



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo Fin de Máster

Píldoras de Física de 1^º de Bachillerato

Presentado por: JOAQUIN ORTEGA RUIZ
Línea de investigación: Recursos educativos
Director/a: Luisana Rodríguez Ramírez
Ciudad: Madrid
Fecha: Septiembre de 2012

ÍNDICE

Resumen/Abstract.....	1
1. INTRODUCCIÓN DEL TRABAJO	2
1.1. Justificación del trabajo y su título.....	2
1.2. Justificación legal	4
1.3. Justificación de la investigación educativa.....	5
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2.1. Objetivos	10
2.2. Breve fundamentación de la metodología	10
2.3. Breve justificación de la bibliografía utilizada	11
3. DESARROLLO.....	12
3.1. Revisión bibliográfica: fundamentación teórica	12
3.1.1. Aprendizaje.....	12
3.1.2. Memoria.....	14
3.1.3. Dificultades en física	22
3.1.4. Tipología de actividades.....	27
3.1.5. Herramientas TIC complementarias.....	28
3.2. Materiales y métodos.	29
3.2.1. Materiales	29
3.2.2. Métodos de investigación.....	32
3.3. Resultados y análisis.	34
3.3.1. Componentes de una píldora de información.....	34
3.3.2. Empaquetados de las píldoras de Física de 1º de Bachillerato.....	37
3.3.3. Metodología de aprendizaje con las píldoras	40
3.3.4. Actividades asociadas a las píldoras.....	42
4. PROPUESTA PRÁCTICA.	45
5. CONCLUSIONES	49
6. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS	50
7. BIBLIOGRAFÍA.....	52
8. ANEXOS	55

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Curva del olvido.....	16
Figura 2: Curva del olvido tras repasos.....	17
Figura 3: Curva del olvido con y sin repasos	17
Figura 4: Sistema de cajas de Leitner	18
Figura 5: Una curva de aprendizaje	18
Figura 6: Curva de aprendizaje basada en el sistema Leitner.....	20
Figura 7: Cono de aprendizaje de Edgard Dale modificado y original	20
Figura 8: Tasas de retención y estilos de aprendizaje.....	21
Figura 9: Composición de una píldora de información.....	35
Figura 10: Píldora 4 del Encapsulado del Capítulo 7	40

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Obstáculos en “Cinemática”	24
Tabla 2: Obstáculos en “Dinámica”	25
Tabla 3: Obstáculos en “La Energía y su transferencia: trabajo y calor	26
Tabla 4: Obstáculos en “Electricidad”	27
Tabla 5: Materiales fuentes primarias	30
Tabla 6: Materiales productos de la investigación	31
Tabla 7: Encapsulados de la Física de 1º de Bachillerato.....	38
Tabla 8: Tabla de Revisiones propuesta	46
Tabla 9: Línea del Tiempo propuesta	47

Resumen.

En este trabajo se presenta una herramienta novedosa denominada píldora de información en su aplicación a la Física de 1º de Bachillerato. Básicamente estas píldoras están asentadas sobre el concepto de flashcard, extendido de manera que se facilite la construcción de estructuras de contenidos más significativos (las píldoras) a las que se aplicarán algunas estrategias de memorización como asociaciones de múltiples percepciones para estimular el recuerdo, así como el sistema Leitner de repaso espaciado. La configuración y la fabricación de las píldoras de física se realizará teniendo presente los obstáculos más habituales a los que se enfrentan los alumnos en el aprendizaje de esta materia. Además, con el propósito de reforzar el proceso de enseñanza-aprendizaje se plantea como un requisito ineludible para la activación efectiva de estas píldoras la necesidad de desarrollar una serie de actividades complementarias de carácter cooperativo y lúdico que facilite la creación de un entorno atractivo que potencie la motivación, la participación y la atención de los agentes educativos. Dada la inexistencia todavía de herramientas reales que usen píldoras de información, se propone como recomendación, dada su fácil y rápida adopción, la reutilización de diferentes herramientas TIC gratuitas existentes en el mercado para su uso como generador de estas actividades. Finalmente, se concluirá apuntando también que la propuesta de mejora de las píldoras de información hará más funcional la consecución de la autorregulación del aprendizaje y la adopción de nuevos métodos de evaluación acordes con los baremos del programa PISA.

Palabras clave: Aprendizaje, memoria, tarjeta didáctica, repetición espaciada

Abstract.

This paper presents a new tool called the pill information in its application to the Physics of 1º of Bachillerato. Basically these pills are seated on the concept of flashcard, extended so as to facilitate the building of structures of most significant content (pills) to some memorization strategies such as associations of multiple perceptions shall apply to stimulate the memory, as well as the Leitner system of spaced repetition. Configuration and the manufacture of the pills of physics will be made bearing in mind the most common obstacles faced by the students in the learning of this matter. In addition, in order to reinforce the teaching-learning process arises as a prerequisite for the effective activation of these pills need to develop a series of follow-up activities of a cooperative and playful nature that facilitates the creation of an attractive environment that strengthens the motivation, involvement and the attention of educational agents. Given the absence yet of real tools that use pills of information, proposed as a recommendation, given its easy and fast adoption, the reuse of different TIC free tools available on the market for use as a generator of these activities. Finally, it will be completed also pointed that the proposal for enhancement pills of information will make the achievement of self-regulation of learning and the adoption of new methods of assessment consistent with the standards of the program PISA more functional.

KeyWords: Learning, memory, flashcard, spaced repetition

1. INTRODUCCIÓN DEL TRABAJO

El presente Trabajo Fin de Máster (en adelante, TFM) correspondiente al “*Máster Universitario en Formación de Profesorado de Educación Secundaria*” en la especialidad *Física y Química* de la *Universidad Internacional de La Rioja* está relacionado con el estudio de las llamadas “*píldoras de la Física de 1º de Bachillerato*”, cuyo propósito fundamental es el de formalizar una modesta aportación de mejora que aspire a reducir las innumerables dificultades de aprendizaje que tradicionalmente surgen cuando los alumnos, procedentes de la secundaria, abordan el inicio del estudio de la Física de 1º de Bachillerato.

1.1 Justificación del trabajo y su título

El uso de la palabra “*píldoras*” fue sugerido por el popular profesor de inglés Richard Vaughan que en sus numerosas clases repite una y otra vez, como un elemento que acredita y ratifica su filosofía de empresa, la siguiente afirmación:

En una encuesta realizada por Vaughan Systems con la colaboración de la revista Capital Humano, el 60% de los encuestados, gente en su mayoría del área de recursos humanos de diferentes empresas, afirmó que de existir una pastilla por valor de sesenta mil euros capaz de dotar inmediatamente de inglés a quien la tomara, su director general sí compraría pastillas para varias personas de la organización. (Vaughan, 2012)

Pues bien, el título del presente trabajo hace referencia a “*píldoras de información*”, (específicamente, en la materia de física), en lugar de píldoras o pastillas de un medicamento. De esta forma, y como una acotación a esta sugerencia primaria de Vaughan, este concepto inicial se lleva más allá planteándolo como una analogía con la píldora medicinal en aquellas características definidas que determinan su técnica de fabricación y su uso terapéutico.

Así pues, la administración de la “*medicación*” recetada en forma de píldoras de física permitirá seguir un tratamiento preventivo para que el “*paciente-alumno*” pueda enfrentarse con las suficientes defensas a los problemas derivados de su exposición al aprendizaje de la Física de 1º de Bachillerato.

Según la primera acepción que el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española, en su versión digital, hace del término píldora (<http://lema.rae.es/drae/?val=p%C3%ADldora>), ésta se define como: “*Bola pequeña que se hace mezclando un medicamento con un excipiente adecuado para ser administrado por vía oral*”.

La analogía médica sugerida por su técnica de fabricación y su composición química plantea la inclusión de los siguientes conceptos:

- *Forma farmacéutica, o encapsulado*: Se trata de una “bola pequeña” de información, enfatizando el atributo de pequeña, de fácil deglución.
- *Composición química o contenido*: Se trata de una mezcla de “un medicamento con un excipiente”. Lo importante a constatar aquí es que, aparte del principio activo imprescindible en toda medicina, este se debe mezclar con un excipiente para dar un sabor agradable, para proteger el estómago, para facilitar la forma farmacéutica (cápsula, comprimidos, pomada,...), etc.
- *Principio activo o medicamento*: Se trata del trozo de “información” valiosa y constructiva sobre contenidos de la Física de 1º de Bachillerato y cuya actuación sobre el “cuerpo-mente” del “paciente-alumno” ayudarán a liberarle de las dificultades que amenazan a su organismo.
- *Excipiente*: Se trata de aquello que rodea a la “información” para facilitar su preparación, conservación y administración como medicamento. En el caso que nos ocupa, este excipiente serán imágenes, url’s, anécdotas o curiosidades de la física que afiancen y complementen el trozo de información al que acompañan.

A estos términos típicos de la industria farmacológica y para extender aún más la analogía médica se les añadirán los nuevos términos que surgen cuando el médico prescribe junto a la receta de medicinas su tratamiento para cumplir un adecuado uso y administración del medicamento:

- *Dosis*: Se trata de la cantidad de “información” que se debe administrar.
- *Posología*: Se trata de la frecuencia con la que se debe ingerir esta “información”; es decir, los requisitos para que no pierda eficacia el principio activo entre dosis.
- *Vía de administración*: Se trata del modo en que se va a administrar esta “información”.

1.2 Justificación legal

Para la justificación del presente TFM dentro de un marco legal es necesario contextualizarlo. Primero como el componente final de un máster regulado estatalmente y segundo, por su temática, también regulada por unas leyes formuladas por diferentes Administraciones educativas:

- a) Atendiendo a la pertenencia del TFM a un máster, éste se enmarca dentro de las siguientes disposiciones legales:
1. El máster cumple con el *Real Decreto 1834/2008 de 8 de noviembre* por el que se definen las condiciones de formación para el ejercicio de la docencia en la ESO, el Bachillerato, la FP y las enseñanzas de régimen especial, y se establecen las especialidades de los cuerpos docentes de enseñanza secundaria.
 2. En el *Anexo de la Orden ECI 3858/2007 de 27 de diciembre* se especifica, en el *Apartado 3 – Objetivos*, las competencias que los estudiantes deben adquirir a lo largo del desarrollo del máster.
 3. Finalmente, en el *Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre* en su *Capítulo IV* (y su posterior modificación el *Real Decreto 861/2010 de 2 de julio*) se establece la obligatoriedad para la obtención del Título, de elaborar y defender públicamente el TFM en el que quedarán reflejadas las competencias adquiridas a lo largo de la formación recibida durante todo el máster.
- b) Atendiendo a la temática de este TFM, la Física, incorporada al currículo de la materia de Física y Química de 1º de Bachillerato, y enmarcada dentro de las siguientes disposiciones legales:
1. La *Ley Orgánica de Educación 2/2006 de 3 de mayo* que regula el sistema educativo en España.
 2. El *Real Decreto 1467/2007 de 2 de noviembre* por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.
 3. La *Orden ESD/1729/2008 de 11 de junio* por la que se regula la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato.
 4. El *Decreto 67/2008 de 19 de junio* por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo del Bachillerato.

1.3 Justificación de la investigación educativa

Para la justificación del presente TFM dentro de un marco educativo se puede empezar por hacer referencia a los problemas con la Física de los alumnos que, como señalan Lewin & Goldstein (2012, p. 283), “*La mayoría de los alumnos de secundaria y de universidad odian las clases de física, porque suele explicarse como un complicado conjunto de fórmulas matemáticas*”. Esta afirmación plantea dos interrogantes:

***¿Realmente la física no gusta porque tiene muchas matemáticas? o
¿podría enseñarse la física sin fórmulas matemáticas?***

Se constata como una verdad irrefutable que las matemáticas es el lenguaje que utiliza la física para modelar la naturaleza y escrutar sus secretos. También podríamos cuestionarnos:

***¿Cómo las matemáticas dedicadas al estudio de abstracciones puras
“funcionan” tan perfectamente en la física que se dedica al estudio de lo
concreto y empírico del mundo real?***

La resolución de estas dicotomías planteadas por las relaciones física-naturaleza y física-matemática a veces se solventan diciendo que realmente es la naturaleza la que utiliza el lenguaje de las matemáticas y por ello a la física no le queda más remedio que utilizar el propio lenguaje del objeto de estudio.

Uno u otra perspectiva ha sido avalada por los comentarios y opiniones de numerosos físicos a lo largo de la historia:

- Galileo Galilei sostenía en su obra “*El ensayador*” que: “*El libro del Universo está escrito en lengua matemática y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas sin cuya mediación es humanamente imposible comprender ni una palabra*” (Galilei, 1981).
- Paul Langevin, citado por J.M. Lévy-Leblond (Lévy-Leblond, 1984: 75-76) en su obra “*Pensar la matemática*”, decía que: “*Por una singular armonía, las necesidades del pensamiento, preocupado por construir una representación adecuada de la realidad, parecen haber sido previstas y anticipadas por el análisis lógico y la estética abstracta del matemático*”.

- Henry Poincaré decía en su obra *“El valor de la ciencia”* que:
Todas las leyes se extraen de la experiencia, pero para enunciarlas se precisa de una lengua especial; el lenguaje ordinario es demasiado pobre, y es además demasiado vago, para expresar relaciones tan delicadas, tan ricas y tan precisas. Esta es la razón por la que el físico no puede prescindir de las matemáticas; éstas le proporcionan la única lengua en la que puede hablar (Poincaré, 1946, p. 112).
- Albert Einstein mantenía en sus *“Notas autobiográficas”* que:
De acuerdo con nuestra experiencia hasta el momento, tenemos derecho a estar convencidos de que la naturaleza es la realización del ideal de la simplicidad matemática. La construcción puramente matemática nos permite encontrar esos conceptos, y los principios que los relacionan, que nos dan la clave para comprender los fenómenos naturales (Einstein, 1998).
- Werner Heisenberg sostenía en su obra *“La imagen de la Naturaleza en la Física actual”* que: *“La idea de que las matemáticas podían adaptarse, de algún modo, a los objetos de nuestra experiencia me parecía extraordinaria y apasionante (...) Las fórmulas matemáticas ya no representan la naturaleza, sino el conocimiento que de ella poseemos”* (Heisenberg, 1985, p. 18).

Realmente, si todas estas meditaciones se llevaran al límite nos haríamos una nueva pregunta:

¿Los matemáticos descubren o inventan?

Y con ella, definitivamente, se cerraría el círculo volviendo a la misma posición de partida: los griegos, en donde la mente de alguna forma parece tener la “llave de acceso” al mundo de las ideas platónico y todo lo pergeñado por la humanidad es un descubrimiento.

En definitiva, las matemáticas son indispensables para cualquier disciplina científica y no hay atajos para hacer realmente ciencia. Aunque en la actualidad el programa PISA (OCDE, 2006) diferencie claramente tres áreas de evaluación como son las competencias lectora, científica y matemática, puede decirse que la necesidad de las matemáticas dentro de la física está fuertemente imbricada en el propio método

científico como puede deducirse de las palabras de Lord Kelvin citadas por Sears, Zemansky & Young (1981):

Suelo repetir con frecuencia que sólo cuando es posible medir y expresar en forma numérica aquello de que se habla, se sabe algo acerca de ello; nuestro saber será deficiente e insatisfactorio mientras no seamos capaces de traducirlo en números. En otro caso, y sea cual fuere el tema de que se trate, quizá nos hallemos en el umbral del conocimiento, pero nuestros conceptos apenas habrán alcanzado el nivel de ciencia (p. 5).

Sin embargo, volviendo a la afirmación citada por Lewin (2012) se cree que el problema de los estudiantes no está en el uso automático y mecánico de una u otra fórmula sino en el desconocimiento de los conceptos físicos que se ocultan dentro de los términos constituyentes de las fórmulas y que condicionará su correcto “descubrimiento” y posterior asimilación; es decir, la competencia científica citada en (OCDE, 2006). Esos conceptos físicos representan aspectos ligados a la realidad que nos rodea, y deben estar plenamente claros y absolutamente asimilados.

Por tanto, si uno no sabe aplicar los razonamientos físicos, ni dónde ni cómo se utilizan los grandes principios y leyes fundamentales de ambas disciplinas, de nada sirve aprenderse tres días antes del examen una extensa lista de fórmulas o complicados métodos de cálculo matemático.

Las leyes físicas se suelen expresar con una fórmula que permite condensar mediante una expresión matemática el resultado de innumerables experiencias científicas donde se han realizados medidas sistemáticas sobre la naturaleza.

Según indican Pozo Municio & Gómez Crespo (2009, pp. 25-29) es necesario un aprendizaje de la ciencia como un proceso constructivo para atender a las nuevas demandas educativas que la sociedad de la información y del conocimiento nos impone.

Las tres principales teorías del aprendizaje que más se han usado para la creación de entornos de enseñanza-aprendizaje han sido el *conductismo*, el *cognitivismo* y el *constructivismo*. Sin embargo, estas teorías fueron desarrolladas mucho antes de producirse el terrible impacto que las nuevas tecnologías han ocasionado en el mundo de la enseñanza-aprendizaje.

Para Siemens (2005), padre del conectivismo, esto se refleja en las siguientes afirmaciones:

- *El conocimiento está creciendo exponencialmente. Según la ASTD (American Society of Training and Documentation) la cantidad de información se ha duplicado en los últimos 10 años y se duplica cada 18 meses.*
- *La vida media del conocimiento está disminuyendo y ya se mide en meses o años.*
- *Las personas conocerán a lo largo de su vida una variedad de campos y materias diferentes, posiblemente inexistentes en la actualidad.*
- *El aprendizaje formal ya no va a ocupar la mayor parte de nuestro tiempo de aprendizaje. El aprendizaje informal comenzará a inundar nuestras vidas a través de diferentes vías: comunidades de aprendizaje, redes sociales ...*
- *La tecnología alterará nuestro cerebro, pues las herramientas que usamos definen y modelan nuestros pensamientos y maneras de abordar la construcción de nuestros conocimientos.*

En definitiva, es evidente que la tecnología ha reorganizado la manera en que vivimos, cómo nos comunicamos y cómo aprendemos, y que cuando el conocimiento es abundante, una evaluación rápida de éste es muy importante. Las personas han adquirido el hábito de “picotear” pequeños trozos de información de un sitio a otro. Esta forma de procesar la información resulta algo muy habitual en los adolescentes de hoy en día dominados por la web 2.0, así que una implementación de las píldoras de física utilizando las TIC se adecuaría a su manera habitual de proceder y se convertiría por su adicional motivación en un aliado del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Así pues, se hace imprescindible desarrollar la capacidad de sintetizar y reconocer aquellas conexiones o patrones existentes que permitan asimilar simbióticamente de manera localizada, sin dispersiones, todo lo recogido de manera dispersa.

A pesar de todo, el punto de vista del constructivismo será usado por las píldoras de física como pequeñas piezas de información de la materia que permitan, por su carácter constructivo y acumulativo, ir asimilando esta información para transformarla en conocimiento.

Sin embargo, para que esta información sobre física resulte más apetecible es necesario complementarlas con una serie de actividades didácticas y lúdicas que fomenten el trabajo colaborativo en equipo, el aprendizaje autónomo y las competencias digitales que tanto les fascinan a los adolescentes

Es necesario decir que estas actividades pretenden desarrollar hábitos repetitivos que favorezcan la memoria de lo aprendido y luchen contra el olvido, haciendo que resulten motivadoras, para lo cual se especificará un tratamiento adecuado.

Para garantizar el éxito de la memorización desarrollada con este aprendizaje se atenderá a los dos factores siguientes: el estudio de la *curva del olvido* realizado por Ebbinghaus para determinar la frecuencia más adecuada que debería poseer la repetición para favorecer la memorización y el trabajo de Edgar Dale sobre el *cono del aprendizaje* que relacionará la fortaleza del aprendizaje con el nivel de participación, de compromiso, del alumno con las actividades y el tipo de estas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Pese a que el nivel de dificultad matemático requerido para abordar el estudio de la Física de 1º de Bachillerato es meramente elemental y puramente algebraico, los alumnos procedentes de la secundaria vienen psicológicamente predispuestos a encontrarse con una materia que les anuncian que es difícil y que les va a generar innumerables dificultades de aprendizaje.

Mucho se ha discutido y escrito sobre las causas y los culpables de esta consideración excepcional de la física. Todos los alumnos no son iguales y su grado de madurez intelectual con el que llegan a enfrentarse a la materia es diferente. Tampoco son iguales los profesores ni sus métodos de enseñanza. Sin embargo hay algo común que debe existir cuando alguien se debe enfrentar a una materia difícil del tipo de la física. Se requiere agudizar el *entendimiento* para comprender las nuevas bases de la materia, se requiere ejercitar de manera *práctica* lo aprendido atendiendo algunas veces, por su valor como aprendizaje significativo, más a los fracasos que a los aciertos de interpretación y finalmente se requiere *memorizar* una serie de contenidos que serán los pilares que rijan el conocimiento y su aplicación práctica. Sobra decir que si a estos requisitos se le añaden la motivación a través de

actividades lúdicas los resultados serán mucho más satisfactorios y el peso del aprendizaje será más llevadero.

Por ello el problema planteado con la Física de 1º de Bachillerato en la presente investigación será afrontado bajo un enfoque diferente que propone la utilización de las “píldoras” de física en el acontecer diario en el aula junto con una serie de actividades complementarias de refuerzo.

2.1 Objetivos

El objetivo general de este TFM se centra en suministrar una herramienta (las píldoras de Física) cuyo uso en el aula suponga una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física de 1º de bachillerato.

Para llevar a cabo este propósito general es necesario abordar los siguientes objetivos parciales que determinarán el mayor o menor éxito en el desempeño:

- *Determinar y especificar aquellos contenidos más problemáticos del aprendizaje de la Física de 1º de bachillerato.*
- *Crear piezas de información lo más significativa posible para abordar de manera constructiva estos aspectos problemáticos; es decir, transformarlos en píldoras de información sobre física.*
- *Estudiar los ciclos de memorización más adecuados: frecuencias y actividades. Para configurar la posología (frecuencia) y la vía de administración (actividades) de estas píldoras de física.*
- *Identificar algunas de las herramientas TIC existentes que pudieran utilizarse para configurar actividades de aprendizaje lúdicas y que permitan la autorregulación y evaluación de los contenidos.*
- *Establecer el marco conceptual/procedimental de trabajo con las píldoras de información. En definitiva, fomentar el trabajo metacognitivo para conseguir un aprendizaje eficaz.*

2.2 Breve fundamentación de la metodología

Se utilizará la metodología *investigación-acción* inspirada por Kurt Lewin en la concepción del proceso de investigación como un proceso que involucra a la comunidad educativa (el aula) con el objetivo no de generar conocimiento sino de modificar y proporcionar una mejora educativa respecto a una situación reconocida como un problema (la física) por esta misma comunidad educativa.

Por ello y como asegura Elliot (2000) se seguirá el siguiente *ciclo en espiral de Lewin* que se sitúa en paralelo al método científico utilizado en otras disciplinas:

- **Fase 1ª Análisis: diagnóstico-evaluación del problema.**

En donde se hace una aclaración y diagnóstico de una situación problemática en la práctica relacionada con el aprendizaje de la Física de 1º de bachillerato.

- **Fase 2ª Planificación de la acción.**

En donde se formulan las estrategias de acción para resolver el problema: las píldoras de física y su tratamiento en forma de actividades que faciliten la memorización.

- **Fase 3ª Desarrollo de la acción.**

En donde se implante y evalúen las estrategias de acción en un contexto de enseñanza-aprendizaje real sobre un o unos grupos experimentales de alumnos.

- **Fase 4ª Evaluación de la acción.**

En donde se aclare los resultados de la acción y se contraste estos con un grupo de control, ajeno al aprendizaje mediante píldoras de física, para extraer dentro del contexto del problema un diagnóstico que determine si es necesaria una siguiente espiral de reflexión y acción sobre él.

