



---

# **Universidad de Valladolid**

**Trabajo Final del Máster Universitario de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria,  
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (Especialidad: Física y Química).**

**Curso 2015-2016**

**TÍTULO**

## **Magnetismo Experimental: Construcción del equipo y diseño de prácticas cuantitativas para 2º de Bachillerato**

**Presentado por:**

**D. David H. Ibáñez Díez**

**Dirigido por:**

**José María Muñoz Muñoz**

**Carlos Torres Cabrera**

**Valladolid, julio de 2016**

# Índice

RESUMEN .....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
ANTECEDENTES.....	8
JUSTIFICACIÓN .....	9
<b>Ley educativa empleada .....</b>	<b>9</b>
<b>Proceso de aprendizaje.....</b>	<b>9</b>
Contenidos.....	9
Conclusión .....	13
La metodología .....	13
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
Objetivos.....	14
Contenidos.....	14
Competencias .....	15
<b>MÉTODO DIDÁCTICO.....</b>	<b>16</b>
<b>Análisis.....</b>	<b>16</b>
<b>Estrategia didáctica .....</b>	<b>16</b>
Ciclo de aprendizaje.....	17
<b>Descripción del Método.....</b>	<b>17</b>
Motivación.....	18
Fases .....	19
Cronograma.....	19
Puntos críticos y acciones correctoras.....	20
<b>La práctica experimental .....</b>	<b>21</b>
<b>Herramientas .....</b>	<b>22</b>

<b>EL BANCO DE TRABAJO .....</b>	<b>23</b>
<b>Composición .....</b>	<b>25</b>
Un magnetómetro electrónico .....	26
Transversalidad de asignaturas .....	26
<b>DISEÑO DE LA EXPERIENCIA.....</b>	<b>27</b>
<b>Fase I - Introducción teórica.....</b>	<b>27</b>
Unidad didáctica – Campo Magnético.....	27
<b>Fase II – Exploración .....</b>	<b>28</b>
Actividad 1 – Organización .....	28
Actividad 2 - Explicación de funcionamiento y seguridad .....	28
Actividad 3 - Exploración sin guion .....	28
Puntos de interés .....	29
<b>Fase III – Incorporación de nuevos conocimientos.....</b>	<b>29</b>
Actividad 1 – Experimentación con guion .....	29
<b>Fase IV – Estructuración y síntesis.....</b>	<b>30</b>
Actividad 1 – Trabajo en Grupo .....	30
Actividad 2 – Trabajo en casa individual.....	30
Actividad 3 - Experimentación .....	30
<b>Fase V – Estructuración y síntesis.....</b>	<b>30</b>
Actividad 1 – Exposición .....	31
Actividad 2 – Repaso y Conclusión .....	31
<b>RESPUESTAS E INFORME DEL ALUMNO .....</b>	<b>32</b>
<b>EVALUACIÓN DEL ALUMNADO.....</b>	<b>33</b>
Criterios de evaluación .....	33
Competencias .....	34
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología .....	34
Competencia en comunicación lingüística .....	34
Competencia digital.....	34
Competencias sociales y cívicas .....	34
Competencia para aprender a aprender.....	34

Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor .....	35
<b>Método .....</b>	<b>35</b>
Plazo de presentación .....	35
Recuperación .....	35
<b>EVALUACIÓN DEL PROCESO DIDÁCTICO .....</b>	<b>35</b>
<b>Evaluación por parte del profesor .....</b>	<b>36</b>
Herramientas .....	36
1. Planificar el qué y el cómo se realizará la evaluación.....	36
2. Recogida de datos .....	37
3. Analizar, valorar y extraer conclusiones.....	38
<b>Evaluación por parte de los alumnos .....</b>	<b>39</b>
Herramientas .....	39
<b>Procedimiento Acciones de mejora.....</b>	<b>40</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>43</b>
<b>Anexo I - Manual de uso y construcción del magnetómetro MMIT .....</b>	<b>43</b>
<b>Anexo II – Guía de prácticas del alumno.....</b>	<b>43</b>
<b>Anexo III - Memoria de prácticas del alumno .....</b>	<b>43</b>

## RESUMEN

En este trabajo fin de máster se desarrolla y presenta una metodología didáctica para la impartición de contenidos relacionados con el **electromagnetismo** en general, y en particular, sobre los **campos magnéticos inducidos por la electricidad**. Se planteará una metodología que permita a alumnos de *Física de 2º de Bachillerato (LOMCE)* **aprender de forma sencilla y constructiva** la relación indiscutible del fenómeno electromagnético.

