación y análisis de las diferentes trayectorias características de los movimientos compuestos	Conocer el tratamiento histórico que supuso el estudio de ciertos tipos de movimientos y su resolución	Aplicaciones que han contribuido a una mejora de la sociedad. Lanzamiento de satélites, misiones espaciales.
Entender la simultaneidad de dos movimientos independientes que forman un movimiento característico	Interpretación de los fenómenos, resolución de problemas y su posterior análisis	Relevancia del estudio de los movimientos compuestos en el desarrollo del Cálculo Vectorial y su aplicación en la Física	Fomento de las relaciones de cooperación en el desarrollo de las distintas actividades, con el fin de favorecer una concepción de la ciencia como actividad social
	Interpretación y análisis de datos relativos a tiempo y posiciones en movimiento	Valoración de la importancia de la caída libre, el tiro parabólico y el horizontal y su estudio, en el desarrollo de la Humanidad	Reflexión sobre el avance de la Ciencia mediante el desarrollo bélico

Conocimientos Científicos (saber ciencias)	Metodología (saber hacer ciencia). Destreza/Habilidad	Naturaleza de la Ciencia (saber sobre la ciencia)	Sociedad, Contexto
	Observación y clasificación de los movimientos de nuestro entorno, identificando su naturaleza, las leyes que los rigen y sus ecuaciones.		
	Valoración del rigor y la precisión en la interpretación de los fenómenos, en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.		
	Observación de los movimientos y su clasificación y su vinculación con las leyes que los rigen		

3.2.3-. Metodología

La propuesta metodológica en la que basaremos la innovación de la unidad didáctica estará fundamentada en la teoría constructivista sobre el aprendizaje. Este enfoque metodológico, como vimos en el apartado 2.3, está basado en que el propio estudiante va construyendo su conocimiento, guiado por el profesor, mediante cambios conceptuales, que va sustituyendo paulatinamente por otros nuevos y/o más complejos.

Al estar enfocada la metodología hacia el constructivismo, hemos realizado el diseño basándonos en los siguientes criterios:

- Fomentar la motivación del alumnado.
- Investigar las ideas previas del alumnado, previo al tratamiento y selección de los conceptos.
- Seleccionar los contenidos a partir del conocimiento e ideas previas del alumnado.
- Implementar el aprendizaje significativo, mediante el cual relacionaremos los conceptos a tratar con los aprendidos anteriormente.
- Tratamiento de la historia de las ciencias, en el que nos apoyaremos para “establecer un nexo o hilo conductor entre los distintos conceptos que se están construyendo” (Hierrezuelo et al., 1991, p. 466).
- Plantear actividades basadas en situaciones reales o cotidianas para así permitir que el alumno observe y razone por sí mismo más allá de las situaciones planteadas en pizarra, para lo cual utilizaremos actividades prácticas o simulaciones por ordenador.
- Diseño de actividades investigadoras, que conlleven el planteamiento de un problema práctico, para el posteriormente sugerir hipótesis. Inducir el cambio conceptual.
- Favorecer la discusión e intercambiar ideas entre el alumnado.
- Favorecer el aprendizaje colaborativo.

Para una mayor especificidad hacia el cambio conceptual, hemos agrupado las tareas a realizar en diferentes módulos, englobando los criterios descritos. Estos vienen descritos de la siguiente manera:

- **Módulo 0: Indagación.** Es este primer módulo, se realizarán una serie de entrevistas personalizadas docente-alumno/a, tomando una muestra de alumnado de diferentes niveles, de los cuales tengamos constancia durante los meses anteriores. Será una muestra con igualdad de alumnos y alumnas, tomando como número total 10. También se realizará un test de ideas previas para obtener más información del alumnado en su conjunto.
- **Módulo 1: Introducción-Motivación.** Se realizará una sesión de motivación en la que motivaremos al alumnado con una aplicación para Smartphone, que consiste en lanzar pájaros con un tirachinas, mostrando las diferentes trayectorias parabólicas según el ángulo e intensidad (velocidad inicial) empleadas. Se realizará el visionado de videos donde se muestren aplicaciones en la vida real.
- **Módulo 2: Profundización.** Se realizarán sesiones expositivas donde el docente expondrá los contenidos, conceptos, leyes y desarrollo matemático, además de actividades de aplicación de esos contenidos para comprobar si plasma los
- **Módulo 3: Experiencias prácticas.** El alumnado tendrá la oportunidad de realizar experimentos simulados con software didáctico.
- **Módulo 4: Finalización.** Sesiones en la que se condensarán la asimilación de los conceptos, la resolución de actividades prácticas y la realización de una prueba escrita.
- **Módulo 5: Reformulación.** Se introducirá el tratamiento matemático mediante el cálculo vectorial en la unidad en 2D. Debido a la gran problemática del tratamiento del carácter vectorial de la composición de movimientos, se reformulará estos contenidos una vez terminada la evaluación. Se propondrá un test final, similar al de ideas previas, para obtener información acerca del grado de asimilación en el alumnado y si hemos logrado inducir el esperado cambio conceptual.

Durante el desarrollo de los módulos, la actuación docente ha de entenderse como una guía de apoyo al alumnado, estableciendo las conexiones necesarias entre los razonamientos del alumnado y los conceptos a aprender. Ha de ser una actuación permanentemente abierta al diálogo con los alumnos/as, que promueva

un espíritu crítico e induzca a la reflexión y la capacidad de plantearse interrogantes, ya sea individualmente o en grupos.

Secuenciación

Una vez estudiadas las concepciones previas del alumnado, se propone una serie de actividades, donde se comience por una serie de actividades motivadoras, para a continuación trabajar con Historia de la Ciencia, y de cómo los antiguos griegos entendían diversos movimientos como el llevado a cabo por un proyectil. A partir de la concepción aristotélica, proponer los estudios de Galileo y como resolvió de manera satisfactoria la problemática.

Seguidamente, se estudia el concepto de superposición de movimientos, y se toma como modelo la suma de dos MRU. A continuación, el tiro horizontal como composición de dos movimientos diferentes e independientes, MRU y MRUA, viendo la clara diferenciación entre uno y otro, ya que inicialmente el objeto únicamente se mueve con MRU y se introduce el MRUA al participar la gravedad.

Por último, se estudiará la composición de movimientos MRU y MRUA en el tiro oblicuo, donde la actuación de ambos tiene lugar desde el inicio del movimiento hasta el final del mismo.

Una vez terminada la unidad didáctica, se introducirá el tratamiento vectorial aplicado a la Física, en pocas sesiones, reformulando algunas actividades.

A continuación, vamos a presentar una tabla con la secuenciación por sesiones, mostrando los objetivos didácticos y actividades a desarrollar en cada una de ella:

Nº de sesión	Módulo	Cuestiones centrales	Tarea(s)	Objetivos Didácticos	Recursos utilizados
0 Duración entrevista : 20 min Duración test: 50 min	Módulo nº 0: Exploración	¿Qué otro tipo de movimientos se dan en la Naturaleza además del MRU y MRUA? Movimientos en 2D	Realización de una entrevista personal (ver anexo II) Realización del Test de ideas y conceptos previos	Conocer las concepciones previas del alumnado sobre los movimientos compuestos en 2D	Cuaderno y grabador de voz Test escrito
1 Duración: 55 min	Módulo nº 1: Iniciación-Motivación	¿Qué tipo de movimiento tiene los pájaros al ser lanzados? ¿Y el disco?	Instalación de la aplicación en Smartphone y jugar con ella Visionado de video y discusión	Mediante un simple juego, motivar al alumnado sobre las aplicaciones del tiro oblicuo Despertar interés sobre la temática	Aplicación para móvil Angry Birds Pizarra interactiva Video: ver actividad 1.2
2 Duración: 55 min	Módulo nº 2: Profundización	Composición de dos MRU Principio de superposición	Actividad 2.1	Transmitir los conceptos de la composición de movimientos	Pizarra interactiva Libro de texto
3 Duración: 35 + 20 min	Módulo nº 2: Profundización	Composición de dos MRU Principio de superposición	Actividad 2.2 Actividad complementaria : animación	Aplicación de conceptos: Resolución de problema para la comprensión cualitativa y cuantitativa	Pizarra Interactiva Libro de texto Animación: ver actividad 2.2

Nº de sesión	Módulo	Cuestiones centrales	Tarea(s)	Objetivos Didácticos	Recursos utilizados
4 Duración: 55 min	Módulo nº 2: Profundización	Tiro Horizontal	Actividad 2.3	Transmitir los conceptos sobre el tiro horizontal	Pizarra Interactiva Libro de texto
5 Duración: 35 + 20 min	Módulo nº 2: Profundización	Tiro Horizontal	Actividad 2.4 Actividad complementaria : animación	Aplicación de conceptos: Resolución de problema para la comprensión cualitativa y cuantitativa	Pizarra Interactiva Libro de texto Animación: ver actividad 2.5
6 Duración: 55 min	Módulo nº 3: Experiencias prácticas	Práctica de laboratorio. Simulación de un tiro horizontal	Actividad 3.2	Aplicar los conceptos teóricos a situaciones reales y su posterior estudio mediante software didáctico	Laboratorio de Física-Química Ordenadores con conexión a Internet Software Avimeca y Excel
7 Duración: 55 min	Módulo nº 2: Profundización	Tiro oblicuo	Actividad 2.5	Transmitir los conceptos sobre el tiro oblicuo	Pizarra Interactiva Libro de texto
8 Duración: 35 + 20 min	Módulo nº 2: Profundización	Tiro oblicuo	Actividad 2.6 Actividad complementaria : animación	Aplicación de conceptos: Resolución de problema para la comprensión cualitativa y cuantitativa	Pizarra Interactiva Libro de texto Animación: ver actividad 2.6

Nº de sesión	Módulo	Cuestiones centrales	Tarea(s)	Objetivos Didácticos	Recursos utilizados
9 Duración: 55 min	Módulo nº 3: Experiencias prácticas	Práctica de laboratorio. Simulación de un tiro oblícuo.	Actividad 3.1	Aplicar los conceptos teóricos a situaciones reales mediante simulaciones	Laboratorio de Física-Química Ordenadores con conexión a Internet
10	Módulo nº 3: Experiencias prácticas	Actividad investigadora	Actividad 3.3	Utilizar los conceptos aprendidos para realizar una pequeña investigación sobre tiro oblicuo	Guión escrito Informe
11 Duración: 55 min	Módulo 4: Finalización	Repaso de conceptos y resolución de dudas	Actividad 4.1	Resolver la dudas que el alumnado tenga previo al examen escrito	Pizarra Interactiva Libro de texto
12 Duración: 55 min	Módulo 4: Finalización	Prueba evaluativa	Actividad 4.2	Prueba evaluativa escrita componente de la evaluación	Prueba escrita
13 Duración: 55 min	Módulo 4: Finalización	Autoevaluación	Actividad 4.3	Autoevaluación por parte del propio alumno/a	Prueba escrita Pizarra
14 Duración: 55 min	Módulo 4: Finalización	Test de ideas previas	Actividad 4.4	Obtener información del cambio conceptual logrado en el alumnado	Test escrito

Nº de sesión	Módulo	Cuestiones centrales	Tarea(s)	Objetivos Didácticos	Recursos utilizados
15 Duración: 55 min	Módulo 4: Finalización	Evaluación actuación docente	Actividad 4.5	Evaluación por parte del alumnado sobre la actuación docente	Cuestionario evaluación docente
16 Duración: 55 min	Módulo 5: Reformulación	Cálculo vectorial para la descripción de sistemas físicos	Actividad 5.1	Clase magistral sobre la aplicación del cálculo vectorial en Física	Pizarra Interactiva Libro de texto
17 Duración: 55 min	Módulo 5: Reformulación	Reelaboración de la actividades usando vectores	Actividad 5.2 Actividad 5.3 Actividad 5.4	Aplicación de los contenidos aprendidos con notación vectorial	Pizarra Interactiva Libro de texto

Tabla 1-4 Secuenciación de actividades.