Es necesario anunciar con antelación que, debido a las limitaciones en espacio, tiempo y posibilidades de experimentación de las que adolece este TFM, se postergarán las fases 3ª y 4ª de ejecución y evaluación del uso de las píldoras en el ámbito escolar a una posible línea de investigación cuantitativa futura.

2.3 Breve justificación de la bibliografía utilizada

La bibliografía principalmente utilizada para este trabajo abarca los siguientes temas:

- *Aprendizaje y memoria:*

Se aborda la problemática del aprendizaje y su vertiente relacionada con la memorización. Para ello se utilizarán un par de libros como fuentes primarias, así como fuentes secundarias basadas en aportaciones de diferentes tesis y artículos de revistas técnicas especializadas. Se atenderá especialmente al sistema Leitner para ayudar a la memorización vía la técnica del *repaso espaciado*.

- *Física:*
Se determina el currículo de la Física de 1º de bachillerato y se evalúa los elementos conflictivos de la enseñanza de la materia. Esto permitirá una selección más adecuada de las píldoras que permitan construcciones significativas de conocimientos físicos.
- *Actividades y herramientas TIC complementarias:*
Se evalúan algunas de las herramientas TIC existentes en la webgrafía que pudieran usarse como complemento de las píldoras de información para configurar las actividades.

3. DESARROLLO

3.1 Revisión bibliográfica: fundamentación teórica

Para el presente estudio ha sido necesario tener en cuenta diferentes conceptos. El concepto de *aprendizaje* en su visión constructivista y creadora de estructura. Los estudios sobre el concepto de la *memoria* nos permiten enumerar los procesos mentales y especificar aquellas aportaciones como la *curva del olvido* y el *cono de aprendizaje* que nos presenta una preclasificación de las actividades más productivas desde el punto de vista del aprendizaje. Se han identificado los principales obstáculos de la *física de 1º de Bachillerato*. También se han señalado aquellas características y tipología de aquellas actividades con mayor valor en el ámbito del aprendizaje. Y finalmente, se han registrado una serie de herramientas TIC que podrían utilizarse como vía rápida para generar estas actividades de manera lúdica.

3.1.1. Aprendizaje

El aprendizaje permite al ser humano adquirir o modificar habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores para adaptarse a su vida y poder transformarla como resultado de un proceso de instrucción, estudio, experiencia y razonamiento. Este proceso puede ser analizado desde distintas perspectivas, por lo que existen distintas teorías del aprendizaje.

Para la presente investigación se ha valorado la utilidad de la visión *constructivista* del aprendizaje (Ausubel, 1968; Coll, 1987; Pozo, 1996) que contempla un consenso bastante generalizado sobre la forma en la que aprenden las personas.

Según este enfoque el aprendizaje se desarrolla en un sujeto activo, que tiene que realizar conexiones entre el nuevo objeto del aprendizaje y aquello que ya conoce. Estas conexiones resultan imprescindibles para que tenga lugar el *aprendizaje significativo* (Coll, 1987).

Esta visión, no entra en contradicción con las modernas aportaciones realizadas por la neurociencia acerca de la plasticidad neuronal que resalta la incidencia del aprendizaje sobre la transformación de la propia estructura morfológica del cerebro (Pascual-Castroviejo, 2002).

Sin embargo, como se sabe lo que se enseña no es siempre lo que se aprende. Además, no siempre se puede conseguir un auténtico aprendizaje significativo. A veces, puede resultar interesante aprender las cosas de manera mecánica y repetitiva esperando una reproducción automática, casi perfecta. Así, pese a no comprender inicialmente en toda su extensión el significado de los conceptos, se pudiera dar el caso en un determinado instante, porque han cambiado las circunstancias o la perspectiva de enfoque del problema, de que se produzca el descubrimiento del verdadero significado de lo aprendido tras aplicar simplemente este automatismo aprendido de manera mecánica.

En lo relativo al nivel cognitivo teniendo en cuenta la teoría de Piaget, según afirman Pozo Muncio & Gómez Crespo (2009), los alumnos de 1º de bachillerato o han alcanzado o deben estar a punto de alcanzar el estadio cognitivo de desarrollo correspondiente al *pensamiento formal* cuyas características funcionales son:

- *El pensamiento formal se refiere a lo posible, no a lo real.*
- *Tiene carácter proposicional: se basa en algún tipo de lenguaje.*
- *Tiene naturaleza hipotético-deductiva: formulación y comprobación.*

Con respecto al currículo de la Física de 1º de bachillerato, su objetivo es profundizar en todo lo aprendido durante la ESO, ampliando el tratamiento numérico y cuantitativo. Sin embargo, estos conocimientos previos vienen a veces contaminados por una experiencia previa cotidiana que compite con el verdadero conocimiento científico. Por ello es esencial conseguir que los alumnos aprendan los hechos y fenómenos naturales utilizando explicaciones científicas (Angulo Delgado & García Rovira, 1999, p. 72).

Algunas definiciones que aparecen en el trabajo de Martín del Pozo (2007) y se utilizarán a lo largo de este trabajo de investigación son las siguientes:

- Se llamará *obstáculos* a los problemas de aprendizaje que se dan en física, unas veces entendidos como barrera y otras como diferencia entre lo que el alumno sabe y lo que se le enseña o debería saber.
- Resulta de gran valor pues seleccionar los *conceptos estructurantes* que den sentido, o estructuren, un determinado campo conceptual, permitiendo superar obstáculos conceptuales y poder acceder así a formulaciones más complejas.
- Asimismo, de vital importancia serán los *referentes empíricos* que son aquellas situaciones o fenómenos de la realidad cotidiana que se utilizan para facilitar la construcción de conceptos.
- Y finalmente, también es necesario considerar los *niveles de formulación* para un determinado contenido que mediante diferentes enunciados sobre el mismo nos presentarán grados de complejidad progresivos.
- Se podría hablar de *transposición didáctica* que hace referencia a la transformación del conocimiento científico al pasar al contexto escolar, como puede apreciarse en muchos libros de texto.

3.1.2. Memoria

Según Kelly (1982, p. 88) la *memoria* es la facultad de la mente por la cual los actos mentales y estados de conciencia pasados se retienen, evocan y reconocen.

Así pues según este autor la memoria abarca estas tres funciones:

- *Retención*: Es la conservación de percepciones, imágenes e ideas.
 - Depende pues de la vivacidad, la frecuencia y lo reciente de las impresiones.
 - Su desarrollo se logra por medio de la repetición significativa, por reformulaciones a través de múltiples sentidos, por medio del interés y por la concentración de la atención.
- *Evocación o recuerdo*: Es la reproducción actual en la conciencia de una experiencia pasada.
 - Depende de las asociaciones existentes entre las experiencias.
 - Su desarrollo se logra a través de la formación de asociaciones, cada vez más frecuentes y mejores.

- Hay tres tipos de asociaciones que se emplean en el recuerdo.
 - a) Las *conexiones artificiales* que constituyen la fuente de la memoria puramente mecánica, donde se aprende sin comprender su significado.
 - b) Las *conexiones ingeniosas* entre la experiencia que ha de ser recordada y una clave, o regla mnemotécnica, para ayudar a la memoria.
 - c) El *recuerdo lógico que se apoyan* en la memoria lógica y racional. Este tipo de asociación se hace posible mediante la comprensión del significado de cada tema y el lugar que le corresponde en algún sistema de pensamiento. Consiste en relaciones causales y sistemáticas entre series de hechos. Depende de la presentación del material en una serie conexas de relaciones racionales.
- *Reconocimiento de experiencias pasadas*: Es la captura y aceptación de una experiencia actual idéntica a otra anterior.
 - Su desarrollo se logra por medio de sistemas de ideas bien organizados.

En el presente trabajo se valorarán aquellos aspectos que mejoren la retención como estrategia para traer el recuerdo (o evocación) de experiencias pasadas a la conciencia.

Es conocido que la retención y el olvido guardan una relación inversa entre sí (Brennan, 1952, p. 194-196), y que además éste es realmente la consecuencia de las actividades selectivas de la conciencia.

El olvido pues es una característica relacionada con la memoria y posee un interés considerable para los educadores, quienes habitualmente la consideran tan sólo como un defecto. Parece ser que la tendencia natural es olvidar lo que no parece importante o esencial y que por tanto no es objeto de interés personal alguno. Por ello es conveniente saber el ritmo de olvido, su grado según las diversas materias y las leyes que parecen controlarlo.

De esta necesidad de medición del olvido apareció el concepto de *curva del olvido* en los estudios que elaboró, allá por 1885, Herman Ebbinghaus en su monografía

“Sobre el olvido”. Esta *curva del olvido* es una curva con forma exponencial decreciente que básicamente muestra como varía el porcentaje de lo que se recuerda con el transcurso del tiempo.

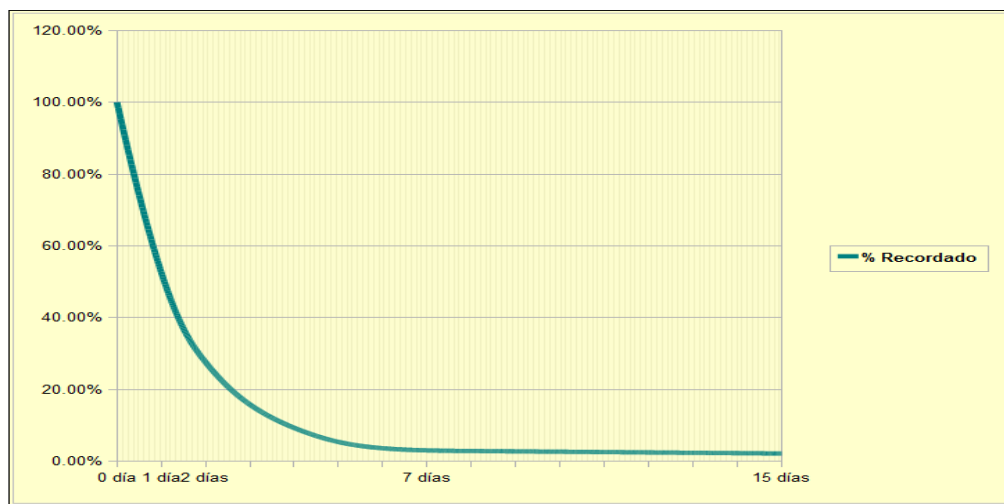


Figura 1: Curva del olvido
(Fuente: www.elartedelamemoria.org)

Esta pérdida de retentiva con el tiempo y su mayor o menor velocidad de decrecimiento depende de varios factores como son:

- *La intensidad del recuerdo; es decir, el grado de profundización de lo aprendido.*
- *La dificultad de la materia que se tiene que recordar*
- *La representación de la materia que hace cada persona; es decir, del método de aprendizaje.*
- *Factores fisiológicos o emocionales: estrés, sueño*

De manera bastante general y aproximada, podría decirse que hay un ritmo de olvido basal, similar en todas las personas, caracterizado por los siguientes datos:

- *Al cabo de un día después de haber estudiado se olvida el 50% de lo estudiado.*
- *Dos días después, se habrá olvidado más del 70% de lo estudiado.*
- *Al cabo de 7 días, una semana, como mucho se recordará un 5 % de lo estudiado.*

Diferentes investigaciones posteriores han demostrado que el ritmo al que se olvidan las materias significativas realmente es mucho más lento, como habría de esperar,

que el ritmo de olvido de aquellas materias que carecen de significado (que fueron las que Ebbinghaus utilizó para sus investigaciones).

Asimismo, es necesario decir que los datos tan drásticos de esta curva se pueden ver atenuados si se producen *repasos*. La manifestación en la curva del olvido de estos repasos supone pequeños impulsos que te suben nuevamente al 100% de recuerdo y hacen que la nueva curva tenga una velocidad de decrecimiento más suave.

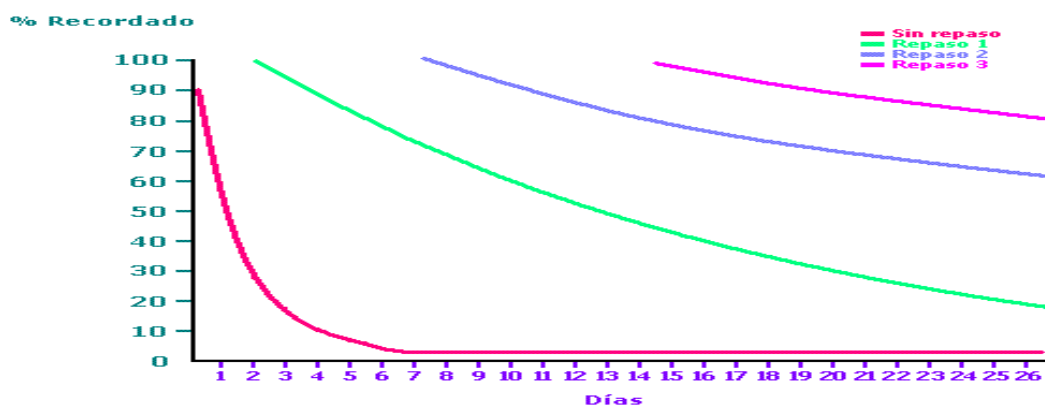


Figura 2: Curva del olvido tras repasos
(Fuente: www.elartedelamemoria.org)

Si estos *repasos* se producen de manera periódica se pueden diseñar programas de mantenimiento de la curva del olvido dentro de unos umbrales de recuerdo bastante altos y con pocos sacrificios (número de repasos). Sin embargo, es necesario realizar una programación de estos repasos para que sean realmente efectivos, de nada sirve efectuar repasos periódicos cada día que sí, mantendrán el porcentaje de recuerdo, pero a cambio de un “sobrestudio” innecesario que seguramente afectarán a la motivación y la continuidad del programa de estudio.

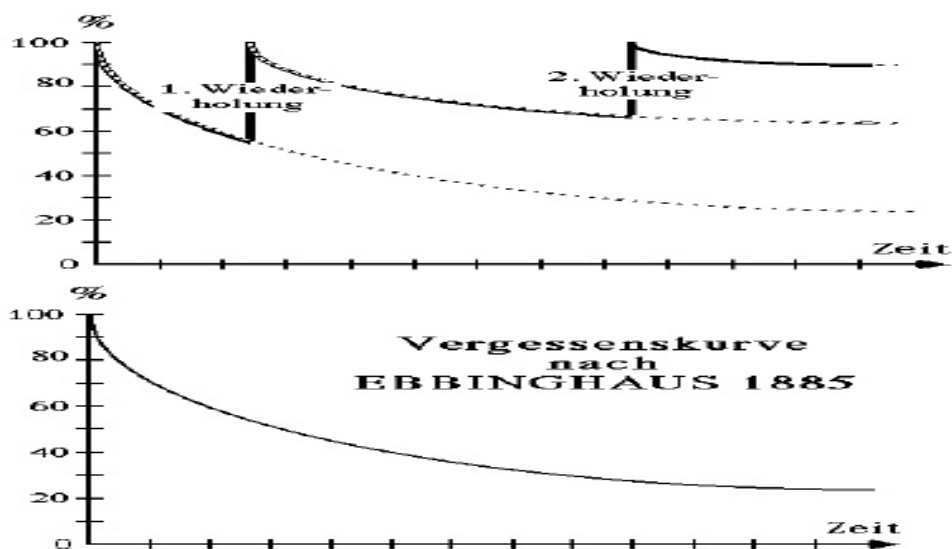


Figura 3: Curvas del olvido con y sin repasos
(Fuente: Original de Ebbinghaus)

Una versión de estos sistemas de repasos periódicos son los llamados de *repetición espaciada* como el *sistema Leitner* (Leitner, 1984) basado en “tarjetas didácticas” (en adelante se preferirá llamarlas *flashcards* por ser la terminología anglosajona mucho más común en los estudios y trabajos que justifican su uso educativo). Básicamente, el *sistema Leitner* dispone de un conjunto de 5 cajas y flashcards tipo pregunta-respuesta. El método de trabajo se inicia disponiendo todas las flashcards dentro de la caja 1 para su revisión y consiste en repasar diariamente una serie de flashcards en la caja 1 promocionándolas a la caja 2 (si se asimilan perfectamente) que será repasada con un periodo de tiempo mayor. A su vez cuando le llega el momento del repaso por tiempo a estas cajas superiores (2, 3, 4 y 5) de mayores periodos de repaso, en caso de asimilación correcta de sus flashcards correspondientes nuevamente se las promocionará a una caja superior (de un mayor periodo de repaso). En caso contrario, es decir si la flashcard no es asimilada correctamente siempre se degradará devolviendo la flashcard a la caja 1 de repaso diario.

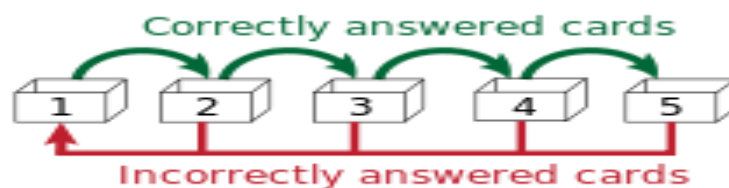


Figura 4: Sistema de cajas de Leitner
(Fuente: Wikipedia)

Sin embargo, cuando se aborda un proceso de enseñanza-aprendizaje la curva que habitualmente se suele mostrar es la llamada *curva de aprendizaje* que representa la mejora conseguida durante el proceso de aprendizaje en la adquisición de los conocimientos con el transcurso del tiempo. Este grado de éxito a veces se presenta como una proporción entre el aprendizaje adquirido y la enseñanza impartida.

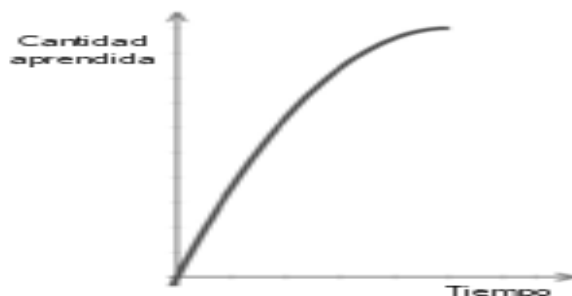


Figura 5: Una curva de aprendizaje
(Fuente: Wikipedia)

Aunque no existe una curva de aprendizaje general típica (Kelly, 1982), prácticamente todas las curvas de aprendizaje poseen varias características significativas comunes:

- *Ninguna sigue un trazo firme. Las fluctuaciones (leves o notables) se manifiestan continuamente, no siendo el progreso constante.*
- *Es habitual que posea un rápida subida inicial indicando que el ritmo de aprendizaje es mayor en una etapa inicial y es seguida por una disminución gradual a medida que la enseñanza progresa (efecto novedad)*
- *Existe una meseta más o menos prolongada que comprende los periodos de estancamiento sin progreso real o aparente.*
- *El ritmo disminuye progresivamente a medida que el alumno se aproxima a los límites del perfeccionamiento.*

La explicación del comportamiento de la *curva de aprendizaje* se podría enriquecer significativamente si se aplica lo que se ha dado en llamar la *regla del 80/20* o *Principio de Pareto* que fue obtenido empíricamente basándose en estudios sociológicos sobre la sociedad italiana y que se ha estado usando en diferentes ámbitos como la economía e incluso la política. Lo más sorprendente de la aplicación de este principio a la *curva de aprendizaje* es la “bidireccionalidad” de la proporción 80/20:

- En dirección optimista: *Con sólo el 20% del esfuerzo se puede conseguir satisfacer el 80% de los resultados esperados.*
- En dirección pesimista: *Será necesario el 80% del esfuerzo para conseguir el 20% restante de los resultados esperados.*

En cualquier caso, lo que parece estar claro es que cuanto más empinada sea la curva, mayor eficiencia está teniendo el aprendizaje adquirido.

También es importante anotar que la inclinación de la curva depende de varios factores como:

- *El conocimiento previo del tema*
- *El método de enseñanza*
- *El contexto del aprendizaje*

Basándose en la utilización del sistema Leitner algunas herramientas TIC como Drillster (www.drillster.com) aseguran conseguir curvas de aprendizaje con un grado de aprovechamiento como el indicado en la figura 6.

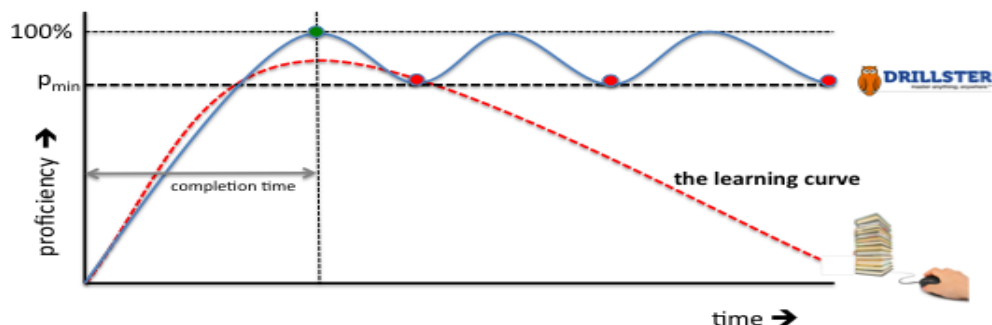


Figura 6: Curva de aprendizaje basada en el sistema Leitner
(Fuente: www.drillster.com)

Aparte de analizar estas curvas (de aprendizaje y del olvido) también es interesante plantearse preguntas sobre qué factores permitirán mejorar la calidad del aprendizaje en estas curvas. Ya se vio que uno de ellos era la intensidad del recuerdo, que está muy relacionada con el método de enseñanza, el contexto de aprendizaje y la representación del contenido a aprender. Cuánta razón tenía Confucio cuando resumía con la siguiente máxima los métodos más efectivos para la docencia: “*Oigo y olvido, veo y recuerdo, hago y comprendo*”. Sin embargo, fue Dale (1932), en épocas mucho más recientes, quién con su aportación del *cono del aprendizaje* nos

dio una idea acerca de la profundidad del aprendizaje en función del medio que se utiliza para conseguirlo:

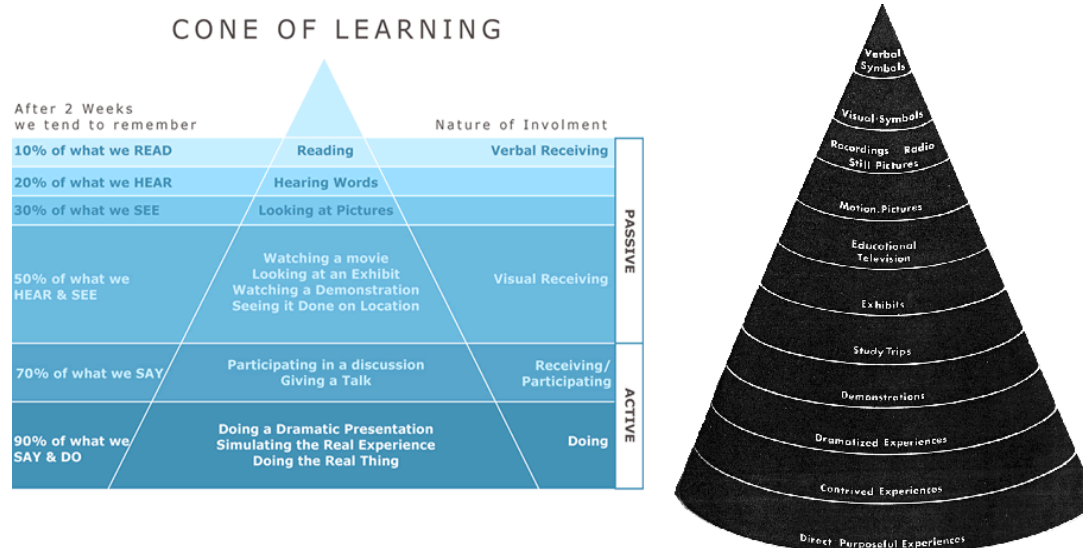


Figura 7: Cono de aprendizaje de Edgar Dale modificado y original

(Fuente: http://www.willatworklearning.com/2006/05/people_remember.html)

Realmente las representaciones del cono con porcentajes, fueron aportadas por otros autores y han ido apareciendo en diferentes trabajos “científicos”, aunque estos valores no tienen una base científica suficientemente contrastada (Edgar Dale no dio porcentajes), y estos fueron incorporados sucesivamente en diferentes medios de divulgación como si fueran veraces (véase el siguiente enlace <http://clarion.mudejarico.es/2011/04/el-falso-cono-del-aprendizaje-de-dale/>).