Aprovechando la tecnología actual, y su accesibilidad económica, **se va a desarrollar una metodología y las herramientas necesarias como un banco de experimentos con un magnetómetro electrónico** para abordar los contenidos mencionados. Siendo esencial conseguir que los alumnos logren un *aprendizaje significativo* de la materia y adquieran las **competencias claves**.

De la misma forma no se debe obviar que es necesario alcanzar otras metas previamente. Una de estas metas, que es la **labor esencial de cualquier docente**, es lograr ayudar a que cada alumno construya o encuentre **su motivación intrínseca**.

El **método didáctico se soportará en un banco de trabajo diseñado y construido** para tal efecto y objeto de parte de este trabajo. En él, **los alumnos mediante la experimentación e indagación podrán aprender, deduciendo, probando, realizando hipótesis o simplemente “trasteando” parte de las leyes del electromagnetismo** (ley de Biot-Savart, Ley de Ampere, etc.).

### Agradecimientos

*Como autor de este proyecto deseo agradecer a todos los profesores del Máster que me han ayudado a aprender, expandir mis conocimientos y mi persona. Mis agradecimientos están dirigidos, aunque no en igual medida, a los buenos profesores por su valía como a los malos por mostrarme claros contraejemplos e invitándoles a que reflexionen sobre sus acciones.*

*Igualmente, reconocer la suerte que tuve de haber estado con un verdadero profesional D. Álvaro Herreras, profesor de secundaria en el colegio de Jesús y María, durante mi periodo de prácticas externas en las que adquirí unos conocimientos y unas perspectivas que me han enriquecido en diferentes ámbitos.*

*En especial, agradecer a mis tutores D. José María Muñoz Muñoz y D. Carlos Torres Cabrea, que aunque el tiempo ha sido más corto del que hubiese deseado para adquirir una ínfima parte de sus conocimientos, he disfrutado de su ayuda y sabiduría durante la elaboración de este TFM como en la asignatura de las que son responsables. Deseo y espero que espero pueda seguir aprendiendo de ellos en el futuro.*

*Finalmente, un recuerdo muy especial a mi mujer Raquel y amigos por ayudarme a lo largo de este año y disculpar mi ausencia en obligaciones que tuve que posponer por culminar este Máster.*

## INTRODUCCIÓN

En este proyecto se recoge una metodología didáctica, y sus herramientas, para la impartición de contenidos relacionados con el **electromagnetismo** en general, y en particular, sobre los **campos magnéticos inducidos por la electricidad**. Se planteará una metodología que permita a alumnos de *Física de 2º de Bachillerato (LOMCE)* **aprender de forma sencilla y constructiva** la relación indiscutible del fenómeno electromagnético.

Afrontar el reto de *enseñar*, es complicado, ya que realmente el objetivo de esta acción es que los alumnos *aprendan* lo cual implica **una dificultad extrínseca que además será única para cada alumno**. Los docentes se enfrentan a esta dificultad, que es su mayor reto, siendo los contenidos algo que un buen docente debe tener y que en caso de necesitar reforzar puede conseguir de forma sencilla y es intrínseco.



La forma de afrontar esta enseñanza para el aprendizaje del alumno será a partir del **experimento de Oersted (1820)** con el que Oersted descubrió este fenómeno. En cambio, es de suponer que la simplicidad del experimento original **no es suficientemente atractivo o llamativo para captar la atención o curiosidad** de unos jóvenes que viven en un mundo altamente tecnológico donde los trenes flotan, juegan a videojuegos en 3D en la televisión de su casa o pueden acceder a cualquier vídeo espectacular en YouTube en cuestión de segundos.

Aprovechando la tecnología actual, y su accesibilidad económica, **se va a desarrollar una metodología y las herramientas necesarias** para abordar los contenidos mencionados. Siendo esencial conseguir que los alumnos logren un *aprendizaje significativo* de la materia y adquieran las **competencias claves**.