3.3-. ACTIVIDADES PROPUESTAS

Para concretar todo lo expuesto anteriormente, hemos de proponer un desarrollo acorde a la metodología que vamos a utilizar. Esto conlleva, sin duda, la parte más elaborada de la unidad mejorada. Ha de existir un equilibrio entre actividades que sienten las bases para la asimilación de conceptos, resolución de problemas prácticos donde se apliquen estos conceptos aprendidos y actividades de laboratorio simuladas, donde se haga uso de la observación de los fenómenos y su análisis, y dar cabida a la reflexión y discusión entre el alumnado, promoviendo así el espíritu investigador del método científico.

Las características que se buscan a la hora de proponer diseñar las actividades son, entre otras, la formulación inicial de hipótesis y explicación teórica sobre la que sustenta sus ideas. Posteriormente, resolver, tanto de manera cualitativa como cuantitativa, las actividades propuestas, durante las cuales, surgirán las ideas y conceptos previos, donde nosotros como docentes actuaremos y pondremos en marcha los mecanismos para que se lleve a cabo el cambio conceptual.

El diseño e implementación de las actividades, como hemos indicado, busca un equilibrio entre la transmisión tradicional de los conceptos, mediante una serie de clases donde se introduzcan los conceptos cualitativamente, con una parte expositiva, pero a la vez sumando elementos innovadores que deriven en una metodología constructivista. El docente ha de estar abierto a la discusión y reflexión con el alumnado, y, al estar advertido de las concepciones previas de este, ilustrar los errores mediante concepciones nuevas y su sustitución, para, según Hewson (1981), obtener una mejora en su estructura cognitiva.

También, como se verá, se han diseñado actividades basadas en el aprendizaje colaborativo, usando herramientas TICs. Estas actividades se han elaborado basándose en que parte del alumnado no tiene los conocimientos necesarios para realizar tareas informáticas complejas, como el tratamiento de datos. Por ello, “los estudiantes más hábiles en el manejo de aplicaciones informáticas apoyan a sus compañeros, lo que constituye, de nuevo, una oportunidad para el trabajo cooperativo entre grupos, aparentemente competitivos”. (Ezquerro, Iturrioz y Díaz, p. 257,2011).

3.3.1-. Descripción de las actividades

MÓDULO 0: INDAGACIÓN

Objetivo. Extraer del alumnado conceptos previos e ideas para diseñar estrategias de enseñanza de la composición de movimientos en cinemática.

Actividad 0.1-. Cuestionario para entrevista personal sobre la composición de movimientos en la Naturaleza

Pregunta 1-. Describe movimientos que hayas observado en la Naturaleza, según su trayectoria.

Pregunta 2-. Si dejamos caer dos objetos iguales, pero uno más pesado que el otro, ¿Cuál crees que llegará antes al suelo?

Pregunta 3-. Responde verdadero o falso y argumenta tu respuesta: Movimientos no rectilíneos se pueden describir por medio de movimientos rectilíneos.

Pregunta 4-. Elige la respuesta correcta: ¿Qué movimiento describe un proyectil al ser lanzado con una velocidad inicial y un ángulo respecto a la horizontal?

- a) Movimiento Parabólico.
- b) Movimiento Semi Parabólico.
- c) Movimiento Rectilíneo Uniforme.

Pregunta 5-. ¿Por qué crees que, para encestar una pelota de baloncesto en la canasta, hay que lanzarla con un ángulo de inclinación?

Pregunta 6-. En el movimiento parabólico el movimiento rectilíneo uniforme acelerado (MRUA) en la vertical, en el eje Y, la aceleración de la gravedad es:

- a) Variable
- b) Constante
- c) Invariable

Pregunta 7-. Elige la respuesta correcta: ¿Qué nombre recibe un cuerpo que, teniendo una velocidad inicial y luego sigue una trayectoria curva determinada únicamente por los efectos de la gravedad?

- a) Singular
- b) Proyectil

c) Uniforme

Pregunta 8-. ¿Sabes que científico demostró que el movimiento parabólico es un movimiento compuesto de dos dimensiones en el que actúan el MRU y MRUA?

- a) Aristóteles
- b) Galileo Galilei
- c) Newton

Actividad 0.2-. Test de ideas y conceptos previos

1. Unos amigos quieren cruzar a la otra orilla del río, partiendo de A para llegar a B, el cual lleva una corriente con cierta velocidad constante. Indica aproximadamente qué punto de la orilla alcanzaría el regatista, dibujando su trayectoria.

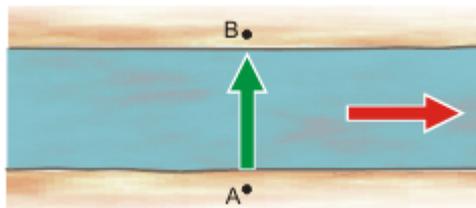


Ilustración 7 Esquema problema Fuente: www.ricuti.com.ar

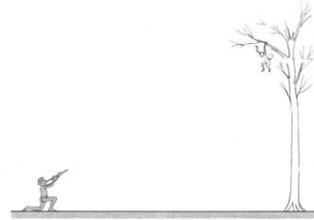
2. El avión de la figura, volando con velocidad constante, deja caer un objeto. Mientras, en un globo, que se encuentra estático en el aire, una persona deja caer el mismo objeto. Dibuja la trayectoria aproximada de ambos objetos. Justifica tu respuesta.



Ilustración 8 Globo en ascenso y avión con velocidad constante. Fuente: Google

3. Un cazador apunta con su rifle (con un dardo tranquilizador) hacia la cabeza de un mono que se encuentra en la rama del árbol. Justo en el momento de disparar el mono cae de la rama. La bala:

- ¿Pasará por debajo de la cabeza del mono?
- ¿Hará impacto en la cabeza del mono?
- ¿Pasará por encima de la cabeza del mono?



Dibuja la trayectoria de la bala. Expón argumentos que justifiquen tu respuesta.

Ilustración 9 Esquema problema Fuente: Física I, Alonso-Finn.

4.- La bola llega al borde con 5 m/s. Dibuja su trayectoria mientras cae.

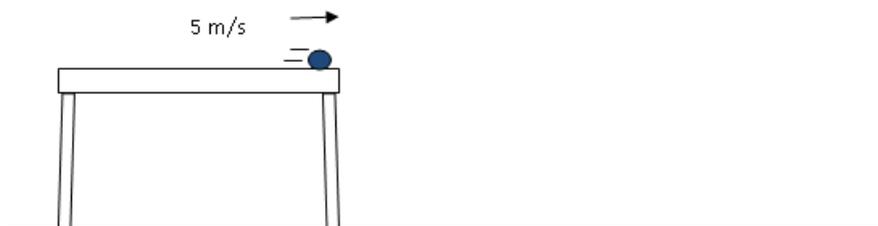


Ilustración 10 Esquema problema Fuente: José María Oliva

5.- Explica, con tus propias palabras, por qué las flechas están clavadas con esa orientación de inclinación mientras los bravos espartanos se defienden con sus escudos.



Ilustración 11 Espartanos y flechas. Fuente: 300, Frank Miller

MÓDULO 1-. INICIACIÓN-MOTIVACIÓN.

Objetivo. Iniciación a la temática mediante una serie de actividades motivadoras usando TICs, además de mostrar la utilidad del estudio de los movimientos compuestos en 2D, como el tiro oblicuo u horizontal.

Actividad 1.1- Mediante el uso del Smartphone de cada alumno/a, haremos uso de una aplicación de entretenimiento llamada “Angry Birds”. La aplicación consiste en el lanzamiento, mediante un tirachinas, de diversos pájaros para destruir enemigos y objetos.

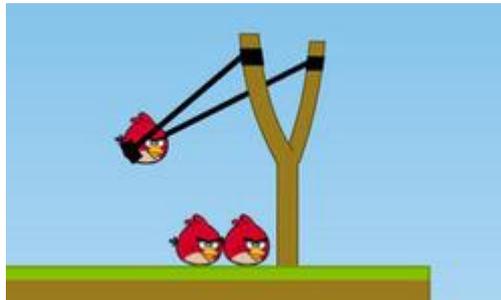


Ilustración 12 Angry Birds Fuente: www.rovio.com



Ilustración 13 Angry Birds Fuente: www.rovio.com

Preguntas relacionadas con la aplicación

- ¿Cómo apuntáis al objetivo?
- ¿Creéis que hay en juego dos movimientos independientes?
- ¿Qué pensáis del ángulo de tiro?

d. ¿Podrías enumerar aplicaciones del tiro oblicuo parecidas?

Actividad 1.2-. Visionado de vídeo sobre lanzamiento de peso, disciplina olímpica.

Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=CvVPBcNc7MI>



Ilustración 14 Video lanzamiento de disco. Fuente: Youtube.

Preguntas relacionadas con el vídeo:

- ¿Por qué se lanza con un determinado ángulo?
- ¿Pensáis que el ángulo tiene algo que ver con el alcance del peso?
- ¿Cómo es la trayectoria del peso?
- ¿La gravedad influye? ¿De qué modo?
- ¿Cuántos movimientos hay implicados?

MÓDULO 2-. PROFUNDIZACIÓN.

Objetivo. Sesiones expositivas y de aplicación de contenidos (resolución de problemas) sobre la descripción de los movimientos compuestos. Se estudiarán los movimientos compuestos por dos MRU, el tiro horizontal y el tiro parabólico.

Actividad 2.1-. Composición de movimientos. Lectura de texto.

Introducción histórica de la resolución del problema por Galileo. Principio de superposición. Composición de dos MRU.

En esta actividad hemos diseñado una breve introducción histórica para llevar al alumnado por un hilo conductor de la temática. Se introducirán las ideas de

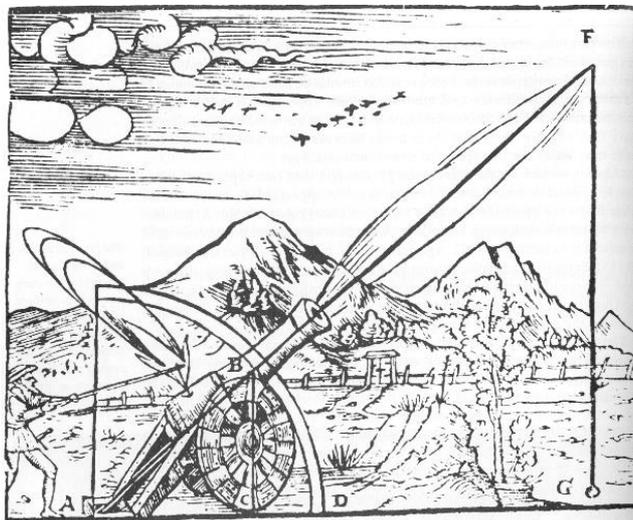
Aristóteles sobre la no simultaneidad de los movimientos que componen un movimiento a estudiar y como perduraron en los siglos hasta que Galileo, en sus *Discorsi* explicó el movimiento de un proyectil, y la demostración matemática su trayectoria siguiendo el método que introduciremos, de descomposición y superposición de movimientos.

Actividad 2.1-. Lectura sobre los movimientos. Aristóteles vs. Galileo

Aristóteles (384 a.c.-322 a.c.) fue quizás el primer físico de la Historia. Habrás oído acerca de sus teorías sobre el Universo (Tierra en el centro y Sol girando alrededor de esta), o de la naturaleza de la Tierra, formada por los cuatro elementos (tierra, agua, aire, fuego). Hoy sabemos que muchas de sus teorías estaban equivocadas, debido a que, en la antigua Grecia, los filósofos y “precientíficos” usaban la intuición. Esto fue destruido por Galileo al establecer el “método científico”, usando la observación y experimentación.