Sin embargo, la verdadera aportación del cono (sin porcentajes) de Dale dentro del ámbito escolar es que cualitativamente se observa que los métodos menos efectivos para recordar son la lectura, las clases verbales magistrales del profesor y los dibujos en la pizarra que son precisamente los métodos tradicionales que ocupan más tiempo en nuestros colegios. Por otro lado, es la puesta en práctica del aprendizaje o el enseñar a otros lo aprendido los métodos que resultan ser los más efectivos, quedando en un nivel medio el uso de medios audiovisuales.

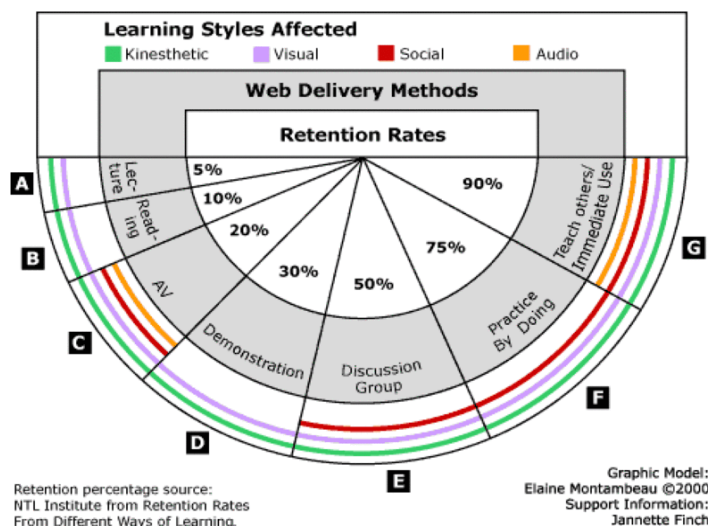


Figura 8: Tasas de retención y estilos de aprendizaje

(Fuente: http://www.willatworklearning.com/2006/05/people_remember.html)

Asimismo resulta interesante atender a los nuevos descubrimientos que se están produciendo en neurociencia, como los del equipo de Giacomo Rizzolatti en 1996 sobre las *neuronas espejo* que nos lleva a prestar atención a los siguientes hechos:

- *Con sólo mirar a alguien haciendo algo tú aprendes a hacerlo también. Y si intentas imitar lo que el otro está haciendo, entonces aprendes más deprisa.*
- *Con sólo imaginar que estás haciendo algo se activan las mismas regiones cerebrales que cuando realmente haces lo que habías imaginado.*
- *Es prácticamente imposible aprender sólo, uno aprende cuando se relaciona con los demás.*

3.1.3. Dificultades en física

Durante cierto tiempo los proyectos renovadores en la enseñanza de ciencias que se promovieron para solventar los obstáculos de su aprendizaje estuvieron dirigidos a suscitar el uso de los procedimientos propios de la ciencia (Caamaño, 1994). Sin embargo, últimamente se observa que la adquisición de un pensamiento formal no es una capacidad tan general, sino que parece depender bastante del contenido al que se aplica (Wagensberg, 1993).

Por tanto, además de cambiar las actitudes y los procedimientos, la enseñanza de la ciencia debe promover un verdadero cambio conceptual en los alumnos, lo que nuevamente requiere estrategias de enseñanza-aprendizaje específicas (Pozo Municio & Gómez Crespo, 2009).

El principal problema al que se enfrenta los alumnos al aprender conceptos científicos es el de superar las concepciones alternativas que se tienen de ellos a través de su experiencia cotidiana. Para ello en primer lugar según Coll (1986), lo pertinente es diferenciar los tres tipos de contenidos verbales usados en la ciencia:

- *Los datos:* Un dato o un hecho es una afirmación que afirma o declara algo sobre el mundo. Comprender o interpretar un dato es más difícil que conocerlo. Los datos deben aprenderse literalmente, de un modo reproductivo.
- *Los conceptos específicos*
- *Los principios:* Serían conceptos muy generales, de gran nivel de abstracción, que subyacen a la organización conceptual de un área. Son pues los conceptos estructurantes a los que se acceden a través de los contenidos específicos de las materias.

La meta final de la enseñanza de la ciencia sería comprender los principios (los contenidos más abstractos y generales) a través de los contenidos más específicos (conceptos y datos). De hecho, si los datos ayudan a adquirir conceptos, estos últimos a su vez van a ser la forma más eficaz de retener datos. De tal manera que cuando uno empieza a comprender, se va dando sentido a las cosas y los datos dejarán de ser arbitrarios y serán más fáciles de retener.

Asimismo, analizado desde el punto de vista de la retención vital para el aprendizaje con píldoras de información, se hace necesario distinguir entre el aprendizaje de datos y conceptos (Pozo, 1992):

- *Datos:* Consiste en una copia literal. Se aprende por repaso (repetición). Se adquiere de una vez. Se olvida rápidamente sin repaso.
- *Conceptos:* Consiste en la relación con conocimientos anteriores. Se aprende por comprensión (significativo). Se adquiere gradualmente. Se olvida más lenta y gradualmente.

Resumiendo, mientras la adquisición de hechos y datos es del tipo todo o nada, la adquisición de conceptos admite diferentes niveles cualitativos. El carácter gradual de la comprensión de los conceptos tiene una gran importancia a la hora de seleccionar y secuenciar los contenidos conceptuales. Por otro lado, el olvido no es tan repentino ni tan total con el aprendizaje de conceptos como en el aprendizaje de datos, siendo también gradual.

El objeto de la física en la ESO es el estudio del mundo próximo al alumno (la energía, las fuerzas y los movimientos, electricidad y magnetismo) y en el Bachillerato estos contenidos se amplían. Así en 1º de Bachillerato, el estudio de la física clásica se centra en cuatro bloques de contenidos: tres de ellos relacionados con cuestiones de la mecánica newtoniana (Cinemática, Dinámica, La energía y su transferencia: trabajo y calor) y un cuarto bloque que se dedica al estudio de los circuitos eléctricos (Electricidad).

Muchos de los obstáculos planteados por estos bloques de contenidos se deben precisamente a esta familiaridad que tiene el alumno con los contenidos implicados convirtiéndose en un arma de doble filo pues sus numerosas ideas previas y opiniones basadas en la experiencia cotidiana del alumno que deberán competir con la explicación científica del comportamiento de la naturaleza que se enseña en el colegio. Ello es debido a que la física para explicar y analizar el comportamiento del mundo necesita recurrir a representaciones idealizadas o modelos, bastante simplificadas que ayudan a profundizar, comprender y resolver los problemas planteados. Estas concepciones idealizadas de la ciencia generarán aparentes contradicciones con el mundo cotidiano y real que vive el alumno.

Según Martín, Gómez, & Gutierrez (2000, 138-167), los alumnos de 1º de Bachillerato se encuentran principalmente con los siguientes obstáculos en los cuatro bloques indicados anteriormente:

Tabla 1: Obstáculos en “Cinemática”

Obstáculos en “Cinemática”
<i>Normalmente, los alumnos no establecen diferencias entre conceptos claramente distintos desde el punto de vista físico: posición, espacio recorrido sobre la trayectoria y desplazamiento.</i>
<i>No son conscientes de la necesidad de fijar un sistema de referencia y tienen dificultad para comprender que un mismo móvil puede realizar movimientos distintos según el sistema de referencia.</i>
<i>Debido al uso incorrecto en el lenguaje cotidiano, tienen dificultades para distinguir entre dirección y sentido de un vector.</i>

No comprenden el sentido vectorial de la velocidad y la aceleración.

No discriminan entre la idea de velocidad y la de variación de la velocidad.

Cuando se estudia el movimiento simultáneo de dos cuerpos, les resulta complejo establecer la correspondencia entre las posiciones y los tiempos de cada uno de ellos.

Les resulta difícil comprender que un movimiento real pueda descomponerse en la suma de dos movimientos imaginarios y que ambos puedan estudiarse de forma independiente.

Tabla 2: Obstáculos en “Dinámica”

Obstáculos en “Dinámica”
<i>En muchas ocasiones, los alumnos utilizan como sinónimos los conceptos de masa y peso.</i>
<i>En cuanto a la comprensión de la fuerza como la medida de la interacción entre dos cuerpos, que puede manifestarse a distancia, los alumnos tienen problemas para sumir el carácter “simétrico” de la tercera ley de Newton.</i>
<i>El concepto de fuerza como medida de la interacción entre sistemas y su relación con la variación del movimiento de los cuerpos.</i>
<p><i>Respecto a la relación fuerza-movimiento los alumnos mantienen un auténtico sistema alternativo a la interpretación newtoniana del movimiento como:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>El movimiento implica una causa, como una fuerza interna que se va consumiendo hasta que el objeto se detiene.</i> • <i>Tiene que existir una fuerza paralela a la velocidad del móvil y generalmente proporcional a ella.</i> • <i>Cuando las trayectorias no son rectilíneas, aparece un tercer tipo de fuerzas, necesarias para mantener el equilibrio (fuerza centrífuga).</i>
<i>La presión de los gases tiene siempre una dirección privilegiada que coincide con la del movimiento del gas.</i>
<i>Para los líquidos, tienen dificultades para comprender que la presión se ejerce en todas direcciones, no sólo en la dirección vertical y hacia abajo.</i>
<i>Tienen dificultades para reconocer que el equilibrio entre fluidos se rige por la igualdad de las presiones.</i>

Tabla 3: Obstáculos en “La Energía y su transferencia: trabajo y calor”

Obstáculos en “La Energía y su transferencia: trabajo y calor”
<i>Escasa utilización del concepto de energía en las explicaciones espontáneas que los alumnos hacen de los problemas escolares.</i>
<i>Asociación exclusiva de la energía con objetos en movimiento o con sistemas que realizan alguna actividad observable.</i>
<i>Consideración de que la energía está presente sólo en algunos sistemas, como los alimentos, combustibles, pilas, explosivos, etc., pero no en todos. Además los alumnos creen que dichos sistemas son “depósitos” en los que se encuentra almacenada la energía.</i>
<i>Identificación del concepto de energía con el de fuerza y/o trabajo. Es decir, asociación del trabajo al esfuerzo físico.</i>
<i>Dificultad en la comprensión y utilización del principio de conservación de la energía compatible con la idea de degradación.</i>
<i>Confusión entre formas y fuentes de energía.</i>
<i>Utilización inadecuada de los términos producción y consumo, como sinónimos de creación y desaparición.</i>
<i>Consideración del calor y el trabajo como formas de energía, no como formas de transferir energía.</i>
<i>Dificultad para distinguir entre los conceptos: calor, contenido energético y temperatura.</i>
<i>Confusión entre los conceptos de calor y temperatura.</i>
<i>Calor y frío se concibe como propiedades opuestas de un sistema.</i>

<i>Asociación del concepto de temperatura con las características de los cuerpos.</i>
<i>Dificultad para comprender el equilibrio térmico.</i>

Tabla 4: Obstáculos en “Electricidad”

Obstáculos en “Electricidad”
<i>Los alumnos encuentran dificultades para pasar de la conservación de la carga a la constancia de la intensidad de la corriente eléctrica en un circuito. Los alumnos piensan que la corriente sale de un polo de la pila al otro consumiéndose sucesivamente al pasar por los elementos del circuito.</i>
<i>Tienen la idea de que el voltaje o diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito es la consecuencia de la circulación de la corriente y no su causa.</i>
<i>Aplican sistemáticamente el “razonamiento secuencial”, que corresponde a un análisis local del circuito, en el que se supone que si se introducen variaciones en un circuito, sólo afectarán a la corriente que sale de él, pero no a la que llega y, por lo tanto, sólo los elementos colocados “detrás” del elemento variado sufren alguna alteración en su funcionamiento.</i>

3.1.4. Tipología de actividades

El uso de las píldoras de información pretende utilizar una serie de actividades que sirvan como refuerzo, por ello es interesante tener presente según Rath (1971) aquello que Lawrence Stenhouse en su libro “Investigación y desarrollo del currículum” comenta referente a la siguiente lista de criterios que permiten identificar aquellas actividades que parecen poseer un “cierto valor inherente”:

- *Una actividad es más gratificante que otra si permite a los niños efectuar elecciones informados para realizar la actividad y reflexionar sobre las consecuencias de sus opciones.*
- *Una actividad es más gratificante que otra si asigna a los estudiantes papeles activos, en lugar de pasivos, en situaciones de aprendizaje.*

- *Una actividad es más gratificante que otra si exige a los estudiantes que indaguen sobre ideas, aplicaciones de procesos intelectuales o problemas cotidianos, bien personales, bien sociales.*
- *Una actividad es más gratificante que otra si propicia que los niños actúen con objetos, materiales y artefactos reales (los así llamados realia)*
- *Una actividad es más gratificante que otra si su cumplimiento puede ser realizado con éxito por niños a diversos niveles de habilidad.*
- *Una actividad es más gratificante que otra si exige que los estudiantes examinen, dentro de un nuevo contexto, una idea, una aplicación de un proceso intelectual o un problema actual que ha sido previamente estudiado.*
- *Una actividad es más gratificante que otra si requiere que los estudiantes examinen temas o cuestiones que los ciudadanos de nuestra sociedad no analizan normalmente y que, por lo general, son ignorados por los principales medios de comunicación de la nación.*
- *Una actividad es más gratificante que otra si propicia que los estudiantes y los docentes corran riesgos, no de vida o muerte, pero sí de éxito o fracaso.*
- *Una actividad es más gratificante que otra si exige que los estudiantes reescriban, repasen y perfeccionen sus esfuerzos iniciales.*
- *Una actividad es más gratificante que otra si estimula a los estudiantes a ocuparse de la aplicación y del dominio de reglas, estándares o disciplinas significativas.*
- *Una actividad es más gratificante que otra si proporciona a los estudiantes una probabilidad de compartir con otros la planificación de un proyecto, su realización o los resultados de una actividad.*
- *Una actividad es más gratificante que otra si es relevante en relación con los propósitos expresos de los estudiantes.*

3.1.5. Herramientas TIC complementarias

Ante la limitación en espacio y tiempo para desarrollar en el presente trabajo alguna herramienta adecuada que proporcione un entorno de desarrollo de actividades adaptadas para el uso de las píldoras de física, se tendrá en consideración una serie de herramientas TIC que podrían utilizarse para dar soporte indirecto a las píldoras.

Se trata principalmente de dos tipos de herramientas que están pensadas para trabajar con contenidos mucho más básicos que las píldoras de información, a través de flashcards, y que por tanto pierden el carácter estructurante de las píldoras:

- Herramientas basadas en sistemas de flashcards: de escritorio como MemoryLifter (www.memorylifter.com) o bien on-line como Quizlet (www.quizlet.com) y Drillster (www.drillster.com).
- Herramientas de test de materias como Testeando (www.testeando.com).

La introducción de estas herramientas va a fomentar la capacidad autorreguladora del alumno haciendo que su aprendizaje sea más eficaz al trabajar metacognitivamente (Bernardo Carrasco, 1997). Se utilizarán para *aprender a aprender*; es decir, conocer el objetivo del aprendizaje (el qué), las estrategias para adquirirlo (el cómo) y controlarlo mientras se realiza (autorregulación, *saber aprender*).

3.2 Materiales y métodos

A continuación se describirán los principales materiales que han sido utilizados en el TFM así como los métodos seguidos para realizar la presente investigación.

Atendiendo a su origen los materiales se han clasificado como *fuentes*, si son materiales de consulta o bien como *productos*, si son materiales resultantes de la investigación.

El protocolo esgrimido para la elaboración de esta investigación se basa en el seguimiento de una serie de etapas que vienen a satisfacer las fases de la metodología investigación-acción empleada para este TFM. En concreto, la fase 1º de *Análisis del problema* y la fase 2ª de *Planificación de la acción*.

3.2.1 Materiales

Los materiales *fuentes* consultados han sido empleados como recursos primarios de información teniendo en mente el doble cometido que iban a desempeñar: por un lado, ofrecer una documentación bibliográfica con la información necesaria sobre el problema a resolver y por otro, esclarecer aquellos requisitos, necesidades y obligaciones que deberán valorarse a la hora de confeccionar las píldoras de información como proyecto de mejora educativa.

La siguiente tabla permite estructurar estos materiales *fuentes* atendiendo al ámbito temático del estudio a satisfacer para esta investigación:

Tabla 5: Materiales fuentes primarias

Aprendizaje y memoria	Adell, M. A. (2002). <i>Estrategias para mejorar el rendimiento académico de los adolescentes</i> . Madrid: Piramide.
	El arte de la memoria (http://www.elartedelamemoria.org/)
	Leitner, S. (1984). <i>Así se aprende: psicología aplicada del aprender</i> . Barcelona: Herder.
	Martín del Pozo, R. (2007). <i>Aprender para enseñar ciencias en Primaria</i> . Sevilla: Díada Editora.
	Norman, D. A. (2010). <i>El aprendizaje y la memoria</i> . Madrid: Alianza.
Física	Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. (27 de Junio de 2008). Decreto 67/2008, de 19 de junio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de Bachillerato. <i>B.O.C.M Núm. 152</i> , 6-84. Madrid.
	Del Barrio, J. I., Puente, J., Caamaño, A., & Agustench, M. (2010). <i>Física y Química 1</i> . Madrid: Ediciones SM.
	Martín, M. J., Gómez, M. Á., & Gutierrez, M. S. (2000). <i>La Física y la Química en Secundaria</i> . Madrid: Narcea.
	Pozo Muncio, J. I., & Gómez Crespo, M. A. (2009). <i>Aprender y enseñar ciencia</i> . Madrid: Morata.
Actividades	Stenhouse, L. (1987). <i>Investigación y desarrollo del curriculum</i> . Madrid: Morata.
Herramientas TIC	Drillster (http://www.drillster.com/)
	MemoryLifter (http://www.memorylifter.com/)
	Quizlet (http://quizlet.com/)
	Testeando (http://www.testeando.com/)

PILDORAS DE FÍSICA DE 1º DE BACHILLERATO

Los materiales *productos* son el fruto de la aplicación de las directivas establecidas para la confección de las píldoras. Básicamente son de dos tipos: una plantilla para confeccionar píldoras de información y un encapsulado de un número determinado de píldoras por cada uno de los capítulos del libro de texto de Física y Química de 1º de Bachillerato que ha sido usado como guía (Del Barrio, Puente, Caamaño, & Agustench, 2010).

Tabla 6: Materiales productos de la investigación

Plantilla de una píldora de información	Plantilla de una píldora de información: Plantilla.ppt	1 píldora vacía con campos descriptivos
Encapsulados de las píldoras de Física de 1º de Bachillerato	Encapsulado Capítulo 1 –Magnitudes físicas y sus unidades: CAPITULO 1 - Píldoras de Física 1Bac.ppt	7 píldoras
	Encapsulado Capítulo 2 – El movimiento y su descripción: CAPITULO 2 - Píldoras de Física 1Bac.ppt	6 píldoras
	Encapsulado Capítulo 3 – Estudio de diversos movimientos: CAPITULO 3 - Píldoras de Física 1Bac.ppt	9 píldoras
	Encapsulado Capítulo 4 – Las fuerzas y los principios de la Dinámica: CAPITULO 4 - Píldoras de Física 1Bac.ppt	8 píldoras
	Encapsulado Capítulo 5 – Dinámica práctica: CAPITULO 5 - Píldoras de Física 1Bac.ppt	4 píldoras
	Encapsulado Capítulo 6 – Energía mecánica y trabajo: CAPITULO 6 - Píldoras de Física 1Bac.ppt	6 píldoras
	Encapsulado Capítulo 7 – Energía térmica y calor: CAPITULO 7 - Píldoras de Física 1Bac.ppt	6 píldoras
	Encapsulado Capítulo 8 – Electrostática: CAPITULO 8 - Píldoras de Física 1Bac.ppt	7 píldoras
	Encapsulado Capítulo 9 – La corriente eléctrica: CAPITULO 9 - Píldoras de Física 1Bac.ppt	7 píldoras

Se debe señalar que para la confección de estas plantillas se ha usado la herramienta Microsoft PowerPoint 2007 simplemente para facilitar una primera rápida y accesible introducción a la idea subyacente al concepto de píldora de información.

3.2.2 Métodos de investigación

Se podría argumentar que para la resolución del problema planteado, las dificultades con la física de 1º de bachillerato, sería necesaria la ejecución de un ciclo espiral de investigación-acción (Elliot, 2000) constituido por varias espirales con sus 4 fases correspondientes. Cada una de estas espirales sería a la vez un ciclo interno de investigación-acción que se iría refinando sucesivamente.

De esta manera realmente lo que se tendría sería una espiral dedicada al *Diseño lógico, estático y dinámico*, de las píldoras, otra a la *Ejecución procedimental* del uso de las píldoras y una última espiral para la *Evaluación de los resultados* de esta implementación material de las píldoras en el ámbito escolar.

Al final todas estas espirales con sus respectivos ciclos de 4 fases no dejan de ser más que meros artificios constructivos que permiten estructurar racionalmente los pasos a realizar para acometer la investigación.

Sin embargo, para acometer la presente investigación, mediante la metodología de investigación-acción, se hace más explícito operativamente considerar que se dispone de un único “super-ciclo” en el que se han seguido los procedimientos de actuación de la primera espiral (*Diseño lógico*) reenumerándolos a través de las siguientes fases:

- **Fase 1: Identificación del problema**

Se selecciona un problema dentro del ámbito de la enseñanza-aprendizaje como es la física acotándolo al ámbito del primer curso de bachillerato.

- **Fase 2: Búsqueda bibliográfica del problema**

Se realizará una búsqueda bibliográfica acerca del material que deben aprender los alumnos de bachillerato referente a la física, cómo lo aprenden, cuáles dicen los expertos que son los principales obstáculos con los que se enfrentan y cómo otras materias afrontan el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- **Fase 3: Diagnóstico de una solución**

Se analiza la problemática a la luz de los materiales bibliográficos aportados para plantear una solución de mejora validada en la bibliografía. Para ello se parte del concepto de “flashcard” ampliamente utilizado en el estudio de idiomas y se adapta creando el nuevo concepto de “píldora de información” aplicada a la física.

- **Fase 4: Revisión bibliográfica de una solución**

Una nueva búsqueda bibliográfica, ahora de la solución, permite reforzar el concepto de píldora asociándole aspectos como la repetición secuencial espaciada, en particular el sistema Leitner, y el diseño de actividades cooperativas basadas en juegos educativos que sirven para activar la motivación y participación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- **Fase 5: Diseño de la solución elegida**

Se diseñará la composición de una píldora de información de manera genérica y se creará el concepto de “encapsulado de píldoras” para abordar el currículo de la física especificado en la transcripción didáctica de los capítulos del libro de texto usado como material fuente primario.

- **Fase 6: Metodología de enseñanza-aprendizaje de la solución elegida**

Se detallará el método de trabajo a usar para explotar las píldoras de física y que estará basado en una adaptación del sistema Leitner al régimen escolar. Asimismo, se indicará como podría implementarse de manera rápida la creación de actividades para las píldoras basado en flashcards de acuerdo con algunas herramientas TIC existentes.

- **Fase 7: Resultados del diseño**

Se analizan aquellos resultados generados durante la investigación contrastando de manera crítica las consecuencias extraídas en forma de pros y contras a la vista de los objetivos anunciados.

- **Fase 8: Conclusiones**

Se extraen aquellas conclusiones acerca de la investigación llevada a cabo que permitan determinar el grado de consecución alcanzado respecto a los objetivos perseguidos.