De la misma forma no se debe obviar que es necesario alcanzar otras metas previamente. Una de estas metas, que es la **labor esencial de cualquier docente**, es lograr ayudar a que cada alumno construya o encuentre **su motivación intrínseca**, no siendo el objeto de este proyecto promover la motivación extrínseca. El camino elegido para lograr esto es tratar de **despertar la inquietud y curiosidad del aula** con el hándicap de que se trata de una rama abstracta como es el electromagnetismo.

La metodología empleada será una combinación de vario métodos, en especial loss que define la pedagogía como **Indagación y Experimentación**.

El **método didáctico se soportará en un banco de trabajo diseñado y construido** para tal efecto y objeto de parte de este trabajo. En él, **los alumnos mediante la experimentación e indagación podrán aprender, deduciendo, probando, realizando hipótesis o simplemente “trasteando” parte de las leyes del electromagnetismo** (ley de Biot-Savart, Ley de Ampere, etc.).

El banco de trabajo o de ensayos que se presentará y usará a lo largo del trabajo está formado por un conjunto de herramientas electrónicas incluidas bajo el nombre de **Arduino**. Estas herramientas, junto con un **pequeño trabajo eléctrico y de marquería** al alcance de niños de 2ºESO en la clase de tecnología, permitirá disponer al colegio o instituto de tantos bancos como se necesiten por un coste mínimo y además siendo una tecnología totalmente accesible y escalable por ser de código abierto; permitiendo mejorarlo para desarrollar infinidad de prácticas a los estudiantes, según las necesidades.

Todo el proyecto está destinado a que un profesor de Bachillerato sea capaz de implementar todo el proceso propuesto, de forma que **sea viable económica, técnica y acorde al currículo establecido por la LOMCE**. Este trabajo pone su atención en el proceso de enseñanza – aprendizaje, y todo aquello que le rodea, no sólo en el alumno o el profesor, pero siendo consciente que el objetivo principal de cualquier actividad educativa debe ser el aprendizaje del alumno.

La estructura de este documento presenta una parte inicial en que se mencionan brevemente los **antecedentes** y la **justificación** del proyecto elegido. En segundo lugar se describen **los contenidos, objetivos y la metodología** a emplear con su adecuada justificación pedagógica. Posteriormente se abarca el **diseño de la experiencia** en todas sus fases y posibilidades, así como el trabajo experimental realizado con sus resultados. Para finalizar abarcando las **conclusiones** del trabajo.

## ANTECEDENTES

Este Trabajo Fin de Máster, corresponde al *Máster de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas* de la Universidad de Valladolid. En particular a la especialidad de profesor de Física y Química.

El objetivo de este trabajo es poner en práctica los conocimientos y competencias adquiridos por el autor durante dicho Máster logrando **crear un trabajo original y práctico**.

En la formación recibida por el autor los conocimientos se distribuyen entre unos contenidos genéricos (Sociología, Pedagogía, Psicología y Contextos Educativos), con otros relacionados con la didáctica propia de las Ciencias de Física y Química en Educación Secundaria (Diseño curricular, Didáctica, Metodología, Evaluación, Innovación e Investigación) y por último los relacionados con los contenidos concretos que componen el currículo de esas materias en Secundaria (Laboratorios y Complementos).

En base a las nuevas competencias adquiridas y otras previas, el autor presentará convenientemente justificadas, la **metodología y las herramientas** empleadas para lograr el **aprendizaje significativo** de los alumnos sobre el fenómeno electromagnético, en particular sobre **la inducción de un campo magnético por una corriente eléctrica**.

Este Trabajo Fin de Máster se desarrolla dentro del departamento de la *Física Aplicada de la Facultad Ciencias de la Universidad de Valladolid*, donde se impartió parte del Máster y que sin su estimable ayuda y conocimientos este proyecto no hubiese podido ser desarrollado.

## JUSTIFICACIÓN

En este apartado se asentarán y justificarán cuestiones que se usarán a lo largo del proyecto.