La teoría del movimiento de Aristóteles, en lo que respecta a proyectiles, suponía que los objetos eran empujados por una fuerza externa que se transmitía por el aire.

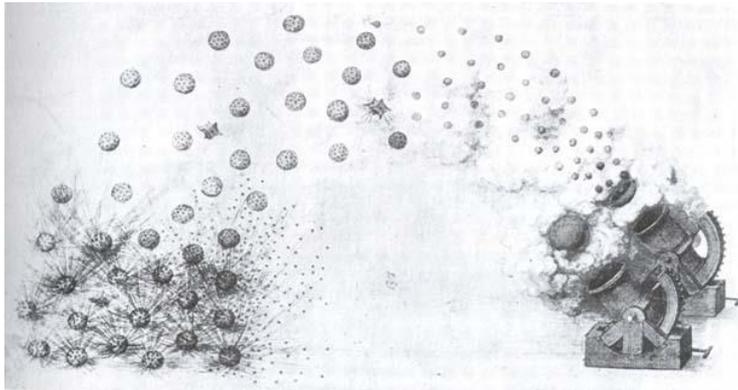
Siglos más tarde, en la época medieval, los seguidores de Aristóteles llamaron “ímpetus” a esta fuerza. Este provocaba que el objeto se moviera en línea recta hasta que se “gastaba”, y a partir de ahí, caía en línea recta.



Ocurría que cuando se examinaban los movimientos a distancias grandes, no ocurría así.

Al extenderse el uso del cañón, (aquí podemos ver como el avance de la ciencia es debido al desarrollo de mejor armamento para la guerra), el estudio del movimiento de las balas cobró importancia. Los artistas del Renacimiento, obsesionados con

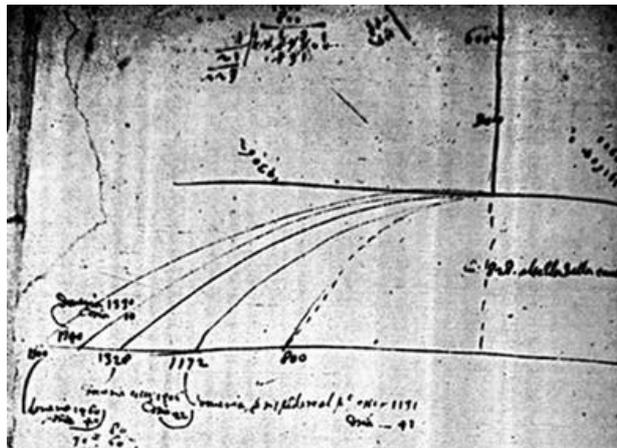
representar el mundo lo más fielmente posible, fueron los primeros en darse cuenta de que lo descrito por Aristóteles y sus seguidores del medievo no era tal; la



trayectoria del proyectil no eran dos líneas rectas consecutivas, sino una curva.

Galileo resolvió el problema usando el método con planos inclinados que había desarrollado para medir la aceleración y el movimiento uniformemente acelerado. Colocó un plano inclinado en una mesa y una pieza curva en la parte inferior que enviaba a una pelota de bronce manchada de tinta en dirección horizontal. La pelota rodaba por la mesa con movimiento uniforme y caía por un extremo de la mesa, golpeando el suelo y dejando una marca que permitía medir las distancias horizontales y verticales recorridas.

Variando la velocidad horizontal y la altura para la caída vertical, Galileo pudo determinar que la trayectorias de la bala eran parábolas¹



Análisis de texto:

¿Por qué crees que Galileo tuvo éxito en su razonamiento?

¿Cuál es la diferencia entre las teorías de Galileo y de Aristóteles?

¹Fuente: http://html.rincondelvago.com/galileo-galilei_1.html

El concepto principal a tratar es el Principio de superposición: Si una partícula está sometida simultáneamente a varios movimientos elementales independientes, el movimiento resultante se obtiene sumando vectorialmente dichos movimientos parciales.

El carácter vectorial se sustituirá trabajando las componentes en el eje x y en el eje y. En cada eje habrá un movimiento, independiente del otro, ésta es la clave que debe entender los alumnos.

Actividad 2.2-. Aplicación de contenidos (resolución de problemas).

Se pretende con esta actividad aplicar el principio de superposición, mediante la suma de las velocidades descritas en el enunciado. El enunciado original ha sido modificado incluyendo cuestiones cualitativas para comprobar si el alumnado ha entendido la simultaneidad de dos movimientos y el estudio el movimiento resultante de la suma de ambos.

“Un barquero quiere cruzar un río de 120 m de anchura; para ello va a remar perpendicularmente a la corriente. Si la velocidad que imprime a la barca es de 2 m/s respecto a la corriente y el agua del río desciende a 1 m/s, el barquero quiere saber: a) ¿Cuántos movimientos posee la barca? ¿Son o no independientes? b) ¿Con qué velocidad se mueve la barca respecto de la orilla del río? c) ¿Cuánto tiempo tardará en cruzar el río? ¿Necesitaría el mismo tiempo si el agua estuviera en reposo? d) ¿En qué punto de la orilla opuesta desembarcará? e) ¿Habrá recorrido 120 m cuando la barca haya cruzado el río?”¹

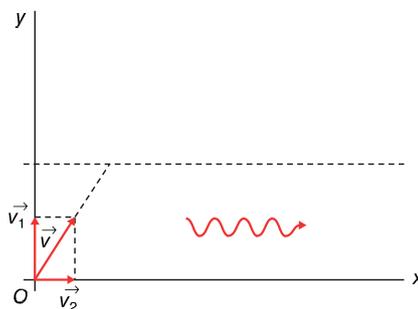


Ilustración 15 Esquema problema Fuente: Física y Química 1º Bachillerato. Mc Graw Hill

¹Física y Química 1º Bachillerato. Mc Graw Hill



Ilustración 16 Simulación barca cruzando río. Fuente: www.educaplus.org/movi/4_1rio.html

El problema se resolverá obviando el carácter vectorial, estudiando las componentes de las velocidades v_x e v_y .

Una vez resuelto el problema en clase, se realizará una simulación mediante la applets [Simulación barquero](#), en la cual se introducirán los datos del problema y se observará el movimiento de la barca. Se pretende con ella una mejor comprensión cualitativa del modelo físico planteado. Se abrirá un turno de preguntas para resolver dudas.

Actividad 2.3-. Tiro Horizontal.

Para el desarrollo de esta actividad, vamos a facilitar al alumnado una hoja con el esquema de un tiro horizontal, donde la bola viaja a 5 m/s

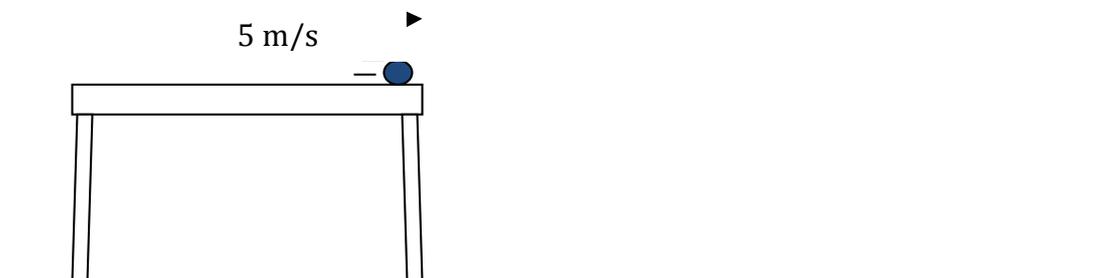


Ilustración 17 Tiro horizontal. Fuente: Jose María Oliva.

A continuación, se les pedirá que:

- Dibujen la trayectoria de la bola
- Indiquen qué tipo de movimientos creen que están involucrados
- Dibuja la trayectoria si la bola viaja a 10 m/s en lugar de a 5 m/s. ¿Qué bola llegará más lejos? Dibuja ambas para poder compararlas.



Ilustración 18 Tiro horizontal. Fuente: Jose María Oliva.

- De las dos bolas, ¿cuál llegará antes al suelo?
- Ahora, tenemos una bola que pesa el triple y viaja a 5 m/s. Dibuja la trayectoria
- ¿Qué bola tarda más en caer, la primera que viajaba a 5 m/s, o la que pesa el triple?
- Fíjate en la liebre que está en el bode de la mesa. Al llegar la bola al borde, la liebre sale corriendo con la misma velocidad de la bola, 5 m/s. Dibuja la trayectoria de ambas, y la posición de la liebre cuando la bola llega al suelo.

Una vez terminado el cuestionario, que se realizará por parejas, el docente procederá a resolver las preguntas del cuestionario. Una vez que los alumnos hayan terminado con las correcciones, se procederá al análisis cualitativo del

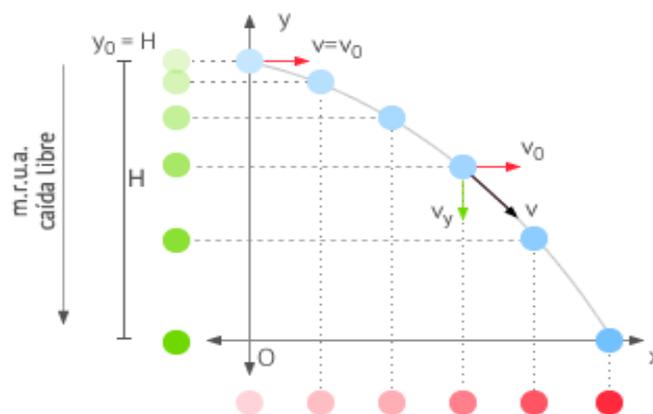


Ilustración 19 Tiro horizontal. Fuente: <https://www.fisicalab.com/apartado/lanzamiento-horizontal#contenidos>

fenómeno, para el cual, se usará un modelo idealizado (sin rozamiento con el aire) como sugiere el libro de texto:

La explicación versará sobre cómo tenemos inicialmente un MRU sobre la mesa, con dirección y sentido indicados en la ilustración, y al abandonarla, actuará la gravedad, por lo que aparecerá un MRUA, con dirección y sentido indicados. Se recordará la discusión de la lectura de la actividad 2.1 del texto sobre Aristóteles y Galileo.

Una vez asimilado la independencia de ambos movimientos rectilíneo, el docente pasará a esquematizar matemáticamente el fenómeno.

Los movimientos implicados son:

1. Movimiento horizontal uniforme: Velocidad en cualquier instante: $v_x = v_0$
Posición en cualquier instante: $x = v_x t$
2. Movimiento vertical de caída libre: Velocidad en cualquier instante:
 $v_y = -gt$
Posición en cualquier instante: $y = y_0 - 1/2gt$

Actividad 2.4-. Actividad de aplicación de contenidos (resolución de problemas).

Una vez concluida la actividad anterior, se realizará una aplicación mediante resolución de problemas

Se utilizará una analogía para resolver matemáticamente un problema sobre tiro horizontal y una mejora del problema base del libro de texto.

“Una fuente tiene el caño a una distancia vertical del suelo de 70 cm. El chorro del agua da en el suelo a 1 m del pie de la vertical. ¿Con qué velocidad sale el líquido?”²
¿Qué ocurriría si el agua saliera con mucha presión (es decir, con una velocidad muy alta)? Dibuja la trayectoria en ese caso. ¿Y con poca presión (con velocidad muy baja)? Dibuja la trayectoria. En ambos casos razona tu dibujo.

Primero, se les pedirá una explicación del fenómeno, para comprobar el grado de asimilación de los conceptos de la anterior actividad.

¿Por qué el agua lleva la misma trayectoria que las bolas?