- **Fase 9: Propuesta práctica**

Se matiza a la luz de la espiral de *Diseño lógico* del super-ciclo de investigación-acción cómo debe enfocarse la nueva espiral de *Ejecución dinámica*. Se recogen sugerencias para la implementación práctica en el ámbito escolar de estas píldoras de física. Y finalmente, se indican cómo deben ser los grupos de control y experimentales para la última espiral de *Evaluación de los resultados*.

- **Fase 10: Nuevas líneas de investigación**

Se plantean recomendaciones para mejorar el diseño de las píldoras de manera que sean más flexibles y operativas usando la web 2.0 como herramienta TIC e incluso proponiendo la creación de una red social que aglutine la gestión de usuarios, la creación y compartición de encapsulados, la adopción automática del sistema Leitner y la generación automática de actividades educativas a partir de encapsulados.

3.3 Resultados y análisis

Hernández (1997) plasma en su libro “Educación y cultura visual” la siguiente cita del filósofo y pedagogo John Dewey: “*Las cosas que damos por supuestas sin indagarlas o reflexionar sobre ellas, son justamente las que determinan nuestro pensamiento consciente y deciden nuestras conclusiones*”. Las píldoras de física pretenden ser eso, un mecanismo que automáticamente actúe como resorte para dar respuestas conscientes pero porque inicialmente se ha trabajado sobre su auténtica validez y certeza.

Como resultados de este trabajo se ha planteado una composición estructural de las píldoras básicamente de acuerdo a los parámetros de la facilidad de aprendizaje y la asociación en los procesos de memorización. Se han confeccionado 9 encapsulados de las píldoras que incluyen diferenciadamente los bloques de contenidos del currículum de la Física de 1º de Bachillerato. Asimismo, es necesario especificar el refuerzo que suponen el uso de las píldoras en un contexto de interacción entre los alumnos a través de actividades que subrepticamente permitirán conseguir las metas educativas planteadas y un desarrollo social y cognitivo.

3.3.1 Componentes de una píldora de información

Las píldoras de información estarán compuestas por los siguientes campos:

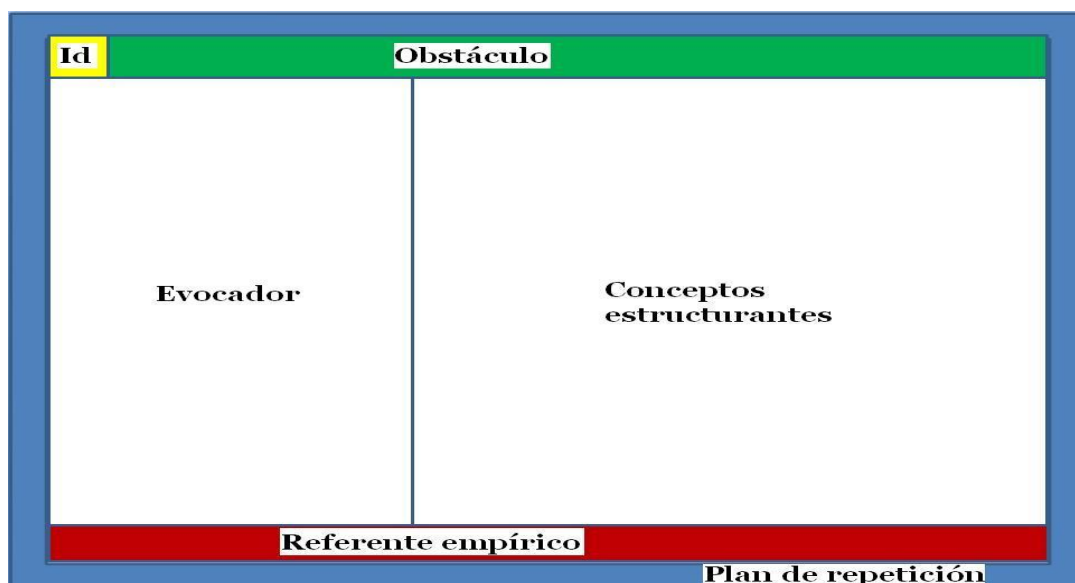


Figura 9: Composición de una píldora de información

- 1 **Id:** Un identificador numérico que sirve para identificar su posición en la estructura lógica y secuenciada utilizada y que permita referenciar esta adquisición constructiva de la información.
- 2 **Obstáculo:** Identifica el título de la píldora que describe el problema o la dificultad que se pretende solucionar.
- 3 **Conceptos estructurantes:** Se trata básicamente del concepto, duda o dificultad que se desea aprender.
- 4 **Evocador:** Se trata de una imagen que hace alusión al concepto más general expuesto como obstáculo que deberá actuar a modo de asociación para favorecer el recuerdo.
- 5 **Referente empírico:** Se trata de una referencia web opcional en la que se detalla el concepto que se pretende fijar en memoria desde diferentes vías. A mayor número de sentidos implicados mejor. Se intentará aumentar la carga e intensidad del estímulo, establecer relaciones con las situaciones cotidianas del alumno, explicitar las interacciones CTS (Ciencia, Tecnología, Sociedad) del concepto implicado o referenciar a un applet de física.
- 6 **Plan de repetición:** Identificado por un color de borde indicará el criterio temporal que se utilizará para establecer la repetición espaciada de la píldora.

Básicamente, no se puede entender un concepto si no se recuerda, y una de las herramientas más eficientemente usadas para reforzar el recuerdo son las flashcards, tarjetas didácticas del tipo pregunta-respuesta. Su uso en el mundo del

aprendizaje de idiomas es ampliamente conocido, e incluso se ha llegado a emplear como una pieza especial dentro del programa “*Challenging Horizons*” (<http://www.oucirs.org/research/chp>) que es un programa para tratamientos educativo de adolescentes con TDAH. Muestra de la importancia en el terreno educativo formal y no-formal es la aparición de diferentes empresas tecnológicas como la comentada Drillster (<http://www.drillster.com/>) que enfocan el uso de las flashcards a diferentes áreas de actividad (venta, gestión, comunicación, etc) para la fabricación de cursos a medida que permitan la capacitación de empleados en los diferentes niveles de una organización empresarial de manera rápida y efectiva. Se trata pues de una herramienta de efectividad bastante contrastada para este tipo de actividades que se podrían denominar “casi-automáticas”.

Como se observa de la descripción de la composición establecida para las píldoras de información, éstas son un paso más allá con respecto a los sistemas de flashcards. No se trata de una mera pregunta-respuesta y una secuenciación. Las píldoras integran mucha más información de manera asociativa, simbiótica y sinérgica. En primer lugar, el campo “*Conceptos Estructurantes*” está constituido por muchos otros conceptos que giran alrededor del obstáculo que pretende salvar la píldora. Se dice que actúa de manera asociativa, simbiótica y sinérgica porque dispone de dos campos, el “*Evocador*” y el “*Referente empírico*”, que permiten la asociación con los “*Conceptos Estructurantes*” para conseguir una asociación con una mayor multiplicidad sensorial (más de un sentido activo) de manera que su trabajo conjunto potencien los resultados a la hora de afianzar la memorización. Por tanto, al menos en primera hipótesis, se podría inducir que el beneficio de las flashcards se mantendrá con el uso de las píldoras de información al estar constituidas sucintamente por varias flashcards integradas.

Pero ¿cómo justificar que la asimilación de varias flashcards en una píldora puede resultar positiva?

Desde un punto de vista básicamente constructivista porque las flashcards integrantes de una píldora están estrechamente ligadas por una relación estructurante superior que les da sentido respecto al resto de las flashcards y que, por tanto, refuerzan su propia identidad con respecto a las otras flashcards usadas en otras píldoras. Es decir, las píldoras suponen la consecución de un nivel de abstracción superior sobre el uso individualizado de sistemas de flashcards presentando éstas de manera inconexa, monótona e indiferenciada. Sería el equivalente a un libro de texto sin capítulos, o un capítulo sin apartado. Así por

ejemplo, estudiar un sistema de flashcards para el Capítulo 1 de física de 1º de bachillerato (Gadner, 2011) dedicado a “*Las magnitudes físicas y sus unidades*” en el que existe una flashcard “Origen de un vector” y otra flashcard con “Factor de conversión”, podría decirse que tiene menos poder significativo que una píldora “Vectores” que englobe los conceptos relacionados con un vector y otra píldora “Medidas” relacionando conceptos sobre la medida. Además de este nivel de abstracción superior que supone la encapsulación de las flashcards, también se dispone de las ventajas asociadas a una ordenación y secuenciación específicas a la hora de enfrentarse a los contenidos de estas píldoras facilitando un mejor aprovechamiento de la información facilitada.

Según la aportación de las “*inteligencias múltiples*” de Gardner (2011) se sabe que realmente existen diferentes modos a través de los cuales la gente desarrolla sus capacidades y que luego resultarán muy importantes para su vida diaria: la inteligencia lingüística, la lógico-matemática, la espacial, la musical, la corporal y cinética, la interpersonal y la intrapersonal. Todas estas capacidades que biológicamente se poseen en bruto en mayor o menor proporción, pocas veces se observan en su estado puro sino que suelen trabajar en conjunto para alcanzar nuestras metas y objetivos. Por ello, para las píldoras de información supone una fortaleza la activación de múltiples sentidos a la hora de la asimilación de los contenidos (texto, imagen, video, audio, applet, etc) a través de los campos Evocador y Referente empírico. De esta forma se facilita que cada persona pueda combinar y utilizar sus capacidades, algunas de ellas no directas, para que se permita también la posibilidad de activación del “descubrimiento” o del aprendizaje significativo de manera no convencional.

3.3.2 Empaquetados de las píldoras de Física de 1º Bachillerato

De acuerdo con el libro de texto utilizado como guía, Física y Química de 1º de Bachillerato de la editorial SM (Del Barrio, Puente, Caamaño, & Agustench, 2010), podremos considerar los siguientes empaquetados que se han elaborado atendiendo a su secuencia en capítulos:

Tabla 7: Encapsulados de la Física de 1º de bachillerato

Capítulo	Encapsulado	Píldoras contenidas
1	Las magnitudes físicas y sus unidades	<p><i>Magnitudes físicas</i></p> <p><i>Vectores</i></p> <p><i>Unidades físicas</i></p> <p><i>Medidas</i></p> <p><i>Cifras significativas</i></p> <p><i>Errores en las medidas</i></p> <p><i>Miscelánea</i></p>
2	El movimiento y su descripción	<p>Movimiento y sistemas de referencia</p> <p>Magnitudes cinemáticas: posición</p> <p>Magnitudes cinemáticas: velocidad</p> <p>Magnitudes cinemáticas: aceleración</p> <p>Componentes intrínsecas de la aceleración</p> <p>Clasificación de movimientos</p>
3	Estudio de diversos movimientos	<p>Movimiento rectilíneo uniforme (mru)</p> <p>Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (mrúa)</p> <p>Movimientos circulares</p> <p>Movimiento circular uniforme (mcu)</p> <p>Movimiento circular uniformemente acelerado (mcua)</p> <p>Principios de la composición de movimientos</p> <p>Composición de movimientos</p> <p>Tipos de lanzamientos</p> <p>Ecuaciones del lanzamiento oblicuo</p>
4	Las fuerzas y los principios de la Dinámica	<p>Las fuerzas y su medida</p> <p>Momento de una fuerza</p> <p>El equilibrio de los cuerpos</p> <p>Primer Principio de la Dinámica</p> <p>Segundo Principio de la Dinámica</p> <p>Tercer Principio de la Dinámica</p> <p>La interacción gravitatoria</p> <p>Conservación del momento lineal</p>
5	Dinámica práctica	<p>Tipos de fuerzas</p> <p>Fuerza de rozamiento</p> <p>Fuerza centrípeta y fuerza elástica</p> <p>Tensiones</p>
6	Energía mecánica y trabajo	<p>La energía y sus características</p> <p>El Trabajo</p> <p>Energía mecánica</p> <p>Conservación de la energía mecánica</p> <p>Potencia</p> <p>Disipación de la energía mecánica</p>
7	Energía térmica y calor	<p>Temperatura. Energía térmica</p> <p>El calor</p> <p>Calorimetría</p> <p>Mecanismos de propagación de la energía térmica</p> <p>Los efectos del calor</p> <p>Principios de la Termodinámica</p>

PILDORAS DE FÍSICA DE 1º DE BACHILLERATO

8	Electrostática	<p>Naturaleza eléctrica de la materia. La carga eléctrica</p> <p>La interacción eléctrica. Ley de Coulomb</p> <p>El campo eléctrico</p> <p>Representación del campo eléctrico</p> <p>Energía potencial eléctrica y potencia eléctrico</p> <p>Distribución de las cargas eléctricas</p> <p>Energía de un conductor cargado. Condensadores</p>
9	La corriente eléctrica	<p>La intensidad de la corriente eléctrica</p> <p>La resistencia eléctrica</p> <p>Generadores eléctricos y fuerza electromotriz</p> <p>Los circuitos eléctricos</p> <p>Potencia eléctrica y aparatos de medida</p> <p>Asociación de resistores</p> <p>Resolución de circuitos de corriente continua</p>

Para la edición de los empaquetados en píldoras se ha utilizado la herramienta Microsoft Office PowerPoint 2007, creando los encapsulados como presentaciones en las que se ha asociado cada diapositiva con una píldora. Este hecho tiene sus ventajas e inconvenientes, por una parte se usa una herramienta muy conocida por los alumnos, pero por otro se reduce la potencialidad y versatilidad que supondría la implementación de las píldoras usando tecnologías web 2.0.

Además para hacer lo más práctico posible el uso de las píldoras se propone que cada píldora o diapositiva de la presentación en PowerPoint sea impresa para su colocación en un bloc de anillas que será el portador de todas las píldoras de física. Para simular la manipulación de las cajas se utilizarán cartones separadores. De esta forma se evitará que se pierdan píldoras y resultará fácilmente transportables en la mochila del alumno.

Como ejemplo de píldora de física a continuación se mostrará el aspecto de la píldora 4 del encapsulado correspondiente al Capítulo 7– “Energía térmica y calor” donde el campo “*Evocador*” en forma de imagen ilustra visualmente los conceptos físicos de “Conducción”, “Convección” y “Radiación”, y el campo “*Referente empírico*” en forma de video muestra los efectos de los diferentes mecanismos de propagación de la energía térmica sobre un osito fabricado con cera. Son realmente potentes y muy significativos a la hora de facilitar la memorización del campo de “*Conceptos estructurantes*”.

4
MECANISMOS DE PROPAGACIÓN DE LA ENERGÍA TÉRMICA



Los cuerpos intercambian energía térmica mediante los siguientes mecanismos:

- **Conducción:** Ocurre cuando se ponen en **contacto** dos cuerpos que se encuentran a diferente temperatura. Transmitiéndose ésta mediante el choques de sus partículas materiales en contacto. Existen buenos y malos conductores térmicos en función de su **coeficiente de conductividad térmico**.
- **Convección:** Ocurre cuando tiene lugar un transporte de materia desde las zonas de temperatura alta a las de temperatura baja y ocurre sólo en líquidos y gases. El aire caliente por su mayor agitación térmica es menos denso y asciende, mientras el aire frío al ser más denso desciende, formando las **corrientes de convección**.
- **Radiación:** Ocurre cuando la propagación de energía se lleva a cabo por medio de ondas electromagnéticas al alcanzar a los cuerpos. En general, cualquier cuerpo por el hecho de tener una temperatura radia energía.

<http://www.youtube.com/watch?v=xHQbEYzTg6U>

Figura 10: Píldora 4 del Encapsulado del Capítulo 7

3.3.3 Metodología de aprendizaje con las píldoras

Una vez se disponen de las píldoras de física es necesario planificar temporalmente la adaptación del uso de estas con el calendario escolar disponible para la primera parte (correspondiente a la física) de la materia de Física y Química de 1º de Bachillerato.

En esencia, la idea que se pretende implementar es la adaptación de un sistema de cajas Leitner (Leitner, 1984) con las siguientes características particulares:

- El sistema tendrá 6 cajas y no 5. Se utilizarán letras en lugar de números para las cajas: A, B, C, D, E y F.
- El contenido de estas cajas serán píldoras de física y no flashcards.
- Todas las píldoras no estarán a la vez en la Caja A, sino que cuando se aborde un nuevo capítulo el encapsulado de píldoras correspondiente a ese tema pasarán a formar parte de la Caja A.
- Cada encapsulado tiene un “Plan de repetición” diferente (el color particular de las píldoras) que debe tabularse cronológicamente.

PILDORAS DE FÍSICA DE 1º DE BACHILLERATO

- Las referencias temporales de las cajas dependerán del día en que el encapsulado entró en la Caja A del sistema (día de introducción).
- La Caja A, corresponde a la Caja Diaria; es decir, que debe ser examinada diariamente.
- La Caja B, corresponde a la Caja Semi-Semanal; es decir, que debe examinarse a mitad de semana desde el día de introducción.
- La Caja B, corresponde a la Caja Semanal; es decir, que debe examinarse a la semana desde el día de introducción.
- La Caja D, corresponde a la Caja Semi-Mensual; es decir, que debe examinarse a las 2 semanas desde el día de la introducción).
- La Caja E, corresponde a la Caja Mensual; es decir, que debe examinarse al mes desde el día de la introducción.
- La Caja F, corresponde a la Caja Trimestral; es decir, que debe examinarse al trimestre desde el día de la introducción o entrada.
- Una vez puesto el sistema en funcionamiento cada caja podrá tener diferentes encapsulados (colores de la píldora); es decir, su fecha de introducción será diferente.
- Como los días de introducción de los encapsulados serán diferentes conforme se va impartiendo la materia, es necesario realizar una *Tabla de Revisiones* en la que se anoten los días de revisión de una caja según las píldoras contenidas.

Por ejemplo, se introduce el encapsulado del Capítulo 1 en la Caja A el día 1 de octubre, el encapsulado del Capítulo 2 en la Caja A el día 15 de octubre y así sucesivamente cada 15 días el resto de los 9 encapsulados (a efectos de presentación no se tendrá en cuenta los días festivos del calendario). Entonces el procedimiento consiste en que todos los días se debe consultar la Caja A. Con respecto a la Caja B si dispone de píldoras del encapsulado del Capítulo 1 será consultada el día que se cumpla media semana del día de introducción del encapsulado del Capítulo 1, si dispone de píldoras del encapsulado del Capítulo 2 será consultada el día que se cumpla media semana del día de introducción del encapsulado del Capítulo 2 y así sucesivamente. Lo mismo acontecerá con el resto de las cajas respecto a su encuadre temporal.

Por ello, es conveniente tener una *Tabla de Revisiones* que especifique dentro del calendario escolar la fecha en la que se deben de consultar las píldoras de las diferentes cajas. Así pues, habrá días en que en una caja determinada halla píldoras

de diferente encapsulado y sólo se tenga que revisar las píldoras de un determinado encapsulado y no las restantes. En el apartado de propuesta práctica se indicará un ejemplo de *Tabla de Revisiones* y una variante llamada *Línea de Tiempo* que configurará metódicamente el calendario de revisiones a un periodo escolar.

La ventaja que podría suponer la posibilidad de poder incorporar en diferentes periodos de tiempo nueva información a memorizar en nuestro sistema de píldoras es realmente un arma de doble filo pues requerirá llevar un control más fino sobre el calendario de revisiones. Sin embargo, debe decirse que la fabricación de este calendario es fácil de realizar siendo más problemático el seguimiento manual de las revisiones indicadas en él, por ello resultará esencial y aconsejable en líneas futuras la búsqueda de una herramienta que automatice este seguimiento.

Finalmente es necesario exponer un último problema de esta implementación del sistema de Leitner cuando se aplica a las píldoras de información y es el decidir *cuándo* verdaderamente se domina la píldora para cambiarla de caja o no. Así pues, la verificabilidad del dominio de la píldora en revisión ciertamente es una decisión exclusivamente personal en la que el usuario de la píldora no consigue nada autoengañándose durante la aplicación del método.

3.3.4 Actividades asociadas a las píldoras

Para afianzar la memorización de las píldoras con la repetición espaciada propuesta por Leitner (1984) es necesario activar las asociaciones entre los campos (“*Conceptos Estructurantes*”, “*Referentes empíricos*” y “*Evocador*”) que constituyen las píldoras. Esta activación debería realizarse a través de una serie de actividades didácticas y lúdicas que fomenten el trabajo colaborativo en equipo, el aprendizaje autónomo y las competencias digitales en TIC.

Según las reflexiones de John Dewey (Zuloaga Garcés, Molina Osorio, Velasquez Acevedo, & Osorio Vega, 1993) estas actividades “(...) *le dan a los alumnos algo que hacer, no algo que aprender, y si el hacer es de tal naturaleza que demanda el pensar o la toma de conciencia de las conexiones, el aprendizaje es un resultado natural*”.

Al no existir de momento ninguna herramienta que permita trabajar directamente con las píldoras y mucho menos una que genere automáticamente estas actividades

de aprendizaje, resulta conveniente utilizar algunas herramientas TIC gratuitas disponibles para la generación rápida de actividades tal y como se detallará en el siguiente capítulo de la Propuesta Práctica y que básicamente son del tipo de:

- Actividades basadas en sistemas de flashcards (www.quizlet.com, www.drillster.com y www.memorylifter.com) en donde se descomponer las píldoras de cada encapsulado en flashcards (del tipo pregunta-respuesta).
- Actividades inmediatas basadas en sistema de tests(www.testeando.es).

La incorporación de actividades consideradas como juegos educativos permitirá según Muñoz (2009) que “*el proceso de enseñanza-aprendizaje se convierta en un entorno atractivo con un alto grado de motivación que conllevará una participación muy activa del alumnado, un alto grado de atención y unos resultados excelentes*”. Además estas actividades lúdicas se potenciarán aún más si se cumplen dos requisitos:

- 1) *Utilizar juegos conocidos y que gocen de una alta aceptación, como los juegos de los concursos de televisión o los juegos clásicos.*
- 2) *Adaptar el formato y los contenidos del juego a las características específicas del alumnado, de la materia sobre la que versa el juego y de los recursos tecnológicos de los que se dispone.*

Para finalizar con el análisis también es necesario indicar que los principales problemas de las píldoras de información vienen de la mano de su construcción. La selección de los contenidos de cada píldora es harto costosa en tiempo, se requiere un enjuiciamiento muy elaborado sobre lo que debe o no incluir y sobre las asociaciones que se desean reforzar. Aparte de esto, muchas veces es necesario enfrentarse a la multitud de transcripciones didácticas de muchos materiales escolares que o bien no son lo suficientemente acertados pedagógicamente o bien porque son conceptos cuya transcripción evoluciona en el tiempo, sirva de ejemplo el concepto de mol (Furió, Azcona, & Guisasola, 1997) .

Otro problema que se debe plantear a la hora de seleccionar la conveniencia de la utilización didáctica de las píldoras de información es la dificultad inherente de las propias materias sobre las que se desea aplicar. Aquí es necesario decir que pese a que algunos trabajos (Martín Sánchez & Martín Sánchez, 2005) soslayan que existen dificultades matemáticas de los alumnos, realmente la Física de 1º de Bachillerato para su correcta aplicación no requiere una infraestructura matemática compleja, es matemática elemental.

Sin embargo, podría considerarse que quizás una de las piezas clave de los malos resultados en estas materias esté en la dificultad para evaluar estas materias que ineludiblemente influyen en el proceso del aprendizaje.

¿Es conveniente continuar con el método de evaluación tradicional o sería necesario adoptar otras nuevas fórmulas de evaluación de estas materias?