### LEY EDUCATIVA EMPLEADA

Para el desarrollo de este TFM, en primer lugar ubicar la ley educativa sobre la que se trabaja, en este caso la **Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE)**. La cual se inició su integración en toda España durante el año 2015-16 para los cursos pares de la ESO, siendo actualmente preceptiva su implantación para el resto de los cursos para el año lectivo 2016-17.

Igualmente, este trabajo se ubica en la **Comunidad Autónoma de Castilla y León**, debiendo tener en cuenta su legislación particular donde la junta de Castilla y León tiene competencias.

### PROCESO DE APRENDIZAJE

Toda impartición de docencia tiene un solo objetivo que es **el aprendizaje para la adquisición de competencias**, en cambio el aprendizaje tiene dos elementos fundamentales:

- Los **contenidos** a impartir (Qué).
- **Metodología** didáctica a utilizar (Cómo).

Por lo tanto, a continuación se justificarán contenidos y metodología de forma independiente, aunque como ocurre en el electromagnetismo, están íntimamente relacionados al igual que la electricidad y el magnetismo.

### CONTENIDOS

En primer lugar, es necesario conocer **donde se imparten contenidos de la rama del electromagnetismo** a lo largo de la ESO y el Bachillerato, los cuáles pueden ser extraídos de los currículos publicados por la Junta de Castilla y León según las siguientes órdenes:

- **3ºESO** según la Orden EDU/362/2015 de la Junta de Castilla y León. (4 de mayo de 2015) sobre el *Currículo y regulación de la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León*.
- **2º Bachillerato** según la Orden EDU/363/2015 de la Junta de Castilla y León. (4 de mayo de 2015) sobre el *Currículo y regulación de la implantación, evaluación y desarrollo del Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León*.

Extrayendo de estas fuentes los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables:

3ºESO

Física y Química

3º ESO - Física y Química		
Bloque 3. El movimiento y las fuerzas		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Carga eléctrica. Fuerzas eléctricas.  Fenómenos electrostáticos.  Magnetismo natural. La brújula.  Relación entre electricidad y magnetismo. El electroimán. Experimentos de Oersted y Faraday. Fuerzas de la naturaleza.	7. Conocer los <b>tipos de cargas eléctricas</b> , su papel en la constitución de la materia y las características de las <b>fuerzas que se manifiestan entre ellas</b> .  8. Interpretar <b>fenómenos eléctricos</b> mediante el modelo de carga eléctrica y valorar la importancia de la electricidad en la vida cotidiana.  9. Justificar cualitativamente <b>fenómenos magnéticos</b> y valorar la contribución del magnetismo en el <b>desarrollo tecnológico</b> .  10. Comparar los distintos tipos de <b>imanes</b> , analizar su comportamiento y <b>deducir mediante experiencias las características de las fuerzas magnéticas</b> puestas de manifiesto así como su relación con la corriente eléctrica.  11. <b>Reconocer las distintas fuerzas que aparecen en la naturaleza</b> y los distintos fenómenos asociados a ellas.	7.1. Explica la relación existente entre las cargas eléctricas y la constitución de la materia y asocia la carga eléctrica de los cuerpos con un exceso o defecto de electrones. 7.2. Relaciona cualitativamente <b>la fuerza eléctrica que existe entre dos cuerpos con su carga</b> y la distancia que los separa, y establece analogías y diferencias entre las fuerzas gravitatoria y eléctrica. 8.1. Justifica razonadamente situaciones cotidianas en las que se pongan de manifiesto fenómenos relacionados con la electricidad estática. 9.1. <b>Reconoce fenómenos magnéticos</b> identificando el imán como fuente natural del magnetismo y describe su acción sobre distintos tipos de sustancias magnéticas. 9.2. Construye, y describe el procedimiento seguido para ello, <b>una brújula elemental</b> para localizar el norte utilizando el campo magnético terrestre. 10.1. <b>Comprueba y establece la relación entre el paso de corriente eléctrica y el magnetismo</b> , construyendo un electroimán. 10.2. Reproduce los experimentos de <b>Oersted y de Faraday</b> , en el laboratorio o mediante simuladores virtuales, deduciendo que <b>la electricidad y el magnetismo son dos manifestaciones de un mismo fenómeno</b> . 11.1. Realiza un informe empleando las TIC a partir de observaciones o <b>búsqueda guiada de información que relacione las distintas fuerzas</b> que aparecen en la naturaleza y los distintos fenómenos asociados a ellas.