Ilustración 20 Dibujos de Leonardo da Vinci. Fuente: <https://hughellwood.wordpress.com/events/leonardos-machines/>

¿Por qué el agua, que es un fluido, posee una trayectoria similar a la bola? Aquí se introducirá una reseña histórica, en la que Galileo se inspiró en Leonardo da Vinci y sus dibujos sobre las trayectorias de los chorros de agua.



Ilustración 21 Esquema problema Fuente: Física y Química 1º Bachillerato. Mc Graw Hill

Se procederá seguidamente a la resolución cuantitativa utilizando las ecuaciones.

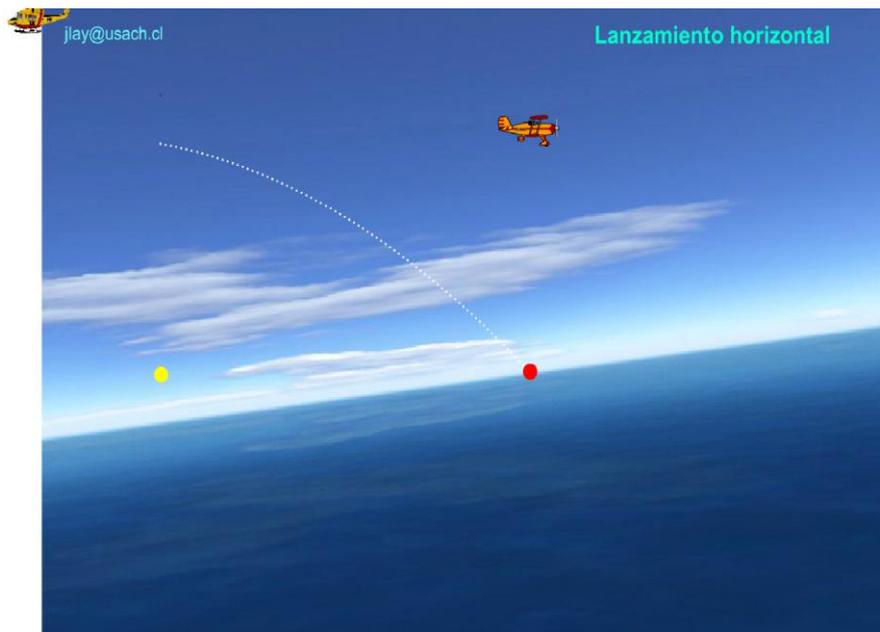


Ilustración 22 Animación tiro horizontal Fuente:
http://www.profisica.cl/imagenes/stories/animaciones/lanzhorizontal_profisica.swf

Una vez resuelto matemáticamente el problema, se procederá al visionado de una animación para observar y discutir la trayectoria seguida por una partícula mediante tiro horizontal.

La animación se encuentra en el applet [tiro horizontal](#). Se pretende, de nuevo, una mejor comprensión cualitativa del modelo físico planteado. Preguntas como las siguientes serán formuladas en la clase:

- Al llegar el objeto al mar, vemos que el avión y objeto están alineado. ¿Por qué crees que ocurre esto?
- ¿Por qué el objeto no cae en línea recta?
- ¿Por qué el objeto no sigue una parábola pero hacia atrás, en lugar de hacia adelante como nos dice la simulación?

Actividad 2.5-. Tiro oblicuo.

Para esta actividad, previo paso a la exposición del docente del modelo, se realizará el visionado de un lanzamiento de falta en fútbol, análogo al tiro oblicuo.

Después del visionado, realizaremos una lluvia de ideas:

- ¿Por qué la pelota parece que sube y luego baja?
- ¿Qué tipo de movimientos creéis que están implicados?

- c) ¿Podríamos calcular la velocidad con que Messi disparó la pelota, si pudiéramos conocer la altura máxima a la que llegó la pelota?
- d) ¿Por qué Messi dispara con un cierto ángulo?



Ilustración 23. Lanzamiento de balón con tiro oblicuo. Fuente: Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=A9FXWraIV4k>

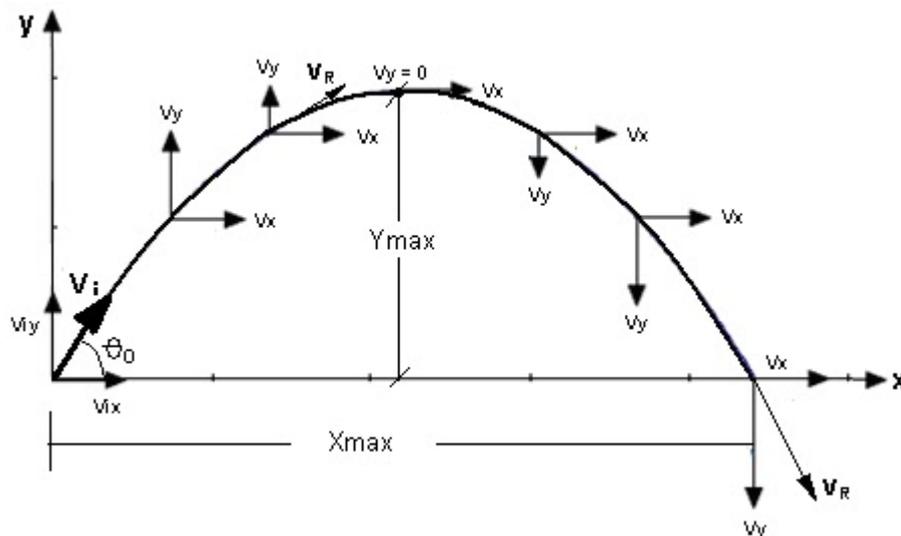


Ilustración 24 Esquema tiro oblicuo. Fuente: <http://www.netescuela.com>

El docente mostrará unas proyecciones donde se mostrarán los fundamentos teóricos del tiro oblicuo, usando un modelo idealizado (sin la existencia de

rozamientos con el aire), y en la pizarra la abstracción matemática para poder describirlo. De nuevo, la independencia de los movimientos en cada eje será la clave para explicar la composición.

Seguidamente, se mostrará una ilustración en clase, en la que aparecerán 3 movimientos de tiro oblicuo, correspondientes a tres lanzamientos distintos:

- El lanzamiento amarillo corresponde a un tiro con arco
- El lanzamiento azul al lanzamiento de una pelota a alta velocidad
- El lanzamiento verde corresponde al rebote de una pelota

Se realizarán las siguientes cuestiones en clase:

- Vemos como el tiro con arco y la pelota con alta velocidad tienen trayectorias ligeramente diferentes, ¿A qué es debido?
- Si se lanzan los objetos en el mismo instante $t_0 = 0$ y con la misma velocidad inicial, ¿cuál llegará antes al bote?
- Si lanzamos uno de los objetos con un ángulo alto (máximo 90° , que sería un lanzamiento vertical), ¿Qué trayectoria seguirá el objeto?

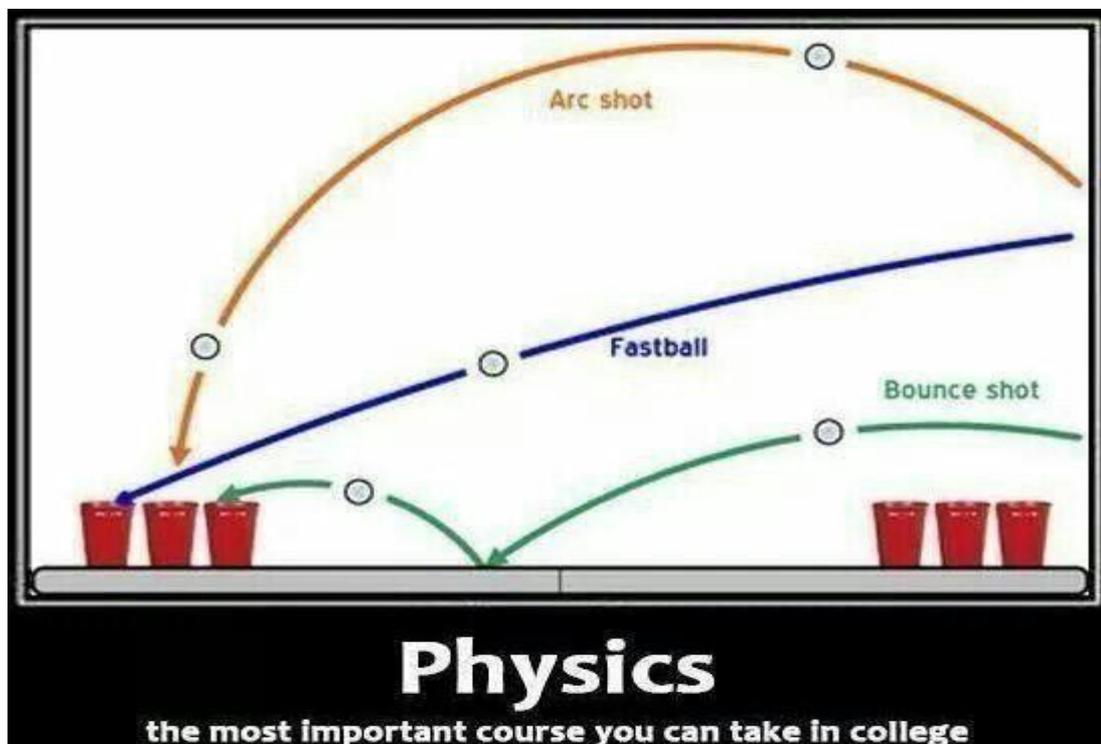


Ilustración 25. Tiros oblicuos. Fuente: <https://www.facebook.com/PhysicistTv>

Finalmente, la abstracción matemática ha de ser expuesta al alumnado. El docente seguirá una serie de pasos para obtener las ecuaciones. En primer lugar, explicará el sentido de ángulo y realizará la descomposición de las velocidades

Las componentes de la velocidad inicial serán:

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

Los movimientos implicados son:

1. Movimiento horizontal uniforme: Velocidad en cualquier instante: $v_x = v_0 \cos \alpha$
Posición en cualquier instante: $x = v_x t$
2. Movimiento vertical de caída libre: Velocidad en cualquier instante: $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$
Posición en cualquier instante: $y = y_0 - 1/2gt^2$

Y las magnitudes a calcular:

Altura máxima: el proyectil está en el punto más alto de su trayectoria cuando su velocidad vertical es cero. Para calcularla, despejamos t de la ecuación

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt; \quad 0 = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$\text{Y lo sustituimos en: } y = y_0 + (v_0 \sin \alpha)t - 1/2gt^2$$

Alcance máximo: distancia horizontal desde el punto de partida, hasta el punto donde el proyectil vuelve a alcanzar su altitud inicial, es decir, $y = y_0$.

Tiempo de vuelo: tiempo durante el cual el proyectil está en el aire. Al tocar el suelo, se cumple que $y = 0$ en la ecuación de la posición vertical.

$$y = y_0 + (v_0 \sin \alpha)t - 1/2gt^2;$$

$$0 = y_0 + (v_0 \sin \alpha)t - 1/2gt^2$$

Ángulo que describe la trayectoria del proyectil en cualquier instante: es el ángulo en que se encuentra el proyectil con respecto a la horizontal, $\text{tg} \alpha = v_y/v_x$.

Actividad 2.6-. Actividad de aplicación de contenidos (resolución de problemas).