Esta pregunta es pertinente plantearse en el sentido de que no todos los alumnos que cursan la materia de física quieren ser físicos. Asimismo decir que incluso institucionalmente, muchas ofertas de trabajo público por ejemplo se resuelven vía exámenes tipo test, curiosamente tan alejado del método de evaluación tradicional. Otro ejemplo bastante ilustrativo de la necesidad de cambiar el modelo de evaluación como calificación se puede consultar en las pruebas PISA del año 2006 (OCDE, 2006) donde el problema 3.2 está planteado de la siguiente manera:

Para beber durante el día, Pedro tiene una taza con café caliente a una temperatura aproximada de 90° centígrados y una taza con agua mineral fría a una temperatura aproximada de 5° centígrados. El tipo y el tamaño de las dos tazas son idénticos y el volumen de cada una de las bebidas también es el mismo. Pedro deja las tazas en una habitación donde la temperatura es de unos 20° centígrados.

¿Cuáles serán probablemente las temperaturas del café y del agua mineral al cabo de 10 minutos?

- A. 70° centígrados y 10° centígrados.*
- B. 90° centígrados y 5° centígrados.*
- C. 70° centígrados y 25° centígrados.*
- D. 20° centígrados y 20° centígrados.*

Resulta evidente a la vista de este problema que para su resolución no se requiere de grandes conocimientos matemáticos, solamente basta con aplicar el razonamiento lógico y un poquito de experiencia física, se podría decir que cotidiana, del equilibrio térmico. El programa PISA (Vilches & Gil Pérez, 2010) considera necesaria la superación de las concepciones y prácticas espontáneas acerca de la evaluación, ampliamente difundidas y compartidas socialmente, incluso por los docentes y los responsables políticos. Como la aplicación del proyecto PISA va a influir significativamente en la enseñanza de nuestros alumnos en los años venideros, justo sería que nuestros docentes no desaprovechen la oportunidad de adquirir un conocimiento detallado de sus propuestas que suponen un auténtico

replanteamiento de la evaluación como un instrumento de mejora de la educación que es necesario adoptar.

Por todo ello tampoco sería descabellado “*promover la autorregulación de los aprendizajes a través de actividades fundamentadas en la función pedagógica de la evaluación*” como aconseja Angulo Delgado & García Rovira (1999). Los alumnos deben aprender a regular su propio proceso de aprendizaje, valorar sus avances, reconocer sus errores y rectificar sus creencias iniciales para avanzar en el proceso de construcción de sus propios conocimientos (Jorba & Sanmartí, 1993). En esta línea también se encamina el uso de las píldoras con su sistema Leitner y sus actividades evaluativas asociadas pues con ellas se va a favorecer un aprendizaje autorregulado basado en tests que básicamente puede contemplarse cuando se utiliza de manera individualizada como un trabajo metacognitivo (saber lo que hay que hacer, saber hacerlo y controlarlo mientras se hace) (Bernaldo Carrasco, 2004).

4. PROPUESTA PRÁCTICA

A lo largo del presente TFM se han detallado aquellas fases de análisis y planificación de la acción que la metodología investigación-acción requiere para llevar a buen puerto el presente proceso de mejora educativa propuesto frente al problema de la enseñanza de la Física de 1º de bachillerato. Queda pues como propuesta práctica para completar y dar por finalizada esta investigación el desarrollo de esta acción en un entorno escolar a lo largo de un curso académico y su posterior evaluación de resultados. Como ya se ha dicho, esto último en virtud de la limitación temporal de este trabajo quedará pendiente como una línea de investigación futura.

Sin embargo, es plausible plantearse un ejemplo de propuesta práctica de los 9 encapsulados de física de 1º de bachillerato en el ámbito escolar. Para ello se seguirán las siguientes adaptaciones de implementación:

- Las 6 cajas del sistema Leitner adaptado serán sustituidas por una carpeta de anillas con 6 separadores (A, B, C, D, E, F).
- Las píldoras de cada encapsulado serán hojas de esta carpeta con las diapositivas impresas de la correspondiente presentación PowerPoint del encapsulado de un determinado capítulo.

PILDORAS DE FÍSICA DE 1º DE BACHILLERATO

- Las píldoras deberán cambiarse manualmente al final de los separadores asociados a las cajas.
- Se supondrá que cada capítulo del temario de Física se introduce con una diferencia de 15 días.

Así pues, considerando que el primer día de entrega del encapsulado del capítulo 1 se realiza en el día d se podría confeccionar la siguiente *Tabla de Revisiones* que permite establecer el calendario de revisiones de las cajas que es necesario seguir de acuerdo al esquema propuesto por Leitner con la adaptación particular a píldoras de información:

Tabla 8: Tabla de Revisiones propuesta

Encapsulado	Día de Entrada	Caja B (+4)	Caja C (+7)	Caja D (+15)	Caja E (+30)	Caja F (+90)
Cap. 1	d	$d + 4$	$d + 7$	$d + 15$	$d + 30$	$d + 90$
Cap. 2	$d + 15$	$(d+15)+4=$ $d+ 19$	$(d+15)+7=$ $d+22$	$(d+15)+15=$ $d+30$	$(d+15)+30=$ $d+45$	$(d+15)+90=$ $d+105$
Cap. 3	$(d+15)+15=$ $d+30$	$(d+30)+4=$ $d+ 34$	$(d+30)+7=$ $d+37$	$(d+30)+15=$ $d+45$	$(d+30)+30=$ $d+60$	$(d+30)+90=$ $d+120$
Cap.4	$(d+30)+15=$ $d+45$	$(d+45)+4=$ $d+ 49$	$(d+45)+7=$ $d+52$	$(d+45)+15=$ $d+60$	$(d+45)+30=$ $d+75$	$(d+45)+90=$ $d+135$
Cap.5	$(d+45)+15=$ $d+60$	$(d+60)+4=$ $d+ 64$	$(d+60)+7=$ $d+67$	$(d+60)+15=$ $d+75$	$(d+60)+30=$ $d+90$	$(d+60)+90=$ $d+150$
Cap.6	$(d+60)+15=$ $d+75$	$(d+75)+4=$ $d+ 79$	$(d+75)+7=$ $d+82$	$(d+75)+15=$ $d+90$	$(d+75)+30=$ $d+105$	$(d+75)+90=$ $d+165$
Cap.7	$(d+75)+15=$ $d+90$	$(d+90)+4=$ $d+ 94$	$(d+90)+7=$ $d+97$	$(d+90)+15=$ $d+105$	$(d+90)+30=$ $d+130$	$(d+90)+90=$ $d+180$
Cap. 8	$(d+90)+15=$ $d+105$	$(d+105)+4=$ $= d+ 109$	$(d+105)+7=$ $d+112$	$(d+105)+15=$ $d+120$	$(d+105)+30=$ $d+135$	$(d+105)+90=$ $d+195$
Cap. 9	$(d+105)+15=$ $= d+120$	$(d+120)+4=$ $= d+ 124$	$(d+120)+7=$ $d+127$	$(d+120)+15=$ $d+135$	$(d+120)+30=$ $d+150$	$(d+120)+90=$ $d+210$

Esta información podría transcribirse en forma de “línea de tiempo” en donde se detalle los días que son necesarios chequear las cajas y qué encapsulados o píldoras deben revisarse. Es necesario volver a recordar que la Caja A se revisará siempre, diariamente, e independientemente del tipo de encapsulado existente se revisarán todas las píldoras de esta Caja A.

Así pues, para ejemplo planteado se tendría la siguiente *Línea del Tiempo* respecto al día d de introducción del encapsulado del Capítulo 1 (inicio del curso):

Tabla 9: Línea del Tiempo propuesta

Día de Revisión	Caja B	Caja C	Caja D	Caja E	Caja F
d+4	Cap. 1				
d+7		Cap. 1			
d+15			Cap. 1		
d+19	Cap. 2				
d+22		Cap. 2			
d+30			Cap. 2	Cap. 1	
d+34	Cap. 3				
d+37		Cap. 3			
d+45			Cap. 3	Cap. 2	
d+49	Cap. 4				
d+52		Cap. 4			
d+60			Cap. 4	Cap. 3	
d+64	Cap. 5				
d+67		Cap. 5			
d+75			Cap. 5	Cap. 4	
d+79	Cap. 6				
d+82		Cap. 6			
d+90			Cap. 6	Cap. 5	Cap. 1
d+94	Cap. 7				
d+97		Cap. 7			
d+105			Cap. 7	Cap. 6	Cap. 2
d+109	Cap. 8				
d+112		Cap. 8			
d+120			Cap. 8		Cap. 3
d+124	Cap. 9				
d+127		Cap. 9			
d+130				Cap. 7	
d+135			Cap. 9	Cap. 8	Cap. 4
d+150				Cap. 9	Cap. 5
d+165					Cap. 6
d+180					Cap. 7
d+195					Cap. 8
d+210					Cap. 9

PILDORAS DE FÍSICA DE 1º DE BACHILLERATO

Entonces el día **d+75** se deben revisar las píldoras del Cap. 5 de la Caja D y las píldoras del Cap. 4 de la Caja E. Asimismo, el día **d+135** se deben revisar las píldoras del Cap. 9 de la cada D, las píldoras del Cap.8 de la Caja E y las píldoras del Cap. 4 de la Caja F.

Para concluir y resumiendo el procedimiento de manejo de las cajas con píldoras de física se deben seguir los siguientes pasos:

- Existen unos *días específicos de introducción* de las píldoras de cada encapsulado. En nuestro ejemplo, $d + 15 \cdot (n-1)$ siendo $n= 1, \dots, 9$.
- Para cada día:
 - 1) Si es un *día de introducción de un encapsulado*, debe estudiarse las píldoras del encapsulado e introducirlas en la Caja A (al final del separador A).
 - 2) Verificar una a una las píldoras de la Caja A y si se comprenden pasarla a la Caja B (al final del separador B), en caso contrario pasarla al final de la Caja A.
 - 3) Verificar si es un *día de revisión* de los indicados en la “Línea del Tiempo”, en cuyo caso se procederá a revisar en las restantes Cajas (B a F) el tipo de píldoras indicadas en la “Línea del Tiempo”.

También, como refuerzo metacognitivo del trabajo con las píldoras se propuso emprender cualquier día en el devenir diario del aula, de manera individual o colectiva, la realización de una serie de actividades que, de momento podrían ser abordadas rápidamente utilizando una serie de herramientas gratuitas, no específicas para píldoras, y que como ejemplo de aplicación se pasa a comentar un modo de uso particular:

- Actividades basadas en sistemas de flashcard (www.quizlet.com, www.drillster.com y www.memorylifter.com)

Consiste en descomponer las píldoras de cada encapsulado en flashcards (del tipo pregunta-respuesta). Cada encapsulado dispone de 8 a 10 píldoras. Para cada uno de los campos (conceptos estructurantes, referentes empíricos y evocación) indicados de una píldora puede extraerse un número de flashcard. En el aula pueden formarse grupos de alumnos a los que se les distribuya la tarea de descomponer una o varias píldoras.

Terminada la descomposición de las píldoras de un encapsulado en diferentes grupos de flashcard, los diferentes grupos de trabajo compartirán sus trabajos para crean un paquete de flashcards del encapsulado inicial.

Una vez tenido un paquete de flashcards del encapsulado, las herramientas TIC propuestas permiten ejecutar una serie de actividades lúdicas propias de la herramienta que permite su ejecución individualizada por cada alumno o bien a nivel de clase para todos en común.

- Actividades inmediatas basadas en sistema de tests(www.testeando.es)
Consiste en ejecutar la herramienta TIC Testeando (www.testeando.es) para la materia de Física de 1º de Bachillerato y ejecutar las variadas actividades propias de la herramienta que permitirá evaluar el grado de asimilación de las píldoras estudiadas. Esta actividad la puede realizar el alumno individualmente o bien en clase bajo una dinámica de grupos de alumnos que compiten de manera lúdica para obtener la máxima puntuación.

Como ya se ha dicho anteriormente, el uso de las píldoras dentro de un procedimiento que contemplen actividades lúdicas o juegos educativos va a fomentar estrategias de aprendizaje cooperativo que favorecerán la participación y socialización dando más seguridad y un extra de motivación a los principales actores del hecho educativo (educando y educador).

5. CONCLUSIONES

Del estudio desarrollado a lo largo por el presente TFM se pueden extraer las siguientes conclusiones generales:

- Se ha presentado una herramienta novedosa, la píldora de información, con la finalidad de mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje, en este caso de la Física de 1º de bachillerato.
- El tener en cuenta los obstáculos más problemáticos a los que se enfrentan los alumnos ha permitido valorar la manera de estructurar la información de manera que se facilite su adecuada comprensión. Para ello se ha planteado como alternativa el conseguir que los contenidos estructurantes de la materia formen parte activa en la configuración básica de una píldora de física
- Para que estos contenidos pasen a disposición de la memoria a largo plazo y sean retenidos durante meses o incluso años, se ha adoptado y adaptado el sistema Leitner de memorización mediante el repaso espaciado a las píldoras de física de acuerdo a una planificación que abarque el periodo escolar.

- Se han planteado para este nuevo sistema de píldoras de física, asentándose en diferentes herramientas TIC gratuitas existentes, una serie de actividades de refuerzo que dispensen un entorno atractivo que favorezca la motivación, la participación y la atención de los agentes educativos.
- Se ha sugerido la posibilidad de adoptar este entorno para promover la autorregulación del aprendizaje, con lo que esto significa respecto a que el alumno utilice las estrategias de aprendizaje de modo metacognitivo.
- Se ha recomendado la necesaria readaptación del método de evaluación de acuerdo a las directrices del programa PISA.

En definitiva, se ha establecido cualitativamente el marco de trabajo conceptual y procedimental con el que desarrollar esta acción educativa.

Las limitaciones de tiempo impuestas por el presente TFM ha motivado que:

- No se haya acometido una elaboración en formato electrónico de estas píldoras y se haya optado por una elaboración basada en diapositivas de PowerPoint de fácil manejo para los alumnos. Esto supone una pérdida en interactividad, en facilidad de edición de las píldoras, en la indisponibilidad de un control automático del sistema de revisión espaciada de Leitner, etc.
- No se haya trazado con la rigurosidad necesaria el problema de las transcripciones didácticas impuesta por la elección de un determinado libro de texto.
- No se haya podido emplear las píldoras de física en un contexto real dentro del ámbito de un curso académico que permita evaluar cuantitativamente la validez y viabilidad de esta propuesta práctica de mejora, delegándose ésta a una línea de investigación futura.

6. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

Obviamente, la primera línea de investigación futura que se puede plantear es la ejecución real de la propuesta práctica dentro de un entorno escolar de manera que se disponga de unos resultados cuantitativos que aconsejen sobre la viabilidad de su futura extensión, reformulación o abandono a la vista de los resultados que se obtengan.

Para realizar esta evaluación de los resultados sobre la implementación de las píldoras es necesario tener en cuenta los diferentes grupos de control y de experimentación que se podrían configurar para evaluar de la manera más imparcial posible la verdadera influencia de las píldoras de física sobre los problemas de enseñanza. Como se ha dicho anteriormente dada la imposibilidad de desarrollar en tiempo actividades complementarias de uso específico para las píldoras de información se había propuesto la realización de actividades *indirectas* basadas en herramientas TIC ya existentes de manera que facilitaran una rápida implementación de estas.

Así pues, la adopción de estas herramientas TIC supone con respecto al procedimiento de evaluación que sea necesario contemplar la existencia de los siguientes grupos de valoración:

- Un grupo de control ajeno a la utilización de las píldoras de física.
- Dos grupos experimentales que usa las píldoras de física pero que se encuentra sometido a la realización de actividades basadas en TIC:
 - Uno de ellos con las actividades implementadas bajo un sistema basado en flashcards.
 - El otro con las actividades implementadas bajo un sistema basado en tests.
- Un grupo experimental que usa las píldoras de física pero que se encuentra sometido a la realización de actividades confeccionadas sin utilizar herramientas TIC.

Finalmente, tras una evaluación satisfactoria de la ejecución de las píldoras en el aula el siguiente paso que se podría acometer como línea de futuro sería la creación de una herramienta TIC on-line que permitiera por un lado mejorar la edición y configuración de las propias píldoras y por otro la creación de actividades específicas que permitiera trabajar directamente sobre los componentes de las píldoras. Esta nueva herramienta mecanizaría aquellas tareas automatizables como el establecimiento de las fechas de revisión, el seguimiento del sistema Leitner con sus Tablas de Revisiones y Línea del Tiempo, la creación de empaquetados de materias, etc. Así pues, la creación de píldoras en formato electrónico dentro de una herramienta TIC podría suponer el añadido de numerosas utilidades adicionales sobre la configuración de las píldoras que flexibilizaría y aumentaría la potencialidad de esta herramienta. Por poner un ejemplo, podría diseñarse que las píldoras fueran sensibles a determinados conceptos estructurantes, cuando el cursor del ratón pasa

sobre ellos, de manera que el campo “*Evocador*” no sea único y cambie de acuerdo al concepto resaltado que se examina en ese instante.

Un último paso más allá podría ser la reconfiguración como una red social en la que se intercambien píldoras y se gestionen grupos de trabajo a nivel de Internet.

7. BIBLIOGRAFÍA

Adell, M. A. (2002). *Estrategias para mejorar el rendimiento académico de los adolescentes*. Madrid: Piramide.

Angulo Delgado, F., & García Rovira, P. (1999). Aprender a enseñar ciencias: Una propuesta basada en la autorregulación. *Revista Educación y Pedagogía Vol XI n° 25*, 69-86.

Ausubel, D. (1968). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.

Bernaldo Carrasco, J. (2004). *Una didáctica para hoy: Cómo enseñar mejor*. Rialp: Madrid.

Bernardo Carrasco, J. (1997). *Hacia una enseñanza eficaz*. Madrid: Rialp.

Brennan, R. (1952). *General Psychology*. Nueva York: The McMillan Co.

Caamaño, A. (1994). Estructura y evolución de los proyectos de ciencias experimentales. *Alambique (1)*, 8-20.

Coll, C. (1986). *Marc curricular per a l'ensenyament obligatori*. Barcelona: Departament d'Ensenyament - Generalitat de Catalunya.

Coll, C. (1987). *Psicología y curriculum*. Barcelona: Laia.

Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. (27 de Junio de 2008). Decreto 67/2008, de 19 de junio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de Bachillerato. *B.O.C.M Núm. 152* , 6-84. Madrid, España.

Dale, E. (1932). Methods for Analyzing the Content of Motion Pictures. *Journal of Educational Sociology* 6 .

Del Barrio, J. I., Puente, J., Caamaño, A., & Agustench, M. (2010). *Física y Química 1*. Madrid: Ediciones SM.

Einstein, A. (1998). *Notas Autobiográficas*. Madrid: Alianza Editorial.

Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.

Furió, c., Azcona, R., & Guisasola, J. (1997). Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol. *Enseñanza de las ciencias* , 359-375.

Gardner, H. (2011). *Inteligencias múltiples (La teoría en la práctica)*. Buenos aires: Paidós.

Galilei, G. (1981). *El ensayador (IL Saggiatore)*. Buenos Aires: Ediciones Aguilar.

Heisenberg, W. (1985). *La imagen de la Naturaleza en la F'ísica actual*. Barcelona: Ediciones Orbis.

Hernández, F. (1997). *Educación y cultura visual*. Morón (Sevilla): Ediciones Kikiriki Cooperación Educativa.

Jefatura del Estado. (4 de Mayo de 2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *BOE núm. 106* , 17158-17207. Madrid, España.

Jorba, J., & Sanmartí, N. (1993). La función pedagógica de la evaluación. *Aula de Innovación Educativa n° 20* , 20-30.

Kelly, W. (1982). *Psicología de la educación*. Madrid: Morata.

Leitner, S. (1984). *Así se aprende: psicología aplicada del aprender*. Barcelona: Herder.

Lévy-Leblond, J. (1984). *Física y matemáticas*. Barcelona: Tusquets.

Lewin, W., & Goldstein, W. (2012). *Por amor a la física*. Barcelona: Debate.

Martín del Pozo, R. (2007). *Aprender para enseñar ciencias en Primaria*. Sevilla: Díada Editora.

Martín Sanchez, M. T., & Martín Sanchez, M. (2005). Dificultades de los alumnos no universitarios en el cálculo matemático para el aprendizaje de la Física y Química. (G. P. Cañón, Ed.) *Didáctica de la Física y Química en los distintos niveles educativos* , 101-110.

Martín, M. J., Gómez, M. Á., & Gutierrez, M. S. (2000). *La Física y la Química en Secundaria*. Madrid: Narcea.

Ministerio de Educación. (3 de Julio de 2010). Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre. *BOE núm. 161* , 58454-58468. Madrid, España.

Ministerio de Educación y Ciencia. (29 de Diciembre de 2007). Orden ECI/3858/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales. *BOE núm. 312* , 53731-53753. Madrid, España.

Ministerio de Educación y Ciencia. (30 de Octubre de 2007). Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. *BOE núm. 260* , 44037-44048. Madrid, España.

Ministerio de Educación y Ciencia. (6 de Noviembre de 2007). Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus estructuras mínimas. *BOE núm.266* , 45381-45477. Madrid, España.

Ministerio de Educación, Política Social y Deporte. (18 de Junio de 2008). Orden ESD/1729/2008, de 11 de junio, por la que se regula la ordenación y se establece el currículo de Bachillerato. *BOE núm. 147* , 27492-27608. Madrid, España.

Ministerio de Educación, Política Social y Deporte. (28 de Noviembre de 2008). Real Decreto 1834/2008, de 8 de noviembre, por el que se definen las condiciones de formación para el ejercicio de la docencia. *BOE núm. 287* , 47586-47591. Madrid, España.

Muñoz Calle, J. M. (Junio de 2009). Juegos Educativos. FyQ Passwords. *Mundo Educativo n° 34* , 17-19.

Norman, D. A. (2010). *El aprendizaje y la memoria*. Madrid: Alianza.

OCDE. (2006). *PISA 2006 - Marco de evaluación. conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Ministerio de Educación y Ciencia, Subdirección General de Cooperación Internacional. Madrid: Santillana Educación S.L.

Poincaré, H. (1946). *El valor de la ciencia*. Madrid: Espasa-Calpe.

Pozo Municio, J. I., & Gómez Crespo, M. A. (2009). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

Pozo, J. (1996). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza Editorial.

Pozo, J. (1992). *El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos*. Madrid: Santillana.

Raths. (1971). *Teaching without specific objectives*.

Sears, F. W., Zemansky, M. W., & Young, H. D. (1981). *Física*. Madrid: Aguilar.

Siemens, G. (2005). *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*. <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>.

Stenhouse, L. (1987). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid: Morata.

Vaughan, L. (2012). (<http://www.grupovaughan.com/vaughan-systems/nuestra-filosofia>)

Vilches, A., & Gil Pérez, D. (2010). El programa PISA: Un instrumento para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación n° 53* , 121-154.

Wagensberg, J. (1993). Sobre la transmisión del conocimiento científico y otras pedagogías. *Substratum. Temas fundamentales en Psicología y Educación* (1(2)), 101-107.

Zuloaga Garcés, O. L., Molina Osorio, A., Velasquez Acevedo, L., & Osorio Vega, D. B. (1993). La pedagogía de John Dewey. *Revista de Educación y Pedagogía* n° 10-11, 20-30.

8. ANEXOS

• Empaquetado Capítulo 1 - Magnitudes físicas y sus unidades

1
MAGNITUDES FÍSICAS

El diagrama clasifica las magnitudes físicas en Escalares y Vectoriales. Las Escalares se caracterizan por necesitar solo un número y una magnitud (ej. Masa, Tiempo). Las Vectoriales se caracterizan por necesitar un número y una magnitud, además de dirección y sentido (ej. Velocidad, Aceleración, Fuerza). Los vectores se representan como flechas.

Se llama **magnitud** a cualquier característica de un cuerpo que se puede medir y expresar como una cantidad.

Las magnitudes físicas se clasifican en escalares y vectoriales.

- **Magnitudes escalares** son aquellas que quedan perfectamente determinadas mediante un número y la correspondiente unidad.
- **Magnitudes vectoriales** son aquellas cuya descripción requiere de un vector y su correspondiente unidad.