## Tecnología

Aunque la asignatura de Tecnología no está dentro de la especialidad de Física y Química, sí es una asignatura “afín” y se ha tratado su transversalidad en apartados previos, es conveniente hacer referencia a los contenidos íntimamente ligados.

3º ESO - Tecnología		
Bloque 4. Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Efectos de la corriente eléctrica: <b>electromagnetismo.</b> Aplicaciones.	2. Relacionar los <b>efectos de la energía eléctrica</b> y su capacidad de conversión en otras manifestaciones energéticas. 3. Experimentar con instrumentos de medida y obtener las magnitudes eléctricas básicas.	2.1. Explica los <b>principales efectos de la corriente eléctrica y su conversión.</b> 2.2. Utiliza las magnitudes eléctricas básicas. 2.3. Diseña utilizando software específico y simbología adecuada circuitos eléctricos básicos y experimenta con los elementos que lo configuran. 3.1. <b>Manipula los instrumentos de medida</b> para conocer las magnitudes eléctricas de circuitos básicos.

## 2º Bachillerato

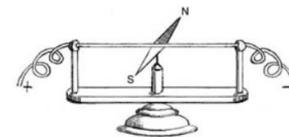
## Física

2º BACH – Física		
Bloque 3. Interacción electromagnética		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
El <b>fenómeno del magnetismo</b> y la experiencia de Oersted.  Campo magnético. <b>Líneas de campo magnético.</b> El campo magnético terrestre.  <b>Efecto de los campos magnéticos</b> sobre cargas en movimiento: <b>Fuerza de Lorentz.</b>  El <b>campo magnético como campo no conservativo.</b>  Campo creado por distintos elementos de corriente: <b>acción de un campo magnético sobre un conductor de corriente rectilíneo y sobre un circuito.</b>  <b>Ley de Ampère:</b> Campo magnético	4. Interpretar las <b>variaciones de energía potencial de una carga</b> en movimiento en el seno de campos electrostáticos en función del origen de coordenadas energéticas elegido.  8. <b>Conocer el movimiento de una partícula cargada en el seno de un campo magnético.</b>  9. <b>Comprender y comprobar que las corrientes eléctricas generan campos magnéticos.</b>  10. Reconocer la <b>fuerza de Lorentz</b> como la fuerza que se ejerce sobre una partícula cargada que se mueve en una región del espacio donde actúan un <b>campo eléctrico y un campo magnético.</b>  11. Interpretar el <b>campo magnético como campo no conservativo</b> y la imposibilidad de asociar una energía potencial.  12. <b>Describir el campo magnético originado por una corriente rectilínea,</b>	4.1. Calcula el trabajo necesario para transportar una carga entre dos puntos de un campo eléctrico creado por una o más cargas puntuales a partir de la diferencia de potencial. 4.2. Predice el trabajo que se realizará sobre una carga que se mueve en una superficie de energía equipotencial y lo discute en el contexto de <b>campos conservativos.</b> 8.1. Describe el <b>movimiento que realiza una carga cuando penetra en una región donde existe un campo magnético</b> y analiza casos prácticos concretos como los espectrómetros de masas y los aceleradores de partículas. 9.1. Relaciona las cargas en movimiento con la <b>creación de campos magnéticos</b> y describe las <b>líneas del campo magnético</b> que crea una corriente eléctrica rectilínea. 10.1. Calcula el radio de la órbita que describe una partícula cargada cuando penetra con una velocidad determinada en un campo magnético conocido <b>aplicando la fuerza de Lorentz.</b> 10.2. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para comprender el funcionamiento de un ciclotrón y calcula la frecuencia propia de la carga cuando se mueve en su interior.