“Un bombero desea apagar el fuego de una casa. Para ello deberá introducir agua por una ventana situada a 10 m de altura. Si sujeta la manguera a 1 m del suelo apuntándola bajo un ángulo de 60° hacia la fachada, que dista 15 m, ¿con qué velocidad debe salir el agua? ¿Cuánto tiempo tarda el agua en llegar a la ventana? ¿Y si otra ventana que está a 20 m de altura comienza a arder, qué

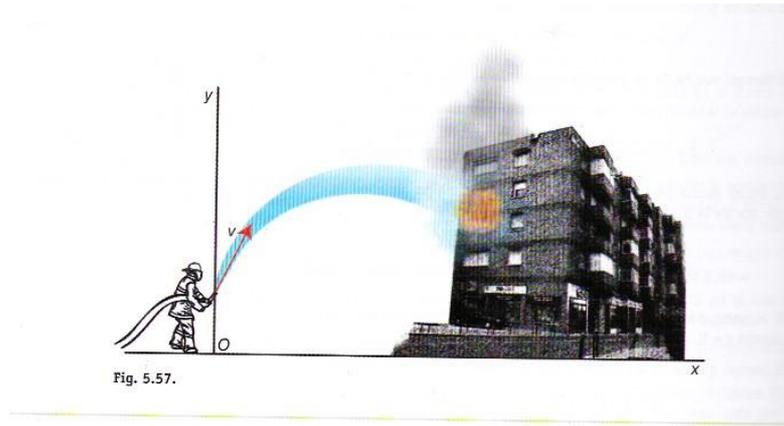


Ilustración 26 Esquema problema Fuente: Física y Química 1º Bachillerato. Mc Graw Hill

debería hacer el bombero?”³

Una vez finalizada la resolución matemática del problema, se procederá al visionado de una animación en la que se mantendrá un debate con el alumnado sobre la trayectoria de la partícula. [tiro oblicuo](#)

³ Física y Química 1º Bachillerato. Mc Graw Hill

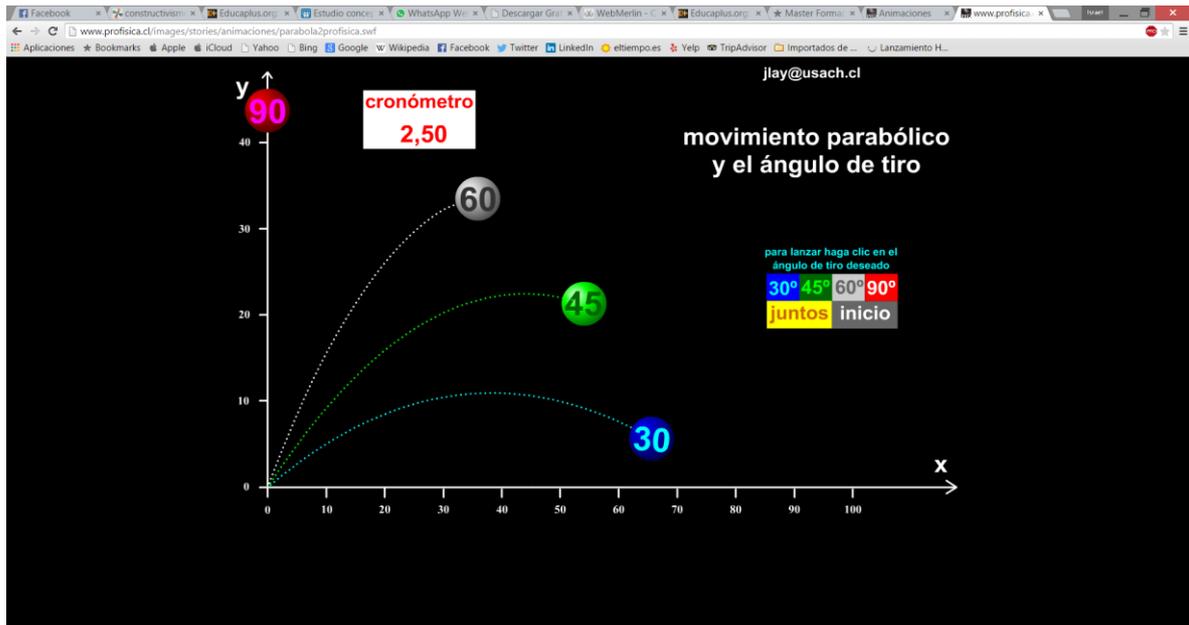


Ilustración 27 Animación tiro oblicuo con diferentes ángulo de tiro. Fuente: <http://www.profisica.cl/images/stories/animaciones/parabola2profisica.swf>

MÓDULO 3-. EXPERIENCIAS PRÁCTICAS.

Actividad 3.1-. Práctica de laboratorio. Simulación de un tiro oblicuo.

Objetivo: realizar los cálculos utilizando las descripción matemática realizada en el módulo 2, actividad 2.6.

En la presente simulación, [laboratorio tiro oblicuo](#), los datos como la velocidad inicial y el ángulo de tiro se pueden modificar, con lo que los alumnos/as realizarán los cálculos matemáticos referentes a este tipo de movimientos, para luego realizar la comprobación ejecutando la simulación.

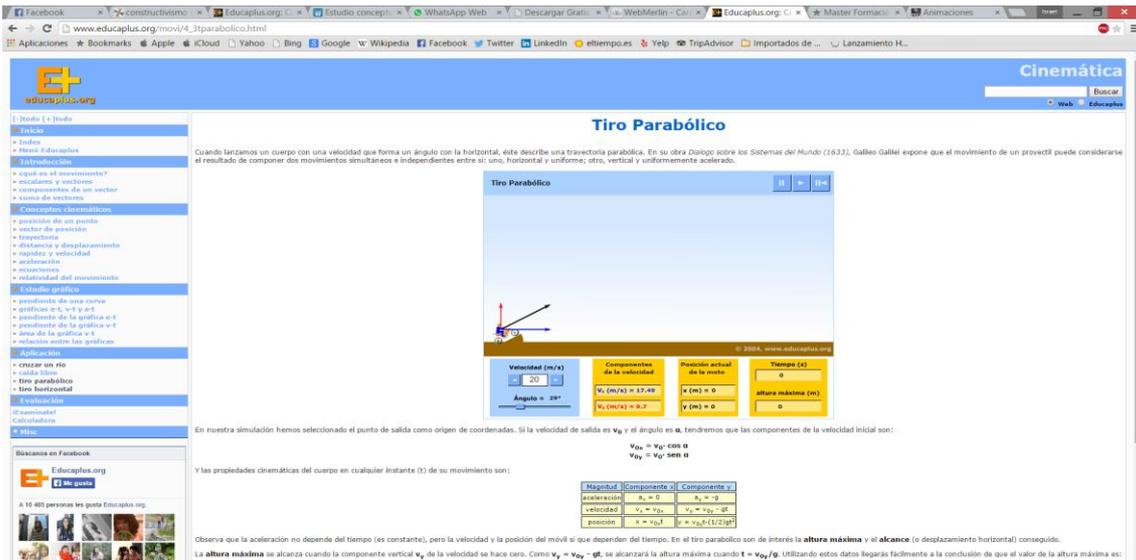


Ilustración 28 Simulación para la práctica de laboratorio. Fuente: educaplanus.org

Los diferentes resultados se escribirán en una tabla como la siguiente, a modo de ejemplo, para su posterior discusión y comparación.

Tabla 1-5 Práctica laboratorio simulación tiro oblicuo.

Velocidad inicial (m/s)	Ángulo de tiro (°)	Alcance x_{max} (m)	Altura máxima y_{max} (m)	Tiempo de vuelo (t (s))	Componente x velocidad en x_{max} (m)	Componente y velocidad en y_{max} (m)
5	30					
10	45					
15	60					
20	75					

Actividad 3.2-. Estudio de un tiro horizontal real.

Objetivo: En esta actividad por grupos (4 por cada grupo), el alumnado deberá utilizar un software de grabación de video y análisis de datos.

La experiencia consiste en la realización de un vídeo de un tiro horizontal, que puede ser un objeto o un alumno/a. El software didáctico elegido es AVIMECA. (<http://alain.legall2.pagesperso-orange.fr/avimeca/avimeca.htm>).

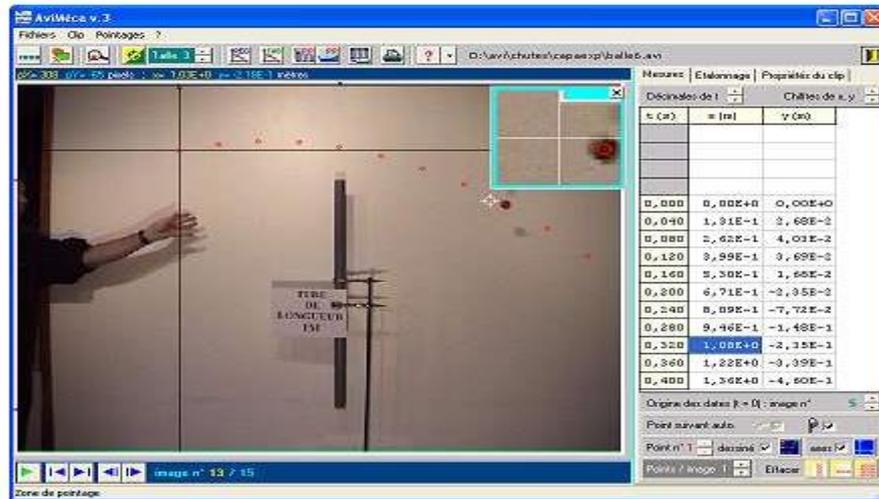


Ilustración 29 Captura imagen del software Avimeca. Fuente: <http://alain.legall2.pagesperso-orange.fr/avimeca/avimeca.htm>

Al quedar registrados datos como el tiempo o la posición en sus componentes x e y , se procederá a realizar cálculos como la velocidad inicial del tiro y realizar una representación gráfica de la trayectoria (x frente a y), y un diagrama $x-t$, usando el software de uso libre GnuPlot.

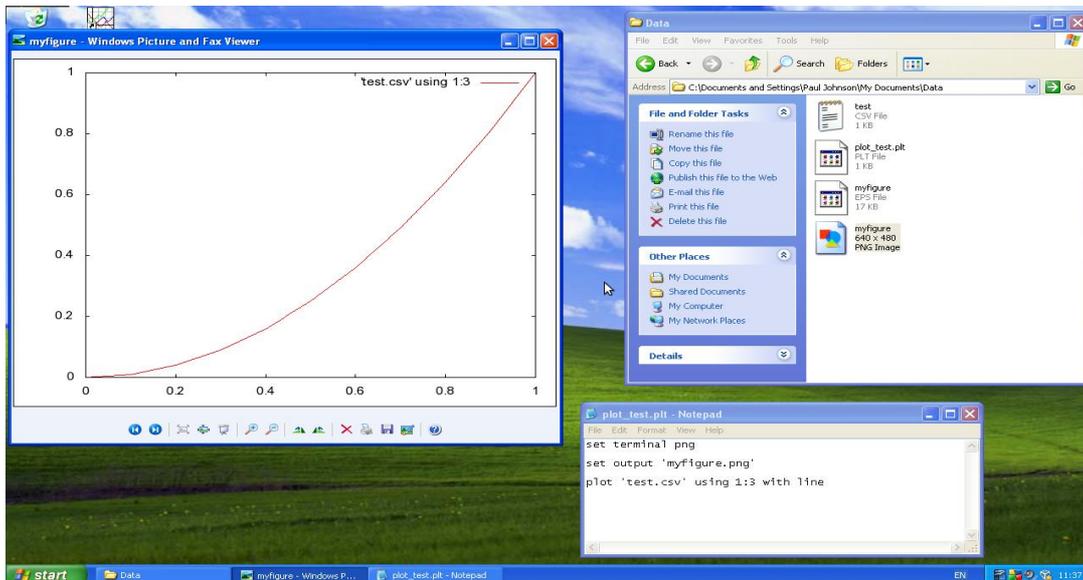


Ilustración 30 Captura aplicación GnuPlot. Fuente: <http://www.gnuplot.info/>

Actividad 3.3-. Estudio de un tiro oblicuo mediante investigación

Se planteará una actividad de corte investigativo. Se realizará en grupos de 4 estudiantes, que presentarán un informe. Se realizará fuera del horario escolar, pudiendo asistir al gimnasio del centro para estudiar el fenómeno físico. El enunciado es el siguiente (Martínez, 2000):

“Un jugador de baloncesto lanza un tiro para encestar. Si fijamos la velocidad v_0 suficientemente grande para alcanzar la canasta, hallar el conjunto de ángulos bajo los cuales es posible encestar. Para ello:

- a) Suponer que no hay rozamiento con el aire, así como que el balón se lanza sin efecto alguno.
- b) Consideraremos que se encesta si el punto inferior del balón impacta en cualquier punto del diámetro máximo de la canasta, siempre en trayectoria descendente.
- c) Considerar dos casos. Enceste directo y por rebote.
- d) Suponer que el jugador lanza desde una altura h_0 .”