También se llaman **magnitudes fundamentales** a las que se toman como base para definir a las demás. Y se llaman **magnitudes derivadas** las que pueden expresarse en función de otras magnitudes.

http://www.youtube.com/watch?v=KupRnig_o&feature=related

2
VECTORES

El diagrama muestra un vector \vec{r} con origen A y extremo B. Se indica que el módulo es la distancia AB, la dirección es la recta que lo contiene y el sentido es la flecha.

Suma de \vec{a} y \vec{b}	Resta de \vec{a} y \vec{b}	Producto de \vec{a} y 3

Un vector \mathbf{v} es un segmento orientado que consta de los siguientes elementos:

- **Módulo o intensidad**, v , que representa la medida del vector y se expresa mediante un valor numérico con su correspondiente unidad.
- **Dirección**, que es la recta sobre la que se apoya el vector.
- **Sentido**, indicado por una flecha entre los dos posibles de la recta.
- **Origen o punto de aplicación**, que es el punto donde comienza el vector.

Con los vectores se pueden realizar ciertas operaciones:

- **Suma de vectores:** Gráficamente se obtiene colocando sobre la flecha del primero el origen del segundo. El vector suma resulta de unir el origen del primero con el extremo del segundo.
- **Resta de vectores:** Equivale a realizar la suma del primero con el opuesto del segundo.
- **Multiplicación de un vector por un número:** Es un vector cuyo módulo resultante es el producto del módulo del vector por el número indicado, conservando la misma dirección y el mismo sentido o su opuesto según el número sea positivo o negativo.

<http://www.youtube.com/watch?v=KXNfpPDCw&feature=related>

3
UNIDADES FÍSICAS

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Se llama **unidad física** a una cantidad arbitraria de una magnitud física que se adopta por convenio para comparar con ella otras cantidades de esa magnitud.

El **Sistema Internacional de unidades (SI)** es el sistema adoptado internacionalmente por los científicos para establecer las magnitudes, las unidades y los símbolos de las magnitudes fundamentales de referencia.

Magnitud	Unidad	Símbolo	Dimensión
Longitud	Metro	m	L
Masa	Kilogramo	kg	M
Tiempo	Segundo	s	T
Corriente eléctrica	Amperio	A	
Temperatura	Kelvin	K	
Cantidad de sustancia	Mol	mol	
Intensidad luminosa	Candela	cd	

Las unidades fundamentales se indican mediante símbolos que indican su **dimensión**.

<http://www.docstoc.com/docs/11949479/EL-SISTEMA-INTERNACIONAL-DE-UNIDADES>

4
MEDIDAS

Alta exactitud, pero baja precisión.

Alta precisión pero baja exactitud.

Medir una magnitud es compararla con la unidad física de referencia de la misma magnitud.

Un **factor de conversión** es una fracción cuyo numerador y denominador corresponden a la misma cantidad pero expresada en diferentes unidades.

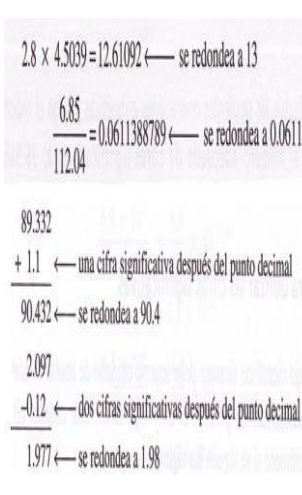
El **orden de magnitud** de una medida es la aproximación del número a la potencia de 10 más cercana.

La **exactitud** representa la coincidencia entre el valor verdadero y el valor medido. Es tanto mayor cuanto más se acerquen los valores medidos al real.

La **precisión** expresa la incertidumbre en el valor medido. Es tanto mayor cuanto más cercanas se encuentren entre sí los valores obtenidos al repetir la medida de una misma cantidad.

<http://www.youtube.com/watch?v=EIIN63ag3ms>

5
CIFRAS SIGNIFICATIVAS



Una medida experimental está formada por las **cifras significativas** que son las cifras exactas o dígitos que se conocen con precisión.

El número de cifras significativas de un **producto** o **división** es igual al del factor con menos cifras significativas.

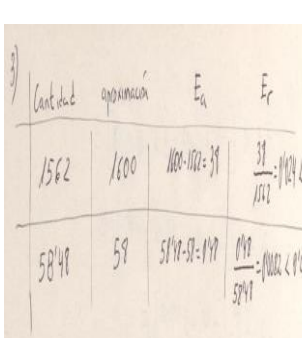
El número de cifras significativas de una **suma** o **resta** no puede tener más dígitos a la derecha de la coma decimal que el del sumando con menor número de decimales.

Para **redondear** un número primero hay que decidir el número de cifras significativas que deseo tener y después aplicar las reglas de redondeo:

- Si el primer dígito no significativo es menor que 5, se elimina y se deja el último dígito significativo.
- Si el primer dígito no significativo es mayor o igual que 5, se elimina y se aumenta en 1 el último dígito significativo.

<http://www.youtube.com/watch?v=205760kx1dU>

6
ERRORES EN LAS MEDIDAS



Los errores cometidos al realizar una medida se pueden clasificar en:

- **Errores sistemáticos:** Son aquellos que se repiten cada vez que se realiza la medida.
- **Errores accidentales/aleatorios/estadísticos:** Son aquellos que resultan de la contribución de numerosos factores que desplazan de forma aleatoria el valor medido por encima o por debajo de su valor real.

El **error absoluto** E_a es la diferencia entre el valor medido (x_i) y el valor real (o más aceptado) de la cantidad medida (x_r).

El **error relativo** E_r es el cociente entre el error absoluto y el valor real (o más aceptado) de la cantidad medida.

El modo de expresar el resultado de una medida repetida n veces es:

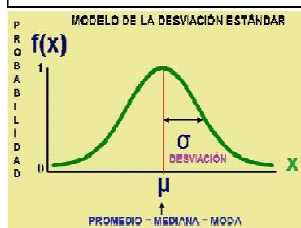
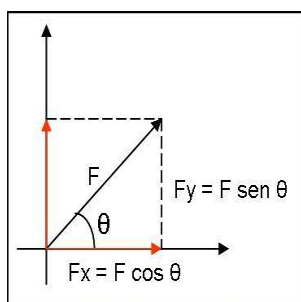
$$x = x_m \pm \Delta x$$

siendo x_m el valor medio de la magnitud medida, y Δx el mayor valor entre la **desviación estándar** y la **resolución del instrumento**.

<http://seniross.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Bloques-C/Quimica/RC-4/RC-6.htm>

7

MISCELANEA



• **Vectores**

Componentes cartesianas de un vector
 $\mathbf{v} = (v_x, v_y, v_z) = \mathbf{v}_x + \mathbf{v}_y + \mathbf{v}_z = v_x \mathbf{i} + v_y \mathbf{j} + v_z \mathbf{k}$

Módulo de un vector en cartesianas

$$v = |\vec{v}| = \sqrt{(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)}$$

• **Medidas**

Valor medio de una medida

$$x_m = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Desviación estándar de una medida

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

http://centros.pntic.mec.es/ies.victoria.berri/Rincon_53/repunto/xyz.htm

- Empaquetado Capítulo 2 - El movimiento y su descripción

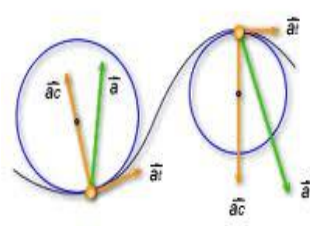
1	MOVIMIENTO Y SISTEMAS DE REFERENCIA
	<p>Un cuerpo se mueve cuando cambia su posición respecto a un punto de observación establecido como el origen de unos ejes de coordenadas cartesianas que se usan como sistema de referencia.</p> <p>Se dice que el movimiento es absoluto si este sistema de referencia se encuentra en reposo y relativo si también está en movimiento.</p> <p>El estado de reposo o movimiento de un cuerpo depende del sistema de referencia utilizado para su observación.</p> <p>Para facilitar el estudio del movimiento se usa el modelo simplificado de punto material o partícula para describir los cuerpos en movimiento considerándolo un punto sin dimensiones donde se concentra toda la masa del cuerpo.</p> <p style="text-align: center;">http://acer.forestales.unir.es/bases/udfisica/signaturas/fisica/cinematica/sabistr.html</p>

2	MAGNITUDES CINEMÁTICAS: POSICIÓN
	<p>La trayectoria es la línea que describe el móvil en su movimiento. Si la trayectoria es recta el movimiento se llama rectilíneo. En los demás caso se llama curvilíneo.</p> <p>La posición (s) <u>sobre la trayectoria</u> es la distancia del móvil a un punto fijo (origen del sistema de referencia). El desplazamiento (Δs) <u>sobre la trayectoria</u> es la diferencia entre la posición final y la posición inicial del móvil.</p> <p>El espacio recorrido (e) es la distancia recorrida, medida sobre la trayectoria. Coincide con el desplazamiento siempre que el móvil no cambie de sentido.</p> <p>El vector de posición r une el origen del sistema de referencia con el punto donde se encuentra el móvil. El vector desplazamiento Δr es la diferencia entre el vector de posición final y el vector de posición inicial:</p> $\Delta r = r_f - r_i$ <p style="text-align: center;">http://www.youtube.com/watch?v=ST7ZsC3jB4</p>

3	MAGNITUDES CINEMÁTICAS: VELOCIDAD
	<p>La velocidad es la magnitud física que relaciona el cambio de posición con el tiempo empleado en producirse.</p> <p>La velocidad media es el cociente entre el espacio recorrido y el tiempo empleado en recorrerlo.</p> $v_m = \frac{e}{\Delta t}$ <p>La velocidad instantánea (o rapidez) es la que tiene el móvil en cada instante.</p> <p>El vector velocidad media es el cociente entre la variación del vector de posición (el vector desplazamiento) y el intervalo de tiempo empleado en efectuarlo.</p> $\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$ <p>El vector velocidad instantánea es el valor al que tiende el vector velocidad media cuando el intervalo de tiempo tiende a 0.</p> $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{v}_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$ <p>La dirección del vector velocidad instantánea es tangente a la trayectoria en el punto donde se encuentra el móvil en ese instante.</p> <p style="color: red; text-align: center;">http://www.cienciaonline.com/2016/03/23/que-es-la-velocidad-instantanea-en-un-cv-16/</p>

4	MAGNITUDES CINEMÁTICAS: ACELERACIÓN
	<p>La aceleración es la magnitud física que relaciona el cambio de velocidad con el tiempo invertido.</p> <p>La aceleración media es el cociente entre el cambio de velocidad y el tiempo empleado en efectuarlo.</p> $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ <p>La aceleración instantánea es la que tiene el móvil en cada instante.</p> <p>El vector aceleración media es el cociente entre la variación del vector velocidad y el intervalo de tiempo empleado en efectuarlo.</p> $\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ <p>El vector aceleración instantánea es el valor al que tiende el vector aceleración media cuando el intervalo de tiempo tiende a 0.</p> $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{a}_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ <p>La dirección del vector aceleración instantánea es indeterminada.</p> <p style="color: red; text-align: center;">http://www.cienciaonline.com/2016/11/30/en-el-cv-16-que-es-la-aceleracion/</p>

5
COMPONENTES INTRÍNSECAS DE LA ACELERACIÓN



La vector aceleración se encarga de modificar el vector velocidad en modulo y/o en dirección. Se denomina **componentes intrínsecas de la aceleración** a la descomposición de la aceleración en una componente tangencial (en la dirección de la velocidad) y otra normal (perpendicular a la trayectoria):

- La **aceleración tangencial** a_t se debe a la variación del módulo de la velocidad. Su dirección es tangente a la trayectoria. Su modulo es:

$$a_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$
- La **aceleración normal (o centrípeta)** a_n se debe a la variación de la dirección de la velocidad. Su dirección es perpendicular a la trayectoria y tiene el sentido hacia el centro de giro del movimiento. Su módulo es:


$$a_n = \frac{v^2}{r}$$


Al valor r se le llama **radio de curvatura** de la trayectoria.

<http://www.youtube.com/watch?v=hllKlueOKZY>

6
CLASIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS

Por la trayectoria

Recto 

Curvilíneo 

Por la velocidad

Constante $V_1=2m/s \quad V_2=2m/s \quad V_3=2m/s$
La velocidad es la misma a lo largo del tiempo

Variado $V_1=2m/s \quad V_2=4m/s \quad V_3=6m/s$
La velocidad varia a lo largo del tiempo

Si $a_n = 0$, se llama **movimiento rectilíneo**.
Además:

- Si $a_t = 0$, se llama **movimiento rectilíneo uniforme (mru)**
- Si $a_t = cte$, se llama **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (mrúa)**
- Si $a_t \neq cte$, se llama **movimiento rectilíneo variado (mrv)**

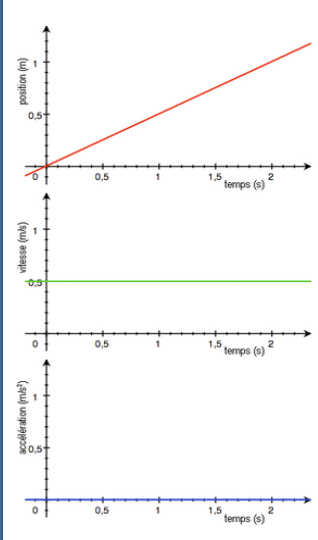
Si $a_n \neq 0$, se llama **movimiento curvilíneo**.
Además:

- Si $a_t = 0$, se llama **movimiento curvilíneo uniforme (mcu)**
- Si $a_t = cte$, se llama **movimiento curvilíneo uniformemente acelerado (mcura)**
- Si $a_t \neq cte$, se llama **movimiento curvilíneo variado (mrv)**

<http://www.ciencia-explicada.com/2011/04/seguro-que-solo-veras-la-mitad-de-la.html>

- Empaquetado Capítulo 3 – Estudio de diversos movimientos

1
MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (mru)



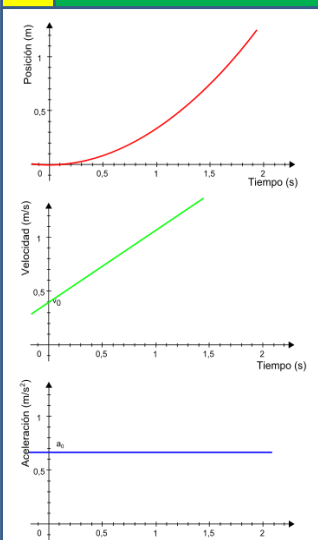
The figure shows three vertically stacked graphs for Uniform Motion (mru). The top graph plots position (m) against time (s), showing a straight red line starting from the origin. The middle graph plots velocity (m/s) against time (s), showing a horizontal green line at a constant value. The bottom graph plots acceleration (m/s²) against time (s), showing a horizontal blue line at zero.

Un móvil realiza un **mru** si recorre espacio iguales en tiempos iguales y su trayectoria es una línea recta; es decir:

- Trayectoria recta
- Velocidad constante
- Ecuación del movimiento:
 $x = x_0 + vt$

http://www.youtube.com/watch?v=2tUffdTvoGA&feature=player_embedded

2
MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO (mrúa)



The figure shows three vertically stacked graphs for Uniformly Accelerated Motion (mrúa). The top graph plots position (m) against time (s), showing a red parabolic curve starting from the origin. The middle graph plots velocity (m/s) against time (s), showing a green straight line starting from a point labeled v₀ on the y-axis. The bottom graph plots acceleration (m/s²) against time (s), showing a horizontal blue line at a constant value labeled a₀.

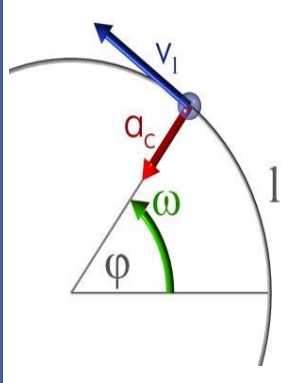
Un móvil realiza un **mrúa** si su velocidad experimenta cambios iguales en tiempos iguales y su trayectoria es una recta; es decir:

- Trayectoria recta
- Velocidad variable
- Aceleración constante
- Ecuaciones del movimiento:
 $v = v_0 + at$
 $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2} at^2$
 $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$

La **caída libre** y los **lanzamientos verticales** de cuerpos son ejemplos de mrúa con una aceleración de $a = g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

<http://www.youtube.com/watch?v=x9U6Q9s3U3w>

3
MOVIMIENTOS CIRCULARES



Los movimientos circulares tienen por trayectoria una circunferencia y:

- El módulo del vector de posición r es en todo momento igual al radio R de la circunferencia.
- El vector velocidad v es siempre perpendicular al vector de posición r .
- El espacio recorrido por el móvil es un arco de circunferencia $e = \Delta s$ que describe un ángulo $\Delta\phi$
- Tienen una aceleración intrínseca normal o centrípeta de valor constante igual a:

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

La **velocidad angular media** ω_m es el ángulo girado por el vector de posición en la unidad de tiempo.

$$\omega_m = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

La **aceleración angular media** α_m es la variación de la velocidad angular por unidad de tiempo.

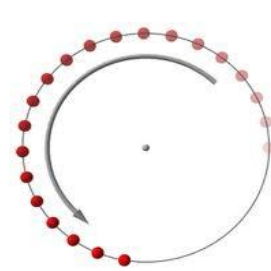
$$\alpha_m = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

La relación entre las magnitudes lineales y las angulares son las siguientes:

$$\Delta s = R\Delta\phi \qquad v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{R\Delta\phi}{\Delta t} = R\Delta\omega \qquad a_n = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{R\Delta\omega}{\Delta t} = R\alpha$$

<http://www.youtube.com/watch?v=uKqWlzaW3A>

4
MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME (mcu)



Un móvil realiza un **mcu** si recorre ángulos iguales en tiempos iguales y su trayectoria es circular; es decir:

- Trayectoria circular
- Velocidad angular constante
- Ecuación del movimiento:

$$\phi = \phi_0 + \omega t$$

Los movimientos circulares suelen usar las siguientes magnitudes complementarias:

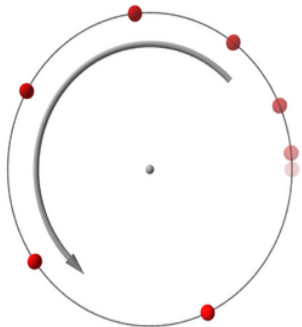
- El **periodo (T)** de un mcu es el tiempo que tarda el móvil en realizar una vuelta completa (2π radianes).

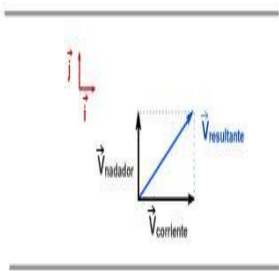
$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

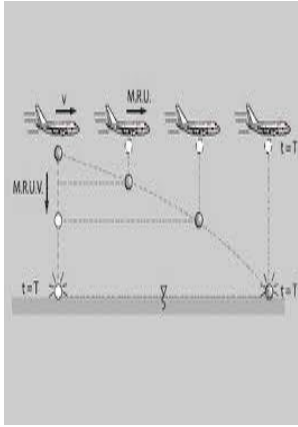
- La **frecuencia (f)** de un mcu es el número de vueltas que da el móvil cada segundo. Su unidad se llama Hertz (**Hz**) equivale a s^{-1} .

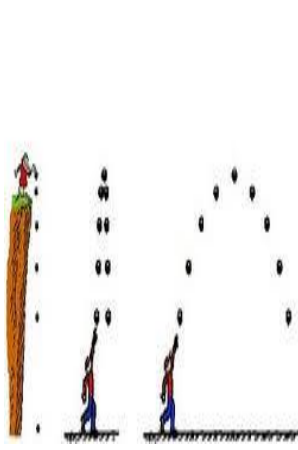
$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

<http://www.youtube.com/watch?v=uKqWlzaW3A>

5	MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORMEMENTE ACELERADO (mCua)
	<p>Un móvil realiza un mcua si su velocidad angular experimenta cambios iguales en tiempos iguales y su trayectoria es circular; es decir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trayectoria circular • Velocidad angular variable • Aceleración angular constante • Ecuaciones del movimiento: $\omega = \omega_0 + \alpha t$ $\phi = \phi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$ $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\phi - \phi_0)$
http://www.youtube.com/watch?v=pafl-uj&mi&foot=related	

6	PRINCIPIOS DE LA COMPOSICIÓN DE MOVIMIENTOS
	<p>Principio de superposición</p> <p>Si un objeto está sometido al mismo tiempo a dos o más movimientos, sus magnitudes cinemáticas, r, v y a se obtienen sumando vectorialmente las magnitudes cinemáticas r_i, v_i y a_i de los distintos movimientos:</p> $\mathbf{r} = \mathbf{r}_1 + \mathbf{r}_2 + \mathbf{r}_3 + \dots$ $\mathbf{v} = \mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2 + \mathbf{v}_3 + \dots$ $\mathbf{a} = \mathbf{a}_1 + \mathbf{a}_2 + \mathbf{a}_3 + \dots$ <p>Principio de independencia</p> <p>Si un móvil está sujeto a dos movimientos, el cambio en su posición es independiente de que los movimientos actúen simultáneamente o sucesivamente.</p>
http://www.youtube.com/watch?v=kWFR2AoGRDo&feature=related	

7	COMPOSICIÓN DE MOVIMIENTOS
	<p>Movimientos en la misma dirección</p> <ul style="list-style-type: none"> • La composición de dos mru en la misma dirección es otro mru en la misma dirección. • La composición de dos mrua en la misma dirección es otro mrua en la misma dirección (salvo que tengan aceleraciones iguales y de sentido contrario). • La composición de un mru y un mrua en la misma dirección es otro mrua en la misma dirección. <p>Movimientos perpendiculares</p> <ul style="list-style-type: none"> • La composición de dos mru perpendiculares es otro mru de trayectoria rectilínea de distinta dirección en el plano. • La composición de un mru y un mrua perpendiculares es un movimiento de trayectoria parabólica en el plano.
http://www.ciencia-explicada.com/2011/02/video-del-experimento-del-mono-y-la-lana/	

8	TIPOS DE LANZAMIENTOS
	<p>Caída libre es un caso particular de mrua en la que un cuerpo a una altura determinada se deja caer con una aceleración g.</p> <p>Lanzamiento vertical es un caso particular de mrua en la que un cuerpo se lanza hacia arriba o abajo con una determinada velocidad inicial v_0 distinta de 0.</p> <p>Lanzamiento horizontal es un caso particular de composición de un movimientos perpendiculares formado por un mru horizontal y un mrua vertical de caída libre.</p> <p>Lanzamiento oblicuo es el lanzamiento de un cuerpo animado de una velocidad inicial v_0 cuya dirección de lanzamiento forma un ángulo α con la horizontal. Es decir, un caso particular de composición de movimientos perpendiculares formado por un mru horizontal y un mrua vertical de lanzamiento vertical.</p>
http://www.youtube.com/watch?v=0N2MtsayATA&feature=related	

9
ECUACIONES DEL LANZAMIENTO OBLICUO

Ecuaciones:

$$v_x = v_{x0} = v_0 \cos \alpha \quad x = v_0 \cos \alpha t$$

$$v_y = v_{y0} - gt = v_0 \sin \alpha - gt \quad y = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} gt^2$$

Trayectoria:

$$y = tg \alpha x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

Altura máxima es aquel punto de altura máxima en que el móvil deja de subir para empezar a bajar y se da cuando $v_y = 0$.

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Alcance es la distancia desde el punto de lanzamiento y el punto en el que el cuerpo alcanza el suelo en su misma horizontal y se da cuando $y = 0$.