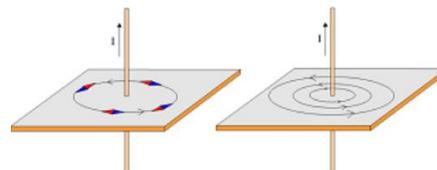
<p>creado por un conductor indefinido, por una espira circular y por un solenoide.</p> <p>Interacción entre corrientes rectilíneas paralelas.</p> <p><b>El amperio. Diferencia entre los campos eléctrico y magnético.</b></p> <p>Inducción electromagnética.</p> <p>Flujo magnético.</p> <p>Leyes de Faraday-Henry y Lenz. Fuerza electromotriz.</p> <p><b>Síntesis electromagnética de Maxwell.</b></p>	<p>por una espira de corriente o por un solenoide en un punto determinado.</p> <p>13. Identificar y justificar la fuerza de <b>interacción entre dos conductores rectilíneos y paralelos.</b></p> <p>15. <b>Valorar la ley de Ampere como método de cálculo de campos magnéticos.</b></p> <p>16. <b>Relacionar las variaciones del flujo magnético con la creación de corrientes eléctricas y determinar el sentido de las mismas.</b></p> <p>17. Conocer, a través de aplicaciones interactivas, las experiencias de Faraday y de Henry que llevaron a establecer <b>las leyes de Faraday y Lenz.</b></p>	<p>10.3. Establece la <b>relación que debe existir entre el campo magnético y el campo eléctrico</b> para que una partícula cargada se mueva con movimiento rectilíneo uniforme aplicando la ley fundamental de la dinámica y la ley de Lorentz.</p> <p>11.1. Analiza el campo eléctrico y el campo magnético desde el punto de vista energético teniendo en cuenta los conceptos de fuerza central y campo conservativo.</p> <p>12.1. Establece, en un punto dado del espacio, el <b>campo magnético resultante debido a dos o más conductores</b> rectilíneos por los que circulan corrientes eléctricas.</p> <p>12.2. Caracteriza el <b>campo magnético creado por una espira</b> y por un conjunto de espiras.</p> <p>13.1. Analiza y calcula <b>la fuerza que se establece entre dos conductores paralelos</b>, según el sentido de la corriente que los recorra, realizando el diagrama correspondiente.</p> <p>15.1. <b>Determina el campo que crea una corriente rectilínea de carga</b> aplicando la ley de Ampere y lo expresa en unidades del Sistema Internacional.</p> <p>16.1. Establece el <b>flujo magnético que atraviesa una espira que se encuentra en el seno de un campo magnético</b> y lo expresa en unidades del Sistema Internacional.</p> <p>16.2. Calcula la fuerza electromotriz inducida en un circuito y estima la dirección de la corriente eléctrica aplicando las leyes de Faraday y Lenz.</p> <p>17.1. Emplea aplicaciones virtuales interactivas para reproducir las experiencias de Faraday y Henry y <b>deduce experimentalmente las leyes de Faraday y Lenz.</b></p>
---	--	--

### Conclusión

Los contenidos elegidos son tan esenciales que se encuentran en los dos cursos, pero más desarrollados en **2º de Bachillerato y por ello será el curso en el que se desarrollará este trabajo** de tal forma que la adaptación a cursos inferiores será más sencilla porque será suficiente la sustracción de contenidos. Los contenidos bases serán:



- *El fenómeno del magnetismo.*
- *El fenómeno del electromagnetismo la experiencia de Oersted y la Ley de Ampere.*



### LA METODOLOGÍA

La metodología es el núcleo más completo y complejo que se va a desarrollar en este documento. **Se emplearán todos los recursos disponibles que se adecuen de mejor forma a los contenidos y a los alumnos.**

En Castilla y León, se ha publicado un decreto donde **se prohíbe el uso de técnicas didácticas en estado de investigación** sin autorización previa de la Consejería de Educación. Es decir, toda metodología empleada tiene que haber sido contrastada y probada previamente obteniendo resultados suficientemente demostrados de su valía didáctica.

Teniendo en cuenta que el objetivo de este desarrollo no es la *“investigación pedagógica”*, se van a hacer **uso de diferentes metodologías** que disponen de un total reconocimiento por la comunidad internacional.