Se pretende con la actividad que el alumno plantee lo siguiente:

- Exponer las condiciones iniciales
- Mostrar las aproximaciones realizadas, y su importancia
- Formular el modelo matemático, establecer un sistema de referencia y las ecuaciones
- Exponer los pasos a seguir para llegar a la solución
- Presentar claramente los resultados y realizar una reflexión de los mismos
- Comparar estos resultados con la realidad

MÓDULO 4-. FINALIZACIÓN

Actividad 4.1-. Actividad de recapitulación de conceptos, resolución de dudas del alumnado. El docente estará abierto a la propuesta de resolución de dudas de los alumnos, escribiendo en la pizarra una lista con las dudas surgidas, para su posterior resolución

Actividad 4.2-. Prueba evaluativa escrita.

Se realizará durante una sesión la prueba escrita. Se permitirá bolígrafo y calculadora. El docente estará atento para resolver las dudas de los estudiantes sobre las cuestiones de la prueba.

Actividad 4.3-. Autoevaluación.

El alumnado corregirá su propio examen mientras el docente va resolviendo el examen en la pizarra.

Actividad 4.4-. Test de ideas previas.

Test de ideas previas para comprobar el grado de cambio conceptual en el alumnado.

Actividad 4.5-. Evaluación actuación docente.

Mediante un cuestionario, se le pedirá al alumnado que evalúe la actuación del docente.

MÓDULO 5-. REFORMULACIÓN

Se realizan las mismas actividad de aplicación de contenidos, pero ahora tratando el carácter vectorial.

Actividad 5.1-. Clase magistral de cálculo vectorial aplicado a la cinemática.

Se realizarán pequeños ejercicios para que el alumnado asimile el tratamiento vectorial de la Física, en este caso concreto, de la cinemática. Usaremos una analogía para la velocidad, usando la información meteorológica para ello.

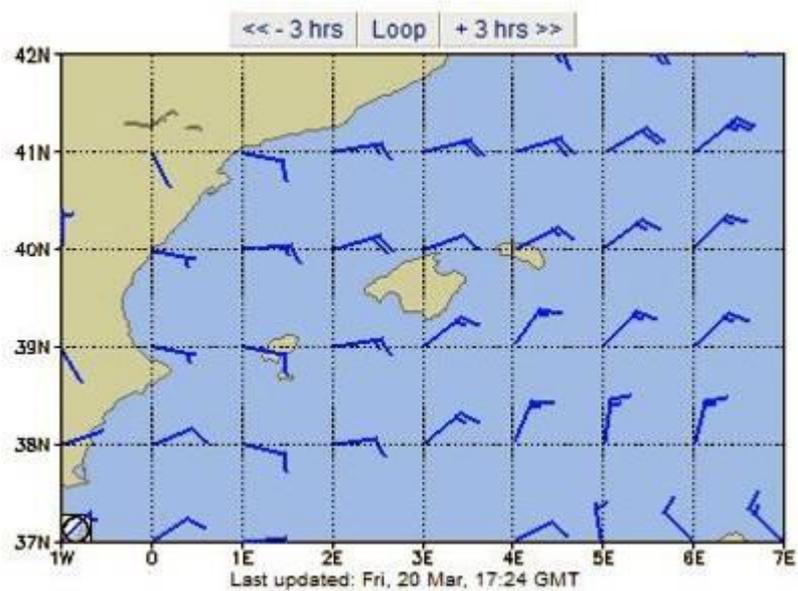


Ilustración 31 Analogía vector velocidad Fuente: www.fondear.org

Ejercicio 1. Explica de cuantas maneras diferentes podrías dar la dirección y sentido de un vector.

Ejercicio 2. Indica tres magnitudes vectoriales que puedan representarse con un vector y qué significan sus módulos y sus componentes.

Ejercicio 3. El vector resultante de dos fuerzas perpendiculares vale 10 N. Si una de las fuerzas componentes vale 8 N. ¿cuál es el valor de la otra fuerza y los ángulo que forman la resultante con sus respectivas componentes?

Ejercicio 4. El movimiento de una partícula puntual viene descrito por $\vec{r} = (t^2 + t)\vec{i} - (3t^3 - 2t)\vec{j}$ (S.I). Calcular

- Aceleración media durante el intervalo comprendido entre los instantes $t = 1$ s y $t = 3$ s.
- La velocidad y aceleración (vectores y módulos) en el instante $t = 3$ s.

Actividad 5.2.- Actividad de aplicación de contenidos (resolución de problemas).

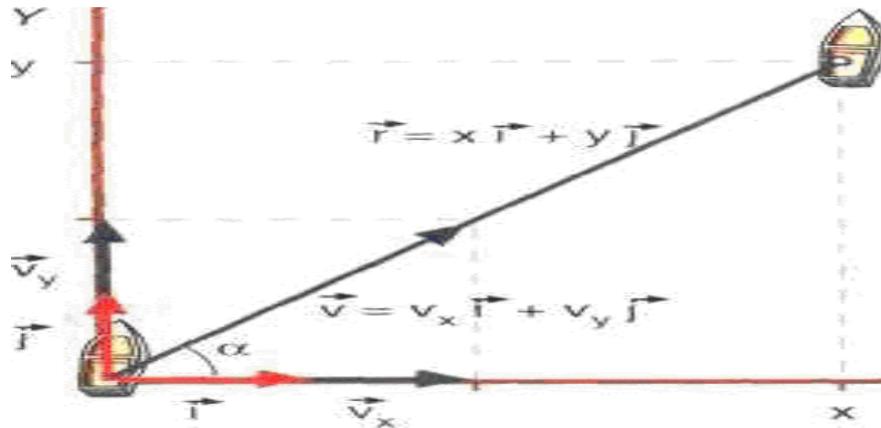


Ilustración 32 Carácter vectorial de la actividad 2.2. Fuente: http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/comp_movimientos/mrus.htm

Se procederá resolver el problema de la actividad 2.2 usando formalismo vectorial, $\vec{v} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j}$

Actividad 5.3.- Actividad de aplicación de contenidos (resolución de problemas).

Se procederá resolver el problema de la actividad 2.5 usando formalismo vectorial, $\vec{v} = v_x \cos \theta \vec{i} + v_y \sin \theta \vec{j}$

Actividad 5.4.- Actividad de aplicación de contenidos (resolución de problemas).

Se procederá resolver el problema de la actividad 2.7 usando formalismo vectorial. $\vec{v}_0 = v_{0x} \cos \theta \vec{i} + v_{0y} \sin \theta \vec{j}$

El propósito de reformular los conceptos utilizando formalismo vectorial nos sirve para introducir el cálculo vectorial, como una consecuencia de la descomposición de los movimientos. Las magnitudes empleadas (posición, velocidad y aceleración) durante el desarrollo, ahora vendrán descritas mediante formalismo vectorial.

3.4.- EVALUACIÓN

Llegados a este punto, debemos plantearnos en cómo vamos a evaluar el proceso de aprendizaje de los diferentes alumnos/as. La evaluación es la herramienta que posee el docente para determinar el dominio del alumnado sobre

los conceptos y habilidades adquiridas durante y al finalizar el proceso de enseñanza.

Las dimensiones de la evaluación se centran en las siguientes dimensiones:

- Para qué evaluar
- Qué evaluar
- Quién ha de evaluar
- Cómo evaluar
- Cuando evaluar

Debido al marcado acento constructivista de nuestra metodología, un enfoque tradicionalista de la evaluación supondría sin duda romper con ese acento.

Tabla 1-6 Dimensiones de la evaluación tradicional frente a constructivista.

	Metodología Tradicional	Metodología Constructivista
Para qué evaluar	Supone que el estudiante ha aprendido. Marcado enfoque selectivo	Supone regular el proceso de aprendizaje
Qué evaluar	Estudiante y aprendizaje de conceptos	Curriculum, docente, estudiante
Quién ha de evaluar	Docente	Docente y estudiante
Cómo evaluar	Examen	Múltiples instrumentos
Cuando evaluar	Concluido el proceso	Durante el proceso

El proceso de evaluación formativa posee el carácter evaluativo durante el proceso de enseñanza/aprendizaje, en el que se le da al estudiante un protagonismo relevante, hasta llegar a la autoevaluación, está marcado por las siguientes características (Grau, Álvarez, Tortosa, 2011):

- Evaluación inicial: conocer los conocimientos del alumno/a través de test iniciales, entrevistas, coloquios en clase.

- Evaluación continua: informa al alumnado de la metodología de trabajo y el sistema evaluador, a la vez que se intenta implicar al alumnado en ello. Instrumentos de observación, recogida periódica de tareas, etc.
- Evaluación final: ejercicio de reflexión para comprobar los aprendizajes adquiridos
- Autoevaluación: se pretende que el alumnado se sienta parte del proceso evaluador, y tenga así una mayor motivación a la hora de planificar el trabajo y desarrolle capacidades autocríticas.

Atendiendo, por tanto, a una propuesta de evaluación constructivista, vamos a exponer a continuación el proceso de evaluación formativa.

3.4.1-. Evaluación del alumnado. Instrumentos.

Los instrumentos que dispondremos para realizar la evaluación del alumnado constarán de:

- Hojas/cuestionarios escritos para trabajar fuera del centro escolar y actividades en laboratorio. Caracterizado por la evaluación continua, se planificarán actividades para su posterior recogida. Supondrán un 30% de la calificación numérica final.
- Prueba escrita final. Supone un peso importante en la evaluación, ya que es una herramienta de la cual el docente ha de extraer buena parte de la información para que docente/alumno extraiga una conclusión razonada sobre los aprendizajes adquiridos. Supondrá un 50%.
- Observación en el aula. El docente dispondrá de una ficha de observación, en la cual irá anotando, a lo largo del desarrollo de la unidad, la actitud de los diferentes alumnos/as. Tendrá un peso del 10%. En el Anexo III.4 se encuentra la ficha.
- Pruebas de corta duración. Al inicio de la clase, el docente pasará una hoja con preguntas cortas relativas a los conceptos de días pasados, para conocer el grado de asimilación de estos y de implicación del alumnado. Tendrán un peso del 10% de la calificación final.

Para calificar la prueba escrita, diseñaremos una rúbrica basada en aprendizajes conseguidos, para actuar con el menos grado de subjetividad posible. La encontraremos en el Anexo I.5.

El proceso de autoevaluación tendrá lugar, tanto a la hora de corregir las actividades para trabajar fuera del centro escolar, como de los cuestionarios cortos, como la autocorrección del examen en la siguiente sesión, donde el alumnado valorará los conocimientos y se pondrá una nota global de la prueba una vez el docente haya corregido y explicado los ejercicios del examen.

Para obtener la nota numérica final, se procederá a la suma de:

(Calificación evaluación continua + calificación prácticas)·0,3

(Calificación prueba escrita) ·0,5

(Calificación pruebas corta duración)·0,1

(Calificación observación en el aula)·0,1

3.4.2-. Evaluación del docente. Instrumentos.