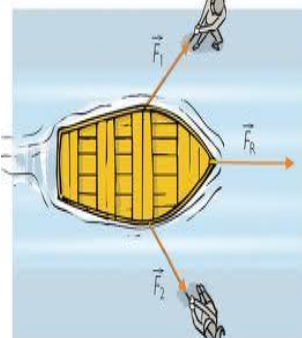
$$x_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

El alcance máximo posible se consigue para $\alpha = 45^\circ$. Para el resto de los ángulos hay dos ángulos que tienen siempre el mismo alcance: el **lanzamiento por elevación** con ángulo α mayor de 45° y el **lanzamiento rasante** con ángulo $(90-\alpha)$ menor de 45° .

<http://www.youtube.com/watch?v=gNPzSkC2dZU>

- Empaquetado Capítulo 4 – Las fuerzas y los principios de la Dinámica

1
LAS FUERZAS Y SU MEDIDA



Las **fuerzas** son la causa de los cambios de forma y la modificación del estado de movimiento de los cuerpos. Los cuerpos se clasifican en **elásticos** o **plásticos** cuando al ser deformados por una fuerza, tras cesar esta, recuperan o no su forma inicial.

Para *medir* las fuerzas se suele usar el alargamiento producido sobre un muelle elástico al aplicar estas (**Ley de Hooke**). La unidad de medida en el SI se llama **newton (N)**. Las fuerzas son magnitudes físicas **vectoriales**.

Componentes cartesianas de una fuerza

$$\vec{F} = F_x + F_y = F_x \vec{i} + F_y \vec{j}$$

$$|\vec{F}| = F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_y}{F_x}$$

$$F_x = |\vec{F}| \cos \alpha \quad F_y = |\vec{F}| \operatorname{sen} \alpha$$

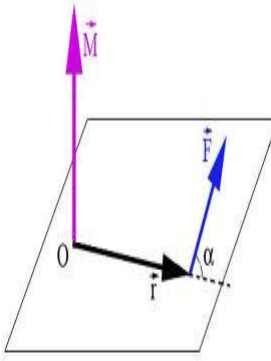
Composición de fuerzas

Cuando sobre un cuerpo actúan a la vez varias fuerzas F_i aplicadas en el mismo punto, el efecto de todas ellas es equivalente al de una sola llamada fuerza resultante **R** que se obtiene como la suma vectorial de las anteriores.

$$\vec{R} = \sum_1^n \vec{F}_i$$

Tema CTSA

2
MOMENTO DE UNA FUERZA



Cuando sobre un cuerpo se aplica una fuerza cuya dirección no incluye al centro de gravedad del cuerpo, se produce un efecto sobre el cuerpo, su **giro**.

Este efecto se describe utilizando el **momento M de una fuerza F respecto a un punto P** (normalmente, el eje de giro) que es un vector con las siguientes características:

$$M = |\mathbf{M}| = rF \operatorname{sen} \alpha$$

Donde **r** es el vector de posición de la fuerza **F** respecto al punto **P**

α es el ángulo mas corto formado entre el vector de posición **r** y el vector fuerza **F**

El vector **M** es perpendicular al plano formado por los vectores **r** y **F**.

El sentido antihorario del ángulo α indica el sentido positivo del momento.

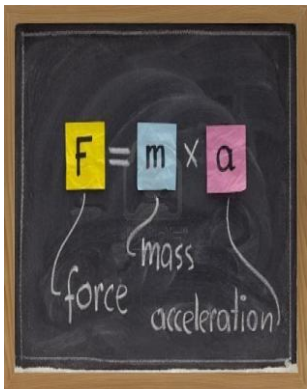
Un **par de fuerzas** está formado por dos fuerzas paralelas, iguales y de sentido contrario, separadas una distancia **d**. Sus efectos son una fuerza resultante nula y un giro o rotación que tiene como módulo del vector momento del par el valor:

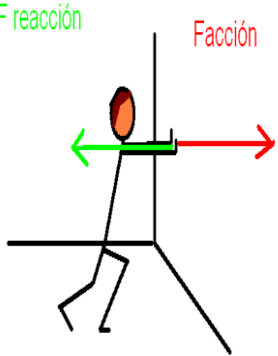
$$M_{\text{par}} = d F \operatorname{sen} \alpha$$

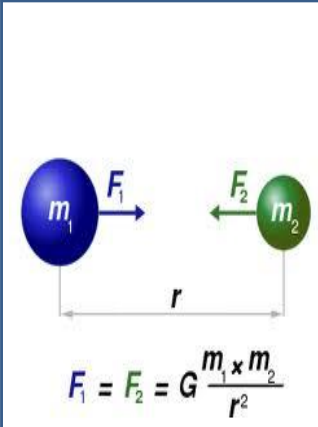
Tema CTSA


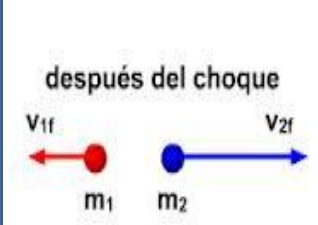
3	EL EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS
	<p>Un cuerpo está en reposo cuando su velocidad es 0 y un cuerpo se encuentra en equilibrio cuando su aceleración es 0.</p> <p>Condiciones para considerar que un cuerpo se encuentra en equilibrio:</p> <p>1ª Condición de equilibrio: La suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo debe ser nula. (El cuerpo no cambia su velocidad).</p> <p>2ª Condición de equilibrio: La suma de los momentos de las fuerzas respecto a cualquier punto del cuerpo debe ser nula. (El cuerpo no gira).</p> <p>Se dice que un cuerpo se halla en equilibrio estable si tras aplicarle momentáneamente una perturbación que lo saca del equilibrio, vuelve inmediatamente a recuperar su estado inicial de equilibrio al cesar esa perturbación.</p>
Tema CTSA	

4	PRIMER PRINCIPIO DE LA DINÁMICA
	<p>Se llama inercia a la tendencia de los cuerpos a mantener su estado de movimiento (su velocidad). Se trata de una <i>propiedad inherente a la materia</i> y por tanto la poseen todos los cuerpos por el simple hecho de tener masa.</p> <p>Primer Principio de la dinámica o Principio de Inercia Si la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo es nula, el cuerpo o bien está en reposo o bien tiene un movimiento rectilíneo uniforme.</p> <p style="text-align: center;">$F = 0 \rightarrow a = 0$, luego $v = cte$</p> <p>Se llama momento lineal o cantidad de movimiento, p, al producto de la masa de un cuerpo por su velocidad.</p> <p style="text-align: center;">$p = mv$</p>
http://eimeo.com/23454059	

5	SEGUNDO PRINCIPIO DE LA DINAMICA
	<p>Segundo Principio de la Dinámica o Ecuación fundamental de la Dinámica</p> <p>Existe una relación constante entre las fuerzas aplicadas a un cuerpo y las aceleraciones producidas en el mismo (la <i>masa inercial</i> de un cuerpo).</p> $\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \dots = \frac{F_n}{a_n} = m \Rightarrow \vec{F} = m\vec{a}$ <p>siendo F la fuerza resultante de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.</p> <p>Reformulación del segundo principio</p> <p>La fuerza neta resultante que actúa sobre un cuerpo durante un cierto tiempo produce una variación de su momento lineal.</p> $F = m\vec{a} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$ <p>Se llama impulso lineal I de una fuerza al producto de dicha fuerza por el tiempo que está actuando sobre un cuerpo:</p> $I = F\Delta t$ <p>Así pues, el impulso lineal de una fuerza ejercida sobre un cuerpo se emplea en variar su momento lineal.</p> $I = \Delta\vec{p}$
Tema CTSA	

6	TERCER PRINCIPIO DE LA DINAMICA
	<p>Tercer Principio de Inercia o Principio de acción y reacción</p> <p>Si un cuerpo ejerce una fuerza de acción sobre un segundo, éste ejercerá a su vez otra fuerza de reacción igual y de sentido contrario sobre el primero.</p> <p>Estas fuerzas de acción y reacción no se anulan entre sí porque actúan sobre cuerpo diferentes. Así aunque sus valores como fuerzas son idénticos sus efectos dinámicos serán diferentes dependiendo de la masa de los cuerpos.</p>
http://www.cienciaonline.com/2007/03/23/accion-reaccion-%C2%BEse-entiende/	

7	LA INTERACCIÓN GRAVITATORIA
	<p>Ley de la Gravitación Universal Dos cuerpos de masas m y M separados una distancia r se atraen con una fuerza que es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas.</p> $F_g = G \frac{mM}{r^2}$ <p>Esta fuerza es siempre atractiva en la dirección que une sus centros de gravedad. A la pequeña constante $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$ se le llama constante de gravitación universal.</p> <p>La aplicación de la ley de gravitación universal a un cuerpo de masa m sobre la Tierra de masa M nos permite llamar peso a la fuerza gravitatoria que la Tierra ejerce sobre el cuerpo de masa.</p> <p>Aplicando el 2º Principio a un cuerpo m situado sobre la superficie de la Tierra este tendrá una aceleración de la gravedad $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$ hacia el centro de la Tierra.</p> $\vec{P} = m\vec{g} = m\left(\frac{Mg}{R^2}\right)$
http://www.cineciencia.com/2012/04/18/Intuyendo-formulas-en-fisica-la-ley-de-gravitacion/	

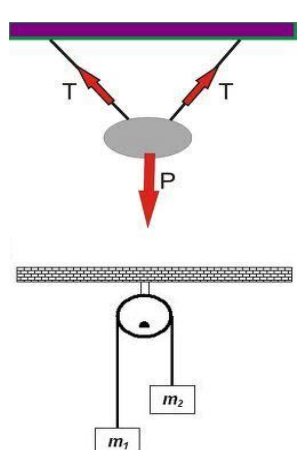
8	CONSERVACIÓN DEL MOMENTO LINEAL
<p>antes del choque</p>  <p>después del choque</p> 	<p>Teorema de conservación del momento lineal Cuando sobre un sistema no actúa ninguna fuerza exterior, el momento lineal de este se mantiene constante.</p> $\Sigma F = 0 \rightarrow p = cte$ <p>Los choques en donde dos partículas interactúan intensamente debido a fuerzas <i>internas</i> durante un corto periodo de tiempo son un ejemplo de cumplimiento del teorema indicado (p será constante antes y después del choque).</p> <p>Pero si tras el choque las partículas permanecen juntas se le llamará choque elástico y si permanecen juntas choque inelástico.</p> <p>En los choques siempre se conserva el momento lineal:</p> <p>Elástico $m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$ Inelástico $m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2)v_f$</p> <p>pero sólo en el choque elástico se conservará la energía cinética, mientras que en el inelástico habrá una pérdida de energía cinética en forma de calor.</p> <p>Elástico $\frac{1}{2}m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2}m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2 v_{2f}^2$ Inelástico $\frac{1}{2}m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_f^2 + \text{calor}$</p>
Tema CTSA	

• Empaquetado Capítulo 5 – Dinámica práctica

1	TIPOS DE FUERZAS
	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza peso (P) es la fuerza con la que un cuerpo atrae al otro debida a efectos gravitatorios. • Fuerza de contacto entre dos cuerpos, son las fuerzas de acción y reacción que ejercen cada uno de ellos sobre el otro. • Fuerza normal (N) es la fuerza que ejerce una superficie sobre un cuerpo que está apoyado en ella y siempre es perpendicular a la superficie de contacto. • Fuerza de rozamiento (FR) es la fuerza de contacto entre un cuerpo y una superficie que se opone al movimiento. Siempre es contraria a la velocidad, dependiendo del tipo de superficie y de la fuerza normal, pero es independiente del área de contacto. • Fuerza centripeta es la <i>resultante</i> de todas las fuerzas en la dirección radial y está dirigida hacia el centro de la trayectoria. • Fuerzas elásticas son las producidas sobre debido a las propiedades elásticas de muelles, gomas, etc. • Las tensiones son fuerzas que se producen en los extremos de una cuerda ligera, que son iguales y se mueven con un movimiento solidario (igual velocidad y aceleración que los cuerpos que arrastran).
Tema CTSA	

2	FUERZA DE ROZAMIENTO
	<p>Las fuerzas de rozamiento son aquellas que se oponen al movimiento y que se manifiestan en la superficie de contacto de dos cuerpos cuando uno de ellos se mueve o tiende a moverse sobre el otro.</p> <p>En función del tipo de contacto se distinguen tres tipos de rozamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rozamiento viscoso, cuando el cuerpo se mueve a través del aire o de un líquido. • Rozamiento por rodadura, cuando el cuerpo rueda sobre el otro • Rozamiento por deslizamiento, cuando el cuerpo se desliza sobre otro. <p>Existen dos tipos de fuerza de rozamiento por deslizamiento que son independientes del área de contacto y proporcionales a la fuerza normal al plano:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza de rozamiento estático, FR_s, que actúa sobre los cuerpos en reposo y cuyo valor varía entre 0 y el valor máximo FR_{s max} $0 < FR_s = \mu_s N \leq FR_{smax} = \mu_s N_{max}$ <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza de rozamiento cinético, FR_k, que actúa sobre los cuerpos en movimiento, es de valor constante y su valor es menor que FR_{s max} $FR_k = \mu_k N < FR_{smax}$
https://www.youtube.com/watch?v=emHIAZ10mAc&feature=player_embedded	

3	FUERZA CENTRÍPETA Y FUERZA ELÁSTICA
 <p style="text-align: center;">fuerza centripeta</p>	<ul style="list-style-type: none"> •La fuerza centripeta no es una fuerza real sino la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en la dirección radial y está dirigida hacia el centro de la trayectoria. La aceleración centripeta, radial o normal tiene el valor de: $a_n = \frac{v^2}{R}$ •La fuerza elástica está basada en la Ley de Hooke que dice: La fuerza recuperadora de un muelle deformado, cuya longitud natural L_i ha experimentado un aumento o disminución de longitud L_f, es proporcional y de sentido contrario a dicha deformación: $F_x = -k (L_f - L_i) = -k x$ siendo k la llamada constante de recuperación del muelle. <p>Es una fuerza variable que depende del alargamiento o compresión del muelle; es decir de la posición x del cuerpo.</p> <p>El movimiento producido en un cuerpo por acción de fuerzas elásticas se denomina movimiento vibratorio armónico simple y al sistema muelle-cuerpo se le llama oscilador armónico.</p>
Tema CTSA	

4	TENSIONES
	<p>Los <u>cuerpos unidos por cuerdas</u> tienen un movimiento solidario; es decir, que se mueven con la misma velocidad y aceleración y recorren el mismo espacio.</p> <p>Las tensiones son las fuerzas que aparecen en los extremos de la cuerda ligera y se pueden considerar iguales.</p> <p>La máquina de Atwood es un ejemplo de cuerpos unidos por cuerdas en el que dos cuerpos de masa desiguales m y M están enlazados mediante una cuerda ligera que pasa por la garganta de una polea de masa despreciable y sin rozamiento.</p>
Tema CTSA	

• Empaquetado Capítulo 6 – Energía mecánica y trabajo

1
ENERGÍA Y SUS CARACTERÍSTICAS

```

graph TD
    A[ENERGÍA] -- Es --> B[La capacidad para realizar un trabajo o transferir calor]
    B -- La cual puede ser --> C[POTENCIAL]
    B -- La cual puede ser --> D[CINÉTICA]
    C --> E[Energía que posee una sustancia gracias a su posición en el espacio o su composición química.]
    D --> F[Energía que posee una sustancia gracias a su movimiento en el espacio.]
    E -- Y se manifiesta en forma de --> G[Energía Mecánica]
    E -- Y se manifiesta en forma de --> H[Energía calórica]
    E -- Y se manifiesta en forma de --> I[Energía eléctrica]
    E -- Y se manifiesta en forma de --> J[Energía química]
    F -- Y se manifiesta en forma de --> G
    F -- Y se manifiesta en forma de --> H
    F -- Y se manifiesta en forma de --> I
    F -- Y se manifiesta en forma de --> J
        
```

La **energía** es una **propiedad de los sistemas físicos** que les permite experimentar o producir cambios en su entorno.

La energía se presenta en diversas formas (química, eléctrica, luminosa, térmica, ...) y durante los procesos se transforman de unas formas a otras.

Sin embargo, en los procesos o transformaciones energéticas:

- La **energía total se conserva** antes y después de cada transformación.
- La **energía se degrada** conduciendo a formas de energía menos útiles como la energía térmica.

La **energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma** pasando de formas más útiles a menos útiles. La energía se conserva, pero se degrada.

<http://www.cienciaonline.com/2007/06/23/%C3%9BFque-es-la-energia/>

2
EL TRABAJO

Cuando una fuerza **F** constante que actúa sobre un cuerpo lo desplaza un distancia **Δr**, se dice que el **trabajo** realizado sobre el cuerpo por la fuerza es el siguiente producto:

$$W = F \Delta r \cos \alpha$$

siendo α el ángulo formado entre el vector desplazamiento Δr y el vector Fuerza **F**.

- Si α está entre 0 y 90 el trabajo es positivo, **trabajo motor**, la fuerza se usa para incrementar la energía del cuerpo que recibe la fuerza.
- Si α es mayor de 90 el trabajo es negativo, **trabajo resistente**, la fuerza se usa para disminuir la energía del cuerpo.

El trabajo es una magnitud escalar y su unidad en el SI es el **julio (J)**.

Una forma de transferir energía de un sistema a otro es realizando un trabajo; es decir, ejerciendo una fuerza sobre él a lo largo de un recorrido.

El trabajo **no es una forma de energía**, sino un método para transferir energía entre sistemas y su valor numérico es una medida de la energía que se transfiere.

Tema CTSA

3
ENERGÍA MECÁNICA

La piedra en lo alto de la pendiente tiene una mayor energía potencial.

Hay que aportar energía para hacer rodar la piedra hacia arriba.

La piedra libera su energía cuando desciende a un nivel inferior.

Se denomina **energía mecánica** a la energía que tiene un cuerpo debido a su posición y a su velocidad. Puede ser de dos tipos:

- La **energía cinética** es la energía mecánica asociada al movimiento (velocidad). Aumenta con su masa y su velocidad.
 $E_c = 1/2mv^2$
- La **energía potencial** es la energía asociada a la posición de un cuerpo. Pueden ser de varios tipos como:
 - Energía potencial gravitatoria** de los cuerpos situados a una altura sobre la Tierra. Aumenta con la masa y la altura de un cuerpo.
 $E_p = mgh$
 - Energía potencial elástica** de los materiales elásticos al estar estirados o comprimidos.
 $E_p = 1/2kx^2$

Existen otros tipos de energía potenciales no-mecánicas como la **energía potencial eléctrica** o la **energía potencial química** de los cuerpos.

Tema CTSA

4
CONSERVACION DE LA ENERGÍA MECÁNICA

Energía potencial

Energía potencial

Energía cinética

Se denomina **energía mecánica** de un cuerpo a la suma de su energía cinética y su energía potencial:

$$E_m = E_c + E_p$$

$$E_c = 1/2mv^2$$

$$E_p = mgh$$

En ausencia de rozamiento, la energía mecánica de un sistema **se conserva** en las transformaciones energéticas.

Teorema de la energía cinética
El trabajo realizado por la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo se emplea en variar la energía cinética de dicho cuerpo.
 $W = \Delta E_c$

El trabajo realizado por la **fuerza gravitatoria** (peso) o la **fuerza elástica** sobre un cuerpo coincide con la variación de su energía potencial cambiada de signo.
 $W_{\text{fuerza conservativas}} = -\Delta E_p$

Si el trabajo realizado por una fuerza para desplazar un cuerpo desde la posición A hasta la posición B depende exclusivamente de sus posiciones iniciales y finales, y no de la trayectoria seguida, a estas fuerzas se las llama **fuerzas conservativas** y están asociadas a una energía potencial.

Tema CTSA

5	POTENCIA
$P = W/t$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-left: 10px;"> <p>P=potencia (w)</p> <p>W=trabajo (J)</p> <p>t=tiempo (s)</p> </div> </div>	<p>Se denomina potencia media como el trabajo realizado por unidad de tiempo:</p> $P_m = \frac{W}{\Delta t}$ <p>La potencia instantánea se obtiene considerando un intervalo de tiempo muy pequeño ($t \rightarrow 0$), y es igual al producto de la fuerza aplicada por la velocidad:</p> $P = Fv$ <p>Es una magnitud escalar y su unidad en el SI es el vatio (W). Otra unidad de potencia muy usada es el caballo de vapor (CV) que equivale a:</p> $1 \text{ CV} = 735 \text{ W}$ <p>NOTA: El kilovatio-hora (kWh) es una unidad de energía o trabajo y no de potencia, y su equivalencia es</p> $1 \text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$
Tema CTSA	

6	DISIPACION DE LA ENERGÍA MECÁNICA
	<p>Cuando existen fuerzas de rozamiento la energía mecánica no se conserva pues se oponen siempre al movimiento y producen, por tanto, un trabajo negativo que da lugar a una pérdida de energía mecánica en forma de calor.</p> <p>Principio de conservación y transformación de la energía</p> <p>En un proceso de transferencia de energía mecánica entre cuerpos, la energía mecánica inicial es la suma de la energía mecánica final y la energía disipada por el trabajo de las fuerzas de rozamiento.</p> $Em_i = Em_f + W_{FR}$ <p>Luego:</p> $\Delta Em = W_{FR}$
Tema CTSA	

• Empaquetado Capítulo 7 – Energía térmica y calor

1 **TEMPERATURA. ENERGÍA TÉRMICA**

Al poner en contacto dos cuerpos a distinta temperatura, el cuerpo caliente se enfría y el frío se calienta hasta que se igualan las temperaturas alcanzándose el **equilibrio térmico**.

La **temperatura** es la propiedad común a los cuerpos que se encuentran en equilibrio térmico.
 El **termómetro** se utiliza para medir temperaturas y según los valores dados a unos puntos fijos de referencia (temperatura de fusión 0º C y de ebullición del agua 100º C) se obtienen las diferentes escalas termométricas. La unidad de temperatura en el SI es el **kelvin (K)**.

Escala Fahrenheit $T(^{\circ}C) = 100/180(T(^{\circ}F) - 32)$
Escala Kelvin o absoluta $T(K) = T(^{\circ}C) + 273.15$

Se denomina **energía térmica** a la energía del movimiento térmico de las partículas que constituyen la materia.

La **temperatura** de un sistema material es proporcional a la energía cinética media de traslación de sus partículas.
 $E_{c,m} = 3/2 k T$
 Siendo $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ Jmolécula}^{-1}\text{K}^{-1}$ la llamada **constante de Boltzmann**, y T la temperatura en kelvin.

<http://www.youtube.com/watch?v=vL6jQsagctQ&feature=related>

2 **EL CALOR.**

El **calor** no es una forma de energía sino un método de transferir energía térmica de un cuerpo a otro cuando ambos tienen distintas temperaturas.

Se denominó **caloría** a la cantidad de calor(energía) que hay que suministrar a 1 g de agua para elevar su temperatura 1º C.