## OBJETIVOS

Los objetivos y contenidos didácticos que se persiguen adquieran los alumnos con la puesta en práctica de este proyecto dentro de la unidad didáctica en la que estará englobada son:

### OBJETIVOS

#### Conceptuales

- Comprender y comprobar que las **corrientes eléctricas generan campos magnéticos**.
- **Describir el campo magnético originado por una corriente rectilínea**, por una espira de corriente o por un solenoide en un punto determinado.
- **Identificar y justificar la fuerza de interacción entre dos conductores rectilíneos y paralelos**.
- Valorar la **ley de Ampere** como método de cálculo de campos magnéticos.

#### Procedimentales

- Adquirir el **método científico**.
- **Ser responsables** de su parte del trabajo.
- **Saber escuchar y aprender** de los demás compañeros.
- Aprender a **cooperar en grupo** para la consecución de una tarea.

#### Actitudinales

- **Valorar la importancia del electromagnetismo** en la vida cotidiana.
- Ser **capaz de emitir juicios críticos** sobre las causas o razones de efectos electromagnéticos básicos.
- Tener **interés por conocer qué y por qué** ocurren las cosas a su alrededor.
- **Aceptar y compartir distintas opiniones**.

### CONTENIDOS

#### Conceptuales

- El fenómeno del **magnetismo** y la **experiencia de Oersted**.
- **Campo magnético. Líneas de campo magnético**. El campo magnético terrestre.
- **Ley de Ampère**: Campo magnético creado por un conductor indefinido, por una espira circular y por un solenoide.
- **Interacción entre corrientes rectilíneas** paralelas.
- **Inducción electromagnética**.

### Procedimentales

- **Método científico.**
- Empleo de las TICs para la **búsqueda de información**, vídeos y recursos multimedia.
- Uso de las diferentes herramientas informáticas como **herramienta de investigación**, por ejemplo las hojas de cálculo, procesador de textos u otras herramientas informáticas para la presentación de resultados.

### Actitudinales

- **Adquisición de competencias sociales y cívicas** para la cooperación en grupos de trabajo.
- Concienciación sobre la **importancia del electromagnetismo y sus efectos en la vida cotidiana.**
- Capacidad de desarrollar un **espíritu crítico y científico.**

### COMPETENCIAS

Todo el sistema educativo se está estructurando en base a que los jóvenes adquieran **competencias** que les ayuden a desarrollarse **académica y socialmente.**

Estas competencias esenciales o **clave** las ha tratado de universalizar la Unión Europea y a partir de las cuales el Ministerio de Educación Español ha concluido, según la Orden ECD/65/2015 de 21 de enero de 2015, que las **competencias claves** del sistema educativo español son:

- ✓ Comunicación **lingüística.**
- ✓ Competencia **matemática** y competencias básicas en **ciencia y tecnología.**
- ✓ Competencia **digital.**
- ✓ **Aprender a aprender.**
- ✓ Competencias **sociales y cívicas.**
- ✓ Sentido de **iniciativa** y espíritu emprendedor.
- ✓ **Conciencia** y expresiones culturales.

En la impartición de este proyecto los alumnos tendrán como objetivo adquirir capacidades dentro de las 6 primeras competencias, que será justificado en cada una de las tareas.

## MÉTODO DIDÁCTICO

### ANÁLISIS

Una vez que están definidos los contenidos y los objetivos resta **desarrollar la mejor metodología** e implementación para lograrlos. Por ello, con la ayuda de un diagrama DAFO se analizan cuáles son las Fortalezas, Debilidades, Amenazas y Oportunidades que ofrece el proyecto didáctico en sí para lograr tomar las decisiones oportunas en su ejecución (análisis CAME):

- ✓ Corregir las Debilidades
- ✓ Afrontar las Amenazas
- ✓ Mantener las Fortalezas
- ✓ Explotar las Oportunidades

A partir de este análisis se toman las valoraciones y conclusiones que se desarrollan en próximos sub apartados.

### ESTRATEGIA DIDÁCTICA

En primer lugar es importante identificar cuál es la estrategia de aprendizaje que se emplea y por qué. La pedagogía coincide que la estrategia más contrastada para lograr un aprendizaje duradero en los alumnos es la **constructivista**, busca un **aprendizaje significativo**<sup>1</sup>. Sus etapas se dividen en:



IMAGEN OBTENIDA DE <http://krios7165.blogspot.com.es/2014/06/paradigmas-educativos.html>

Por lo tanto el proceso didáctico propuesto se estructurará **cumpliendo estas etapas**.