En la sesión nº 14, se procederá, como parte de la propuesta innovadora y del enfoque constructivista, a la evaluación de la actuación del docente por parte de su alumnado. Se pretende obtener información sobre el éxito o fracaso de la implementación de la unidad, la valoración del alumnado sobre el docente, la posibilidad de mejoras, de implementación en otros cursos/temáticas, etc. El cuestionario que deberá completar el alumnado se encuentra en el Anexo I.3

4-. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS Y PARA LA FORMACIÓN FUTURA DOCENTE

Esta memoria de Trabajo de Fin de Master se ha desarrollado con el objetivo de realizar una innovación educativa que, aunque extensa, nos parece de especial interés al, como dijimos en la introducción, tratarse de la primera aproximación a la Física a nivel preuniversitario, donde han de sentarse las bases para una formación futura científica.

Se ha tratado de innovar poniendo énfasis en un modelo de aprendizaje constructivista, donde elementos como las concepciones previas, cambio conceptual, el aprendizaje colaborativo, uso de analogías, etc. Brilla por su ausencia en la docencia actual. Fuimos testigo de ello durante el periodo formativo en el centro escolar, donde primaba más la resolución de problemas matemáticos, donde se trabaja con ecuaciones con las que la mayoría del alumnado no llega a entender plenamente. La dedicación a la exposición clara y trabajo sobre los conceptos y nuevos elementos que han de incorporarse al lenguaje del alumno/a no es del todo satisfactoria, más aún después de los resultados obtenidos por el alumnado en la prueba escrita.

Esta innovación que presentamos trata de romper con estas barreras, además de la concepción del profesor de ciencias clásico que, al tener pleno conocimiento de la temática abordada, supone que realizará una transmisión correcta de sus conocimientos.

Elementos innovadores como el uso de TICs (videos de demostración, aplicaciones para Smartphones, simulaciones por ordenador, etc.), se han introducido para mejorar la comprensión por parte del alumnado y salvar las dificultades de aprendizaje, pero, sobre todo, conectar, sobre todo visualmente, los fenómenos con la realidad. Las explicaciones y realización de problemas en pizarra desconectan al alumno del mundo real, y cree que esos problemas a estudiar ocurren, o bien en el libro de texto, o bien en la pizarra.

También se han utilizado elementos del constructivismo, como el uso de test de ideas previas (prueba escrita y entrevistas), para indagar en las ideas que el alumnado posee debido a su interacción con su entorno y del estudio de la temática en cursos pasado. El trabajo en Historia de la Ciencia también ha quedado

plasmado, para que así el alumno/a conozca cómo se abordó la problemática y quién la resolvió.

Esta innovación, debido a su extensión y la pequeña, aunque importante parte de la Cinemática que aborda, estimamos que sería complicada de llevar a cabo, debido principalmente a la exigencia del curriculum. Hemos observado durante el periodo formativo que se le dedicó un 30% del tiempo disponible durante el curso a la Física, por lo que sobrecargar de horas para esta unidad sería complicado de realizar. No obstante, bien es cierto que muchas ideas de las plasmadas se podrían tomar para realizar desarrollar una unidad desmarcándonos del corte tradicional.

Finalmente, tomando nuestro papel como docentes, las posibles mejoras que se podrían llevar a cabo, irían en la dirección de anticiparse a las dificultades de aprendizaje del alumnado, sobre todo en la enseñanza de los conceptos y en las aplicaciones matemáticas, donde vimos durante nuestra actuación que eran los puntos débiles del alumnado.

Qué duda cabe, después de todo lo expuesto, que nuestro papel como futuros docentes será el de motivar a los alumnos/as, aplicar una metodología que comprenda las ideas que tiene y les haga comprender la realidad a la que se enfrentará; conectar ideas, conceptos y métodos científicos para intentar que los estudiantes se identifiquen y que muestren interés; promover un ambiente adecuado en las clases y una colaboración entre ellos, donde todas las opiniones tengan cabida.

5-. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado Zamorano, C. (2005). La estructura atómica y el enlace químico desde un punto de vista disciplinario. *Enseñanza de las ciencias, 2005, número extra, VII Congreso*.

Aragón Méndez, M. M. (2015). *Apuntes de la asignatura de Aprendizaje y Enseñanza de la Física y Química*. Documento no publicado. Universidad de Cádiz.

Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H. (1991). *Psicología educacional. Un punto de vista cognitivo*. México : Trillas.

Baig, A. y Agustench, M. (1987). La revolución científica en los siglos XVI y XVIII. Biblioteca de recursos didácticos. Alhambra.

Carrascosa, J.; Gil-Pérez, D. y Valdés, P. (2005). En Gil-Pérez (Ed.). Cómo promover interés por la cultura científica. Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. OREALC/UNESCO–Santiago

Díaz Barriga, F., Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. Editorial Mc Graw Hill.

Driver, R. (1986). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. Conferencia invitada en el 11 Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. Valencia 23-25 de septiembre de 1987. (Versión de J. Martínez Torregrosa).

Einstein, A., Infeld, L. (2003). *La Física, aventura del pensamiento*. Buenos Aires: Editorial Losada S.A.

Ezquerro Martínez, A., Iturrioz González, I., Díaz Pérez, M. (2011). Análisis experimental de magnitudes físicas a través de vídeos y su aplicación al aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 9(2), 252-264, 2012*.

Ferreyra, A. y González, E.M. (2000). Reflexiones sobre la enseñanza de la Física universitaria. *Enseñanza de las ciencias, 2000,28(2), 189-199*.

Ferreyra, A. y Pedrazzi, G. (2007) *Teorías y enfoques psicoeducativos del aprendizaje*. Buenos Aires: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico.

García Arques, J.J., Pro Bueno, A., Saura Llamas, O. (1995). Planificación de una unidad didáctica: El estudio del movimiento. *Enseñanza de las ciencias*, 1995,13(2), 211-226.

Grau Company, S., Álvarez, J.D., Tortosa Ybáñez, M.T., (2011). La práctica educativa en la sociedad de la información. Innovación a través de la investigación. *La pratica educativa nella società dell'informazione. L'innovazione attraverso la ricerca* (pp. 175-185).

Guidugli, S., Fernández Gauna, C., Benegas, J. (2004). Aprendizaje activo de la cinemática lineal y su representación gráfica en la escuela secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 2004, 22(3), 463-472.

Hashweh, M.Z., (1986). Toward an explanation to conceptual change. *European Journal of Science Education*, Vol 8, pp 229-249.

Heredia Soto, A. J., (2009). Características del aprendizaje significativo y su contribución a la enseñanza. *Revista digital Innovaciones y experiencias educativas*.

Hewson, P.W., (1981). A conceptual change approach to learning science, *European Journal of Science Education.*, 34, pp.383-396.

Hewson, P.W., (1990). Historia y epistemología de las ciencias. La enseñanza de "fuerza y movimiento" como cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 1990, 8(2), 157-171.

Hierrezuelo Moreno, J., Molina González, E., Yus Ramos, R. (1991). Una nueva generación de materiales curriculares para la enseñanza de las ciencias: los "programas –guía" de actividades". Investigaciones y experiencias. *Revista de educación*, numero 295(1991) págs. 463-486.

Hierrezuelo Moreno, J., Montero Moreno, A. (1991). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Vélez-Málaga: Elzevir.

Martín Díaz, M.J., Gómez-Crespo, M.A., Gutiérrez Julián, M.S. (2000). *La Física y la Química en Secundaria*. Madrid: Narcea.

Martínez Pons, J.A. (2000). Un problema planteado como actividad de investigación: Estudio de las posibles trayectorias para el lanzamiento efectivo de un tiro libre de baloncesto. *Enseñanza de las ciencias*, 2000, 18(1), 131-140.

Juan Martínez, A., Juliá Espí, M., Jover, E., Prats, G., Pons, I., Martínez, B. (2003). El vídeo digital como recurso didáctico para el estudio cinemático del movimiento. Actes VII Jornades de la Curie, 2003.

Moya Martínez, A.M. (2009). Las nuevas tecnologías en la educación. *Revista digital Innovación y experiencias educativas*.

Sánchez Velázquez, J.L., Oliva Martínez, J.M., Rosado Barbero, I., Cruz González, M.I. (1993). Detección de las ideas previas en cinemática utilizando la composición de movimientos. *Investigación en la Escuela*, nº 19, 1993.

Shayer, M., Adey, P. (1984). *La ciencia de enseñar ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid. Ed. Narcea.

Oliva Martínez, J.M., Acevedo Díaz, J.A. (2004). Pensamiento analógico y movimiento de proyectiles. Perspectiva histórica e implicaciones para la enseñanza. *Real Sociedad Española de Física. REF Octubre-Diciembre 2004*.

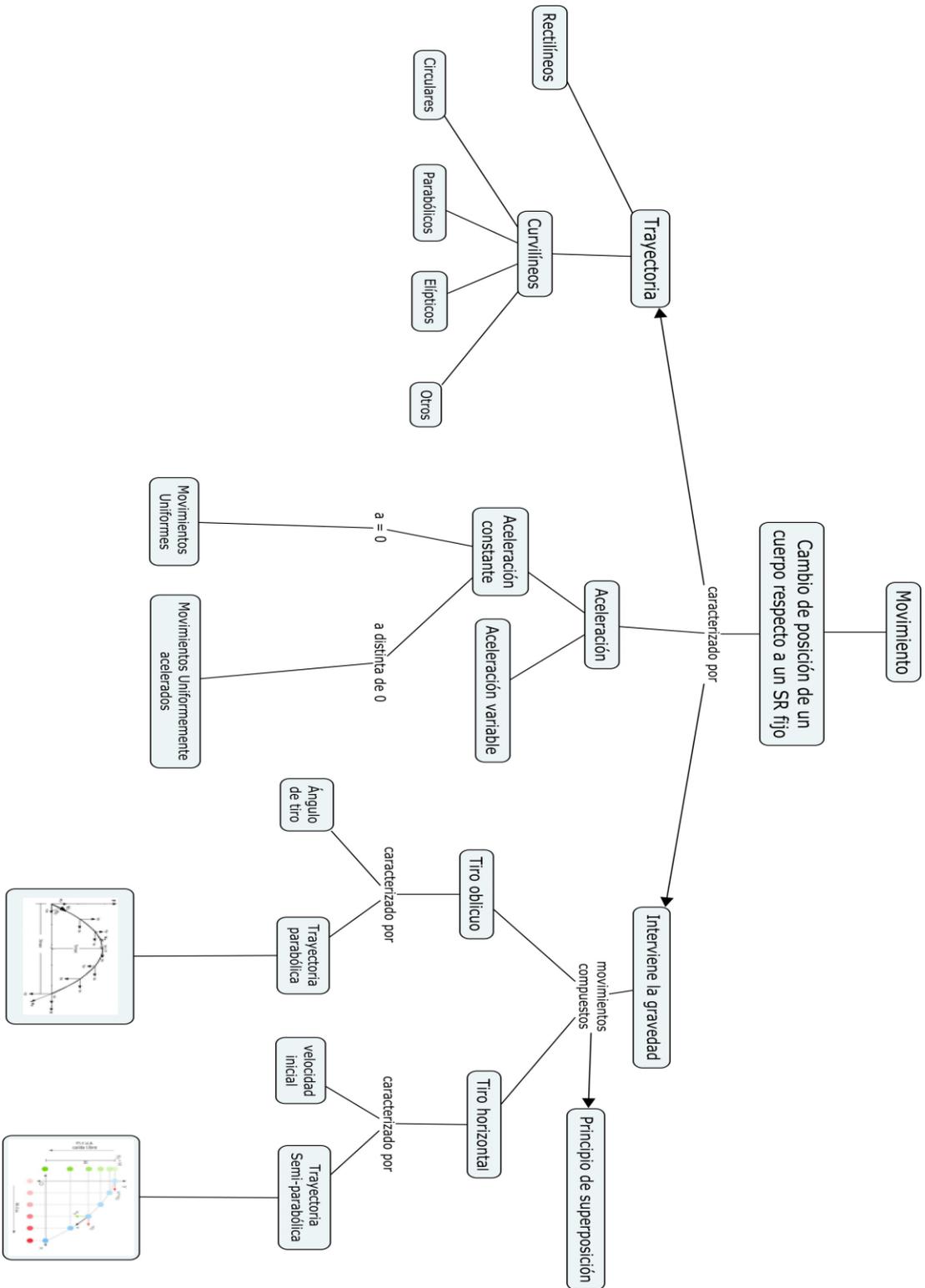
Oliva Martínez, J. M. (2008). Qué conocimientos profesionales deberíamos tener los profesores de ciencias sobre el uso de analogías. *Revista Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* (2008), 5(1), pp. 15-28

Pontes Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* (2005), Vol. 2, Nº 1, pp. 2-18.