El **experimento de Joule** midió el llamado **equivalente mecánico del calor** que es:
 $1 \text{ caloría} = 4.18 \text{ julios}$

Cuando un gas se expande por un aumento de su temperatura, el **trabajo de expansión del gas a presión constante** es el producto de su presión por el aumento de volumen:

$$W = P \Delta V$$

<http://www.cienciaplanos.com/2012/05/17/midiendo-el-equivalente-de-calor/>

3	CALORIMETRIA
	<p>Se denomina energía interna, U, de un cuerpo a la suma de la energía cinética y potencial de todas sus partículas, siendo la energía térmica una parte de la energía interna.</p> <p>No es posible calcular la energía interna total de un cuerpo, pero sí la variación de esta energía interna ΔU al poner dicho cuerpo en contacto con otro a distinta temperatura.</p> <ul style="list-style-type: none"> Experimentalmente se comprueba que, si no se realiza ningún trabajo, la cantidad de energía transferida mediante calor Q para que un cuerpo incremente su temperatura T_i a una temperatura T_f será: $\Delta U = Q = C (T_f - T_i)$ La capacidad calorífica del cuerpo, C, depende de la masa del cuerpo y de su naturaleza, y puede ponerse en función del calor específico del cuerpo, c_e que ya es independiente de su masa: $C = m c_e$ La condición de equilibrio térmico de dos cuerpos a diferente temperatura T_1 y T_2 se consigue a la temperatura de equilibrio T_e cuando la energía cedida por uno es igual a la recibida por el otro en forma de calor: $Q_1 = m_1 c_{e1} (T_e - T_1) = - Q_2 = - m_2 c_{e2} (T_e - T_2)$
http://www.youtube.com/watch?v=5E6a00aYsQQ&feature=related	

4	MECANISMOS DE PROPAGACIÓN DE LA ENERGÍA TÉRMICA
	<p>Los cuerpos intercambian energía térmica mediante los siguientes mecanismos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Conducción: Ocurre cuando se ponen en contacto dos cuerpos que se encuentran a diferente temperatura. Transmitiéndose ésta mediante el choques de sus partículas materiales en contacto. Existen buenos y malos conductores térmicos en función de su coeficiente de conductividad térmico. Convección: Ocurre cuando tiene lugar un transporte de materia desde las zonas de temperatura alta a las de temperatura baja y ocurre sólo en líquidos y gases. El aire caliente por su mayor agitación térmica es menos denso y asciende, mientras el aire frío al ser más denso desciende, formando las corrientes de convección. Radiación: Ocurre cuando la propagación de energía se lleva a cabo por medio de ondas electromagnéticas al alcanzar a los cuerpos. En general, cualquier cuerpo por el hecho de tener una temperatura radia energía.
http://www.youtube.com/watch?v=shQbKY1o6U	

5
LOS EFECTOS DEL CALOR

La energía transferida mediante calor produce dilataciones y/o cambios de estado en los cuerpos.

- **El calor dilata los cuerpos.** Se definen una serie de **coeficientes de dilatación**: **lineal** si afecta a la longitud de los cuerpos, **superficial** si afecta al área y **cúbico** si afecta al volumen de los cuerpos al cambiar la temperatura ΔT .
 - Para los sólidos $L = L_i (1 + \lambda \Delta T)$
 - $S = S_i (1 + \sigma \Delta T)$, donde $\sigma = 2\lambda$
 - $V = V_i (1 + \gamma \Delta T)$, donde $\gamma = 3\lambda$
- Para todos los gases (a presión constante) esta constante y siempre vale lo mismo: $\gamma = 1/273,16 \text{ K}^{-1}$

• **El calor puede producir cambios de estado en los cuerpos.** El estado físico de un cuerpo depende de la presión P y de la temperatura T del cuerpo.

- A presión constante, cada cuerpo cambia de estado a una temperatura determinada, llamada **temperatura de cambio de estado** (fusión, vaporización, licuefacción y solidificación)
- **Mientras se está produciendo el cambio de estado, la temperatura del cuerpo permanece constante.**
- Durante el cambio de estado, el cuerpo absorbe energía si es un cambio progresivo (fusión o vaporización) o cede energía si es un cambio regresivo (licuefacción o solidificación).

Se denomina **calor latente de cambio de estado**, L, a la energía necesaria para cambiar de estado 1 kg de una sustancia. La energía intercambiada en el cambio de estado de un cuerpo de masa m será pues :

$$Q = m L$$

<http://www.youtube.com/watch?v=9xxN0raUa8I&feature=related>

6
PRINCIPIOS DE LA TERMODINÁMICA

A un sistema se le puede transferir energía realizando un trabajo sobre él y/o poniéndolo en contacto con otro sistema a distinta temperatura.

Primer Principio de la Termodinámica
Los intercambios de energía que un sistema realiza con su entorno (mediante calor y/o trabajo) producen variaciones de su energía interna.

$$\Delta U = W + Q$$

Los procesos naturales transcurren en un único sentido, son **procesos irreversibles**.
Se llama **máquina térmica** a un dispositivo que realiza un trabajo tomando una energía Q_1 de un foco caliente a temperatura T_1 y cediendo una energía Q_2 a un foco frío de temperatura $T_2 < T_1$.

$$W = Q_1 - Q_2$$

Se denomina **rendimiento** de una máquina térmica al cociente entre el trabajo que proporciona a partir de la energía recibida del foco caliente.

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Segundo Principio de la Termodinámica
No se puede construir una máquina térmica que tomando energía de un foco caliente lo convierta íntegramente en trabajo.

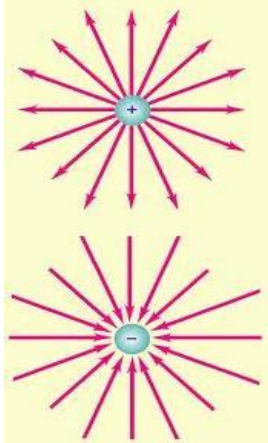
<http://www.cienciaslms.com/2007/07/27/la-necesidad-de-los-principios-de-la-termodinamica/>

• Empaquetado Capítulo 8 – Electrostática

1	NATURALEZA ELÉCTRICA DE LA MATERIA. LA CARGA ELÉCTRICA
	<p>La materia está compuesta por átomos neutros constituidos por un núcleo pesado que tiene protones de carga positiva y una corteza exterior ligera formada por electrones de carga negativa.</p> <p>La carga del protón y del electrón son iguales, aunque de signos contrarios.</p> <p>Cuando un cuerpo gana electrones tiene un exceso de carga negativa diciéndose que está cargado negativamente. Pero si el cuerpo pierde electrones, se dice que está cargado positivamente.</p> <p>La transferencia de carga se realiza por medio de electrones. Así cualquier carga eléctrica positiva o negativa que adquiere un cuerpo es siempre un múltiplo de la carga del electrón. La carga eléctrica está cuantizada.</p> <p>En el SI la unidad de carga es el culombio © y su equivalencia con la carga del electrón es:</p> $1 e = - 1.69 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ <p>Principio de Conservación de la carga La carga eléctrica de un sistema aislado permanece constante: la suma de las cargas positivas y negativas no varía.</p>
Tema CTSA	

2	LA INTERACCIÓN ELÉCTRICA: LEY DE COULOMB
	<p>Ley de Coulomb La fuerza de atracción o repulsión que se ejercen mutuamente dos cargas eléctricas puntuales q y q' es directamente proporcional al valor de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia r que las separa.</p> $F = K \frac{qq'}{r^2}$ <p>La fuerza eléctrica tiene la dirección de la recta que une las cargas pero será de repulsión si las cargas son del mismo signo y de atracción si son de signo diferente.</p> <p>La constante K dependen del medio material donde se encuentren las cargas y puede ponerse en función de otras constantes llamadas constante dieléctrica o permitividad del medio:</p> $K = \frac{1}{4\pi\epsilon}$ <p>El valor de K en el vacío K₀ y de la constante dieléctrica del vacío ε₀ son:</p> $K_0 = 9.0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \quad \epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ <p>En función de la constante dieléctrica del vacío se define la constante dieléctrica relativa como:</p> $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$
Tema CTSA	

3
EL CAMPO ELÉCTRICO



Las cargas eléctricas modifican el espacio que las rodea creando un campo de fuerzas denominado **campo eléctrico**. Así las cargas no interactúan directamente sino que lo hacen por medio de un campo eléctrico.

Si se sitúa una carga eléctrica q en un punto de un campo eléctrico, se comprueba experimentalmente que la fuerza *ejercida por el campo* sobre la carga es proporcional al valor de su carga q .

Se denomina vector **intensidad del campo eléctrico**, E , en un punto a la fuerza eléctrica que se ejercería por unidad de carga eléctrica *positiva* situada en ese punto.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

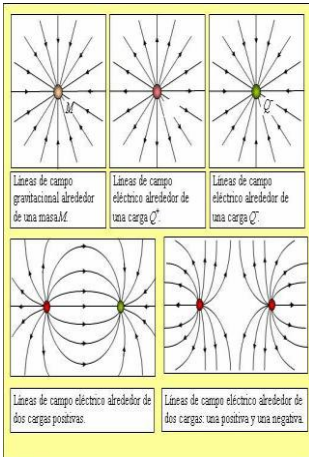
En el caso de una carga puntual Q , la intensidad del campo eléctrico en un punto r será:

$$E = K \frac{q}{r^2}$$

Principio de superposición de los campos eléctricos
La intensidad del campo eléctrico en un punto debido a la presencia de un sistema de cargas discretas es igual a la suma vectorial de las intensidades de los campos eléctricos creados por cada una de ellas.

<http://www.youtube.com/watch?v=hmQdtye-3o>

4
REPRESENTACIÓN DEL CAMPO ELÉCTRICO



Para representar a un campo eléctrico se recurre a las **líneas de fuerza** o **líneas de campo eléctrico** que son unas **líneas imaginarias** que, en cada punto, indican la fuerza eléctrica que experimentaría una carga positiva abandonada en ese punto. Es decir, son tangentes al vector intensidad de campo eléctrico en ese punto.

Se llama **densidad de líneas de campo** a la cantidad de líneas de campo que de forma imaginaria atravesaría una unidad de superficie dada.

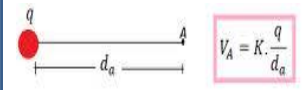
Así pues, la densidad de líneas de campo nos indica visualmente donde la intensidad de campo eléctrico es más intensa al estar más próximas las líneas de campo. Por ello, las líneas de campo se abren al alejarse de la carga que crea el campo eléctrico, su intensidad es más débil.

Además, las líneas de fuerza nacen de las cargas positivas (**fuentes** del campo eléctrico) y terminan en las cargas negativas (**sumideros** del campo eléctrico).

Las líneas de campo eléctrico no se pueden cortar en ningún punto.

Tema CTSA

5
ENERGÍA POTENCIAL ELÉCTRICA Y POTENCIAL ELÉCTRICO



$$V_A = K \cdot \frac{q}{d_a}$$

$$K = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{Coul^2}$$

$V_A \rightarrow$ es el potencial en el punto

$K \rightarrow$ es la constante de proporcionalidad

$d_a \rightarrow$ es la distancia entre la carga y el punto

$q \rightarrow$ es la carga que crea el campo eléctrico

Se llama **energía potencial eléctrica** de una carga en un punto de un campo eléctrico al trabajo realizado por la fuerza del campo para llevar la carga desde el punto hasta el infinito.

Pero sabemos que el trabajo realizado es empleado en producir un cambio en la energía potencial, cambiado de signo.

$$W = - \Delta Ep$$

Por convenio, se toma como origen y cero de energías potenciales un punto en el infinito.

Se denomina **potencial eléctrico** en un punto a la energía potencial eléctrica por *unidad de carga positiva* en ese punto.

$$V = \frac{Ep}{q}$$

El potencial eléctrico es una magnitud escalar y su unidad en el SI se llama **voltio (V)**. Para una carga puntual q, la energía potencial de una carga q' situada a una distancia r será:

$$Ep = K \frac{qq'}{r}$$

y el potencial eléctrico en ese punto será:

$$V = \frac{Kq}{r}$$

Si un campo eléctrico está creado por un sistema de cargas discretas, el potencial eléctrico en un punto del campo es igual a la suma escalar de los potenciales producidos por cada una de las cargas en ese punto.

La **diferencia de potencial** entre dos puntos A y B de un campo eléctrico es el trabajo realizado por unidad de carga para transportarla desde el punto A hasta B.

$$W_{A \rightarrow B} = -\Delta Ep = Ep_A - Ep_B = q(V_A - V_B)$$

Tema CTSA

6
DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS

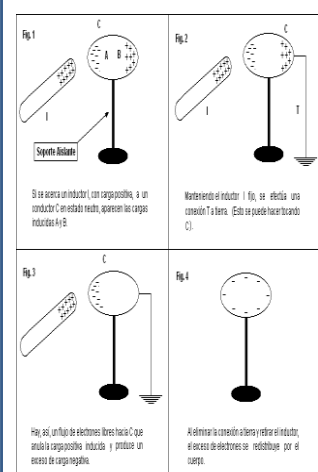


Fig.1
Si se acerca un inductor I con carga positiva, a un conductor C aislado (no está conectado a tierra), aparecen las cargas inducidas A y B.

Fig.2
Manteniendo el inductor I (Fig. 1) se efectúa una conexión T a tierra. (Esto se puede hacer retirando C).

Fig.3
Fig. 3: al unir los electros libres hacia C, que anula la carga positiva inducida y produce un exceso de carga negativa.

Fig.4
Al retirar la conexión a tierra y retirar el inductor, el exceso de electrones se redistribuye por el cuerpo.

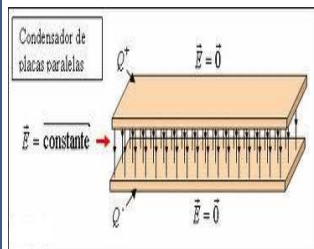
La distribución de las cargas eléctricas en los cuerpos es diferente según éstos sean conductores o aislantes de la electricidad.

- Distribución de cargas en los conductores**
 En un conductor las cargas eléctricas se pueden mover libremente.
 Si un conductor se electriza, las cargas del mismo signo se separan lo máximo posible situándose a lo largo de la superficie (máxima separación entre ellas).
 Si un conductor se electriza, las cargas de distinto signo crean un par con la de la superficie que se anulan y se desplazan al interior del conductor abandonando la superficie.
 En el interior de un **material conductor** la intensidad del campo eléctrico es nula (la carga eléctrica es nula) y la la superficie del conductor es equipotencial siendo el campo eléctrico perpendicular a la superficie.
- Distribución de cargas en aislantes**
 En un aislante o dieléctrico no es posible el movimiento de las cargas en su interior.
 Cuando se electriza un aislante, las cargas permanecen inmóviles en el punto donde han aparecido.
 En un **material aislante**, las cargas eléctricas pueden estar situadas en cualquier punto del mismo y no pueden desplazarse.

Tema CTSA

7

ENERGÍA DE UN CONDUCTOR CARGADO. CONDENSADORES



Si en vez de tener cargas puntuales tenemos un conductor cargado con una carga q , se dice que la **energía potencial del conductor** almacenada al cargarse será:

$$E_p = \frac{1}{2} q V$$

Se denomina **capacidad eléctrica de un conductor** al cociente entre la carga que almacena y el potencial que ha adquirido al cargarse.

$$C = \frac{q}{V}$$

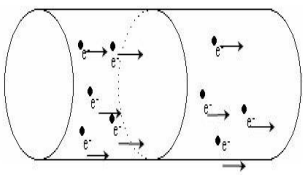
La capacidad es una magnitud escalar característica de cada conductor y su unidad en el SI se llama **faradio (F)**.

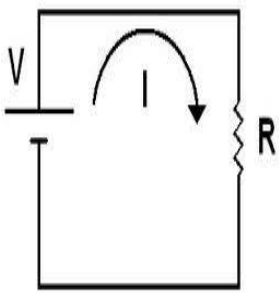
Un **condensador** es un dispositivo eléctrico formado por dos conductores muy próximas entre sí, permitiendo almacenar energía eléctrica si establecemos una diferencia de potencial entre sus placas de forma que se cree un campo eléctrico en su interior:

$$C = \frac{Q}{V_1 - V_2}$$

Tema CTSA

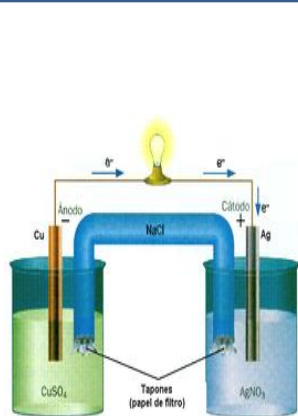
- Empaquetado Capítulo 9 – La corriente eléctrica

1	LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA
	<p>Se suele denominar corriente eléctrica a un movimiento de electrones a través de una sección transversal de un hilo conductor.</p> <p>La intensidad de la corriente eléctrica, I, que circula por un conductor es la cantidad de carga eléctrica que atraviesa una sección transversal de conductor por unidad de tiempo.</p> $I = \frac{q}{t}$ <p>La unidad de intensidad de corriente en el SI es el amperio (A).</p> <p>Según el sentido en el que circulen las cargas eléctricas, la corriente puede ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Continúa: Cuando su sentido no cambia con el tiempo. Esta corriente se llama constante o estacionaria si el valor de la intensidad no varía con el tiempo. •Alterna: Cuando el sentido cambia con el tiempo de forma periódica.
Tema CTSA	

2	LA RESISTENCIA ELECTRICA
	<p>Ley de Ohm</p> <p>Existe una relación constante entre la diferencia de potencial $V-V'$ aplicada a los extremos de un hilo conductor y la intensidad de la corriente I que circula entre ellos:</p> $\frac{V-V'}{I} = \frac{\Delta V}{I} = R$ <p>A esa constante de proporcionalidad R se le llama resistencia eléctrica del conductor y se mide en ohmios (Ω).</p> <p>La resistencia de un hilo conductor depende del material, de su resistividad, ρ, pero también es directamente proporcional a la longitud del hilo conductor L e inversamente proporcional a su sección S:</p> $R = \rho \frac{L}{S}$ <p>Según tengan menor o mayor resistividad los materiales se clasifican en conductores, semiconductores y aislantes.</p>
http://www.youtube.com/watch?v=z3ebslarmc&feature=relmfu	

3

GENERADORES ELÉCTRICOS Y FUERZA ELECTROMOTRIZ



Para producir una corriente eléctrica en un hilo conductor se necesita establecer entre sus extremos una diferencia de potencial. Si se establece un circuito cerrado con el hilo conductor es necesario un dispositivo denominado **generador de corriente eléctrica** que mantengan esta diferencia de potencial.

Los generadores eléctricos son dispositivos que transforman diferentes tipos de energía en energía eléctrica para mantener una diferencia de potencial entre sus extremos. Los principales generadores de corriente continua son las **pilas o baterías** y los de corriente alterna, **alternadores**.

Para conocer la capacidad de un generador eléctrico para mantener un diferencia de potencial determinada se usa la magnitud llamada **fuerza electromotriz (fem o ε)** que es la energía suministrada por el generador a la unidad de carga que pasa por él.

$$\mathcal{E} = \frac{W}{q} = \frac{W}{It} = \frac{P}{I}$$

Su unidad en el SI tiene las mismas dimensiones que las de un potencial eléctrico, el **voltio (V)**.

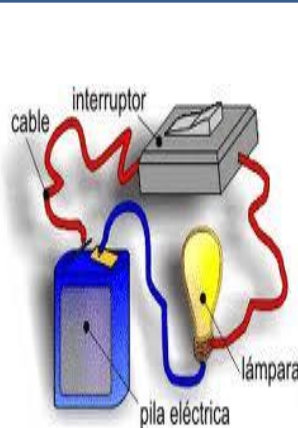
Se denomina **potencia eléctrica** de un generador **P** a la energía suministrada por unidad de tiempo:

$$P = \frac{W}{t}$$

Tema CTSA

4

LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS



En un circuito eléctrico se pueden disponer un conjunto de dispositivos de diferentes tipos para establecer una corriente eléctrica, como:

- **Generadores**, que suministran energía eléctrica a las cargas que recorren el circuito.
- **Receptores** que son dispositivos que consumen energía eléctrica y la transforman en otra forma de energía (bombilla, motores, resistores)
- **Conductores de conexión**, que conectan los distintos componentes.

Se denomina **fuerza contraelectromotriz, ε'**, de un receptor a la energía eléctrica transformada por el receptor por cada unidad de carga que pasa por él.

Cuando por los conductores o receptores de energía eléctrica pasa la corriente eléctrica siempre se produce un efecto térmico llamado **efecto Joule**, incluso los propios generadores suelen poseer una **resistencia interna r** que actúa como una pequeña fuerza contraelectromotriz.

Ley de Joule

La pérdida de energía en forma de calor al atravesar un conductor de resistencia R es:

$$W = Q = I^2Rt$$

Ley de Ohm generalizada

En un circuito eléctrico la intensidad de la corriente eléctrica es igual al cociente entre la suma algebraica neta de las fuerzas electromotrices y la suma de las resistencias.

$$I = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}'}{r + R} = \frac{\sum \mathcal{E}}{\sum R_i}$$

Tema CTSA

5
POTENCIA ELÉCTRICA Y APARATOS DE MEDIDA



Se denomina **potencia eléctrica** de un generador P a la energía suministrada por unidad de tiempo:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{q\mathcal{E}}{t} = I\mathcal{E}$$

Para un receptor de energía como un conductor de resistencia R , la **potencia eléctrica consumida** será:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{q\Delta V}{t} = I\Delta V = I^2 R$$

La unidad de potencia eléctrica en el SI es el **vatio (W)**.

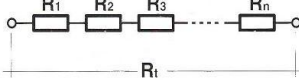
Para medir la corriente eléctrica se usa un aparato llamado **amperímetro** y se conecta en serie con el conductor cuya corriente se desea medir. Su resistencia interna es muy pequeña.

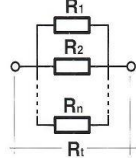
Para medir la diferencia de potenciales se usa un aparato llamado **voltímetro** y se conecta en paralelo con los puntos del circuito cuya diferencia de potencial se quiere medir. Su resistencia interna es muy grande.

Un **polímetro** es un dispositivo multifunción que permite trabajar como voltímetro o amperímetro, incluso como ohmetro, según se configure sus conexiones.

Tema CTSA

6
ASOCIACIÓN DE RESISTORES

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$


$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$


Los resistores o resistencias se suelen asociar en dos configuraciones diferentes cuando aparecen en los circuitos eléctricos: **en serie** o **en paralelo**.

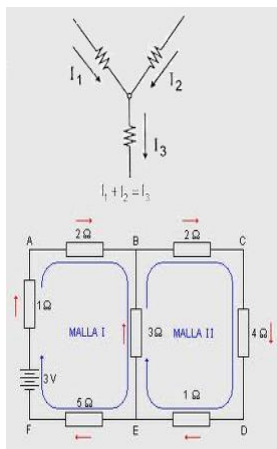
- *En la configuración en serie*, la corriente que circula por los dos resistores es la misma, así pues la **resistencia equivalente de una asociación de resistores en serie** es igual a la suma de las resistencias de los resistores asociados.
- *En la asociación en paralelo*, la diferencia de potencial que existe en los extremos de los dos resistores es la misma, así pues la inversa de la **resistencia equivalente de una asociación de resistores en paralelo** es igual a la suma de las inversas de las resistencias de los resistores asociados:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots = \sum \frac{1}{R_i}$$

Tema CTSA

7

RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA



En un circuito eléctrico se denomina:

- **Nudos** de un circuito son los puntos donde concurren más de dos conductores
- **Mallas** de un circuito son cualquier tipo de trayectoria cerrada que puede seguirse dentro de un circuito.
- **Rama** de un circuito es un trozo de malla situado entre dos nudos.

Leves de Kirchoff

1º Ley de Kirchoff o Ley de los nudos

La suma algebraica de las intensidades de las corrientes de rama que confluyen en un nudo es 0. O bien, la suma de las intensidades de las corrientes de rama que entran debe ser igual a la suma de las intensidades de las corrientes de rama que salen.

$$\sum I_i = 0$$

Es una consecuencia del **principio de conservación de la carga eléctrica**.

Criterios de signos utilizados para las corrientes

Las corrientes de rama que entran en un nudo son siempre positivas y las corrientes de rama que salen son negativas

2º Ley de Kirchoff o Ley de las mallas

La suma algebraica de las fuerzas electromotrices en una malla es igual a la suma de las caídas de tensión que se producen en los resistores de la misma.

$$\sum \mathcal{E}_i = \sum I_j R_j$$

Es una consecuencia del **principio de conservación de la energía**.

Criterios de signos utilizados para las diferencias de potencial

Se elige un sentido de circulación de la corriente por la malla elegida, entonces:

- Una fem se considera positiva si la corriente de malla entra por el borne (-) .
- Una caída de tensión IR es positiva si el sentido de la corriente de malla coincide con el sentido de la corriente de rama elegido inicialmente, y negativo en caso contrario.

http://www.youtube.com/watch?v=ZAR800d_c