Pozo, J.I., Gómez Crespo, M.A., Limón, M., y Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la Química*. Madrid: CIDE.

6-. ANEXOS.

ANEXO I. MAPA CONCEPTUAL CONTENIDOS



ANEXO II. EVALUACIÓN

ANEXO II.1-. PRUEBA ESCRITA FINAL

Apellidos
Nombre

Curso

Problema 1(2 pts). Enumera los distintos tipos de movimiento estudiados, indicando la trayectoria característica en cada uno, y sus propiedades más importantes (Movimientos que los componen, ecuaciones, etc.).

Problema 2(2 pts). El pájaro de la figura quiere fastidiarle el picnic a la pareja de enamorados. Para ello, va a realizar un tiro horizontal. Decide volar a una velocidad constante de $v = 9,44$ m/s. La altura a la que vuela es de 4 m. ¿A qué distancia horizontal deberá soltar su "proyectil" para alcanzar a la pareja? Calcula el tiempo que tarda en caer. Explica por qué pájaro y "proyectil" se encuentran en todo momento alineados, como se ve en el dibujo.

Datos: $g = 9,8$ m/s².

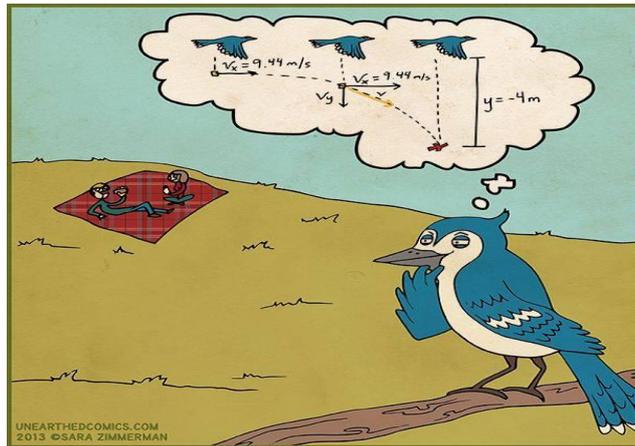


Ilustración 33 Esquema problema Fuente: www.uneardcomics.com

Problema 3(2 pts). Un atleta quiere batir el record del mundo de lanzamiento de peso, establecido en 23 m. Sabe que el alcance máximo se consigue con un ángulo de 45° . Si impulsa el peso desde una altura de 1,75 m, ¿con qué velocidad mínima debe lanzar el peso? Dibuja el problema eligiendo el SR adecuado.

¿Por qué intuye el atleta que el mejor ángulo de tiro es 45° ?



Ilustración 34 Lanzamiento de peso. Fuente: Google

Problema 4(2 pts). Se dispara un cañón desde un acantilado de 50m de altura y un ángulo de 45° por encima de la horizontal, siendo la velocidad de salida del proyectil de 490 m/s. Calcular (tomando el origen de posiciones en el punto de lanzamiento): a) El tiempo en llegar a la superficie del mar. b) La posición del impacto en el mar. c) La velocidad en el instante del impacto con el mar.



Ilustración 33 Balística de cañón. Fuente: <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/animaciones.html>

Problema 5(2 pts). Dos bolas A y B se mueven con velocidad de $v_A = 5$ m/s y $v_B = 10$ m/s. Sin realizar cálculos, dibuja la trayectoria de ambas, justificando tu respuesta.

- a) Calcula el alcance máximo de cada bola
- b) Calcula el tiempo que tarda cada bola en llegar al suelo

Datos:
 $g = 9,8$ m/s²
 Altura mesa: 1.5 m

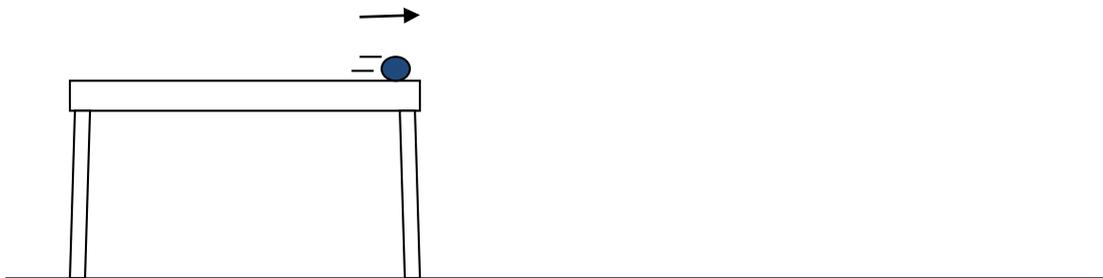


Ilustración 34 Mesa y bolas. Fuente: Cuestionario, J.M. Oliva

ANEXO II.2-. HOJA DE ACTIVIDADES. EVALUACIÓN CONTINUA.

Problema 1-. Enuncia el Principio de superposición de movimientos y da algunos ejemplos.

Problema 2-. ¿Respecto a qué se establece el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo? Define Sistema de referencia. Comenta los tipos de movimiento de las ilustraciones.

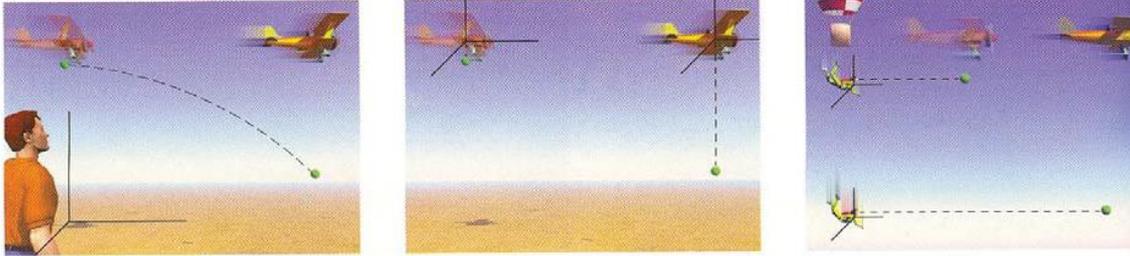


Ilustración 35 Sistemas de referencia. Fuente: Google

Problema 3-. (Entregar) Te encuentras en un vehículo en movimiento y saltas a tierra. ¿Por qué crees que será difícil mantenerse en equilibrio al tocar el suelo?

Problema 4-. (Entregar) Un nadador pretende cruzar un río de 50 m de ancho hasta el punto exactamente enfrente. Si la corriente del río tiene una velocidad de 5 m/s:

- Comentar si esto es posible
- En caso afirmativo, indicar cómo, realizando un dibujo

Problema 5-. Un avión que vuela paralelo a la superficie terrestre a una altura de 2 Km lleva una velocidad de 100 m/s. ¿A qué distancia del blanco debe soltar una bomba para que explote exactamente en el lugar deseado?

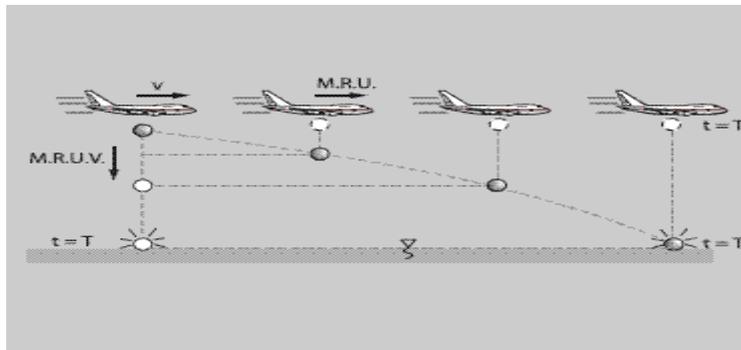


Ilustración 36 Esquema problema

<http://equipofisica1.blogspot.com.es/2011/02/lanzamiento-de-proyectiles.html>

Problema 6(Entregar)-. Desde 20 m de altura se dispara horizontalmente un proyectil con una velocidad de 600 m/s. Calcular:

- El tiempo que tarda en caer al suelo
- El alcance del disparo
- La velocidad del proyectil en el instante que toca el suelo.
- Las componentes de la velocidad en $t = 2$ s.

Problema 7-. (Entregar) Un futbolista realiza un lanzamiento de balón con velocidad inicial de 20 m/s y que forma un ángulo de 30° con el suelo. Calcular:

- Posición horizontal y vertical al cabo de $t = 2$ s.
- Componente v_x y v_y en ese instante.
- Altura máxima alcanzada
- Alcance máximo horizontal.

ANEXO II.3-. CUESTIONARIO EVALUACIÓN DOCENTE.*Tabla 2-1 Cuestionario evaluativo actuación docente*

	1	2	3	4	5
Permite que el alumnado participe					
Permite el buen ambiente en clase					
Resuelve dudas					
Se involucra con el alumnado					
Concepto y actividades bien explicados y diseñados					
Abierto a nuevas ideas y propuestas					

ANEXO II.4-. FICHA OBSERVACIÓN EN AULA.*Tabla 2-2 Ficha observación en el aula*

Conducta 3:Mucho; 2: Medio; 1: Poco	Alumno				
Trabajo					
Coopera					
Atiende					
Realiza preguntas					
Ayuda a compañeros					
Destreza manual					

ANEXO II.5-. RÚBRICA PRUEBA FINAL ESCRITA*Tabla 2-3 Rúbrica*

Nº ejercicio	Aprendizaje obtenido
1, 2, 3, 4, 5	I-. Identifica/enumera tipo(s) de movimiento y sus características. Análisis cualitativo.
2, 3, 4, 5	II-. Representa esquemáticamente la situación planteada y un sistema de referencia adecuado.
2, 3, 4, 5	III-. Utiliza una estrategia de resolución y emplea las ecuaciones correspondientes.
2, 3, 4, 5	IV-. Interpreta correctamente los resultados.

La calificación numérica de cada ejercicio estará supeditada a la demostración de los diferentes aprendizajes obtenidos en cada ejercicio.

Tabla 2-4 Rúbrica

Aprendizaje obtenido	Ejercicios	Puntuación(puntos)
I-. Identifica/enumera tipo(s) de movimiento y sus características. Análisis cualitativo.	Todos los ejercicios	2
	4 ejercicios	1,5
	3 ejercicios	1
	1/2 ejercicio(s)	0,5
	Ningún ejercicio	0
II-. Representa esquemáticamente la situación planteada y un sistema de referencia adecuado.	4 ejercicios	2
	3 ejercicios	1,5
	2 ejercicios	1
	1 ejercicio	0,5
	Ningún ejercicio	0
III-. Utiliza una estrategia de resolución y emplea las ecuaciones correspondientes.	4 ejercicios	2
	3 ejercicios	1,5
	2 ejercicios	1
	1 ejercicio	0,5
	Ningún ejercicio	0
IV-. Interpreta correctamente los resultados.	4 ejercicios	2
	3 ejercicios	1,5
	2 ejercicios	1
	1 ejercicio	0,5
	Ningún ejercicio	0