1. Reconocimiento de **conocimientos previos**.
2. Interacción con la **nueva información**.

<sup>1</sup> Vidal-Abarca, E., García Ros, R., & Pérez González, F. (2014). *Aprendizaje y desarrollo de la personalidad*. Alianza Editorial.

3. Asimilación entre **conocimientos previos y nueva información**.
4. Adquisición de **conocimientos sólidos y duraderos**.

### CICLO DE APRENDIZAJE

Se debe tener en cuenta que la Física necesita un **alto grado de abstracción**, y en especial en el campo del electromagnetismo, siendo **un fuerte hándicap para el aprendizaje**.

Por ello es adecuado facilitar *el mejor proceso de aprendizaje* según la teoría *constructivista* bajo el enfoque investigativo, que será el que se desarrolle, el cual parte del nivel de **abstracción** menor posible y con la mayor **sencillez** alcanzable para ir aumentando en **complejidad** y **abstracción** para finalmente terminar en una **etapa de aplicación** que manteniendo la complejidad permite concretar y construir el conocimiento.



Ciclo del aprendizaje para la elaboración de guías didácticas (Marisol - La unidad Didáctica - Feria de la ciencia 2012)

### DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

El estudio de la Física, debido a su naturaleza **facilita el uso de métodos entretenidos, novedosos y altamente motivadores** que bien dirigidos pueden atraer y captar al alumnado.

Como elemento **motivador para el alumnado y para el docente, se usará una metodología con un enfoque investigativo y práctico.** Por ello se van a conjugar diferentes metodologías didácticas, en especial la **experimentación e indagación por grupos de trabajo**, permitiendo



aprovechar al máximo las ventajas de la naturaleza de los fenómenos electromagnéticos y haciendo que **el alumno sea dueño de su propio aprendizaje** y ponga en juego el **método científico**.

## MOTIVACIÓN

**La motivación del alumnado es con mucho la meta más importante a alcanzar por un buen docente, motivar a un alumno es como darle alas.** Aunque no se debe olvidar que **un profesor no puede transferir la motivación, pero sí puede ayudar a construirla.**

Los objetivos de esta propuesta didáctica no solo recaen en que el alumnado adquiera competencias, tanto **transversales como específicas**, sino en lograr desarrollar una **motivación intrínseca** en ellos. Esto se tratará de alcanzar buscando que apliquen sus conocimientos, obtenidos de forma no poco ardua a lo largo de su vida académica sobre las leyes de la física, relacionada con los campos magnéticos y eléctricos, o poniendo en práctica sus conocimientos de matemáticas, tecnología, electrónica o programación.



Hay una máxima que todos aquellos que han aprendido sobre cualquier materia pueden ratificar:

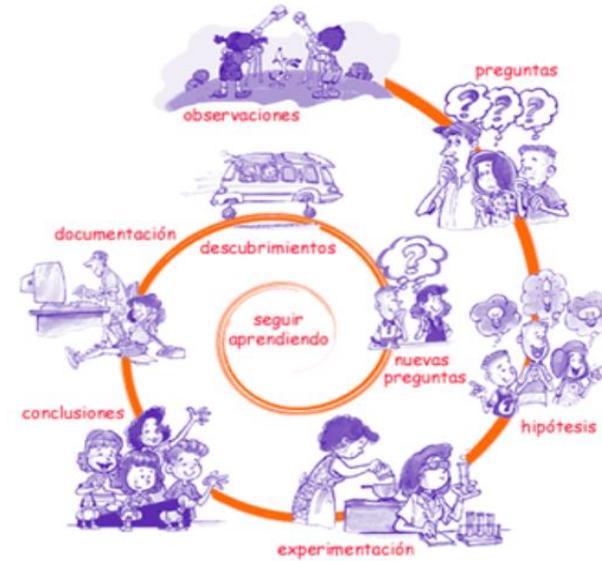
**“Dímelo y se me olvidará, muéstramelo y lo recordaré, involúcrame y entenderé”**

Por lo tanto, un objetivo principal de esta actividad didáctica **será motivar e involucrar al alumnado y el aprendizaje vendrá asociado.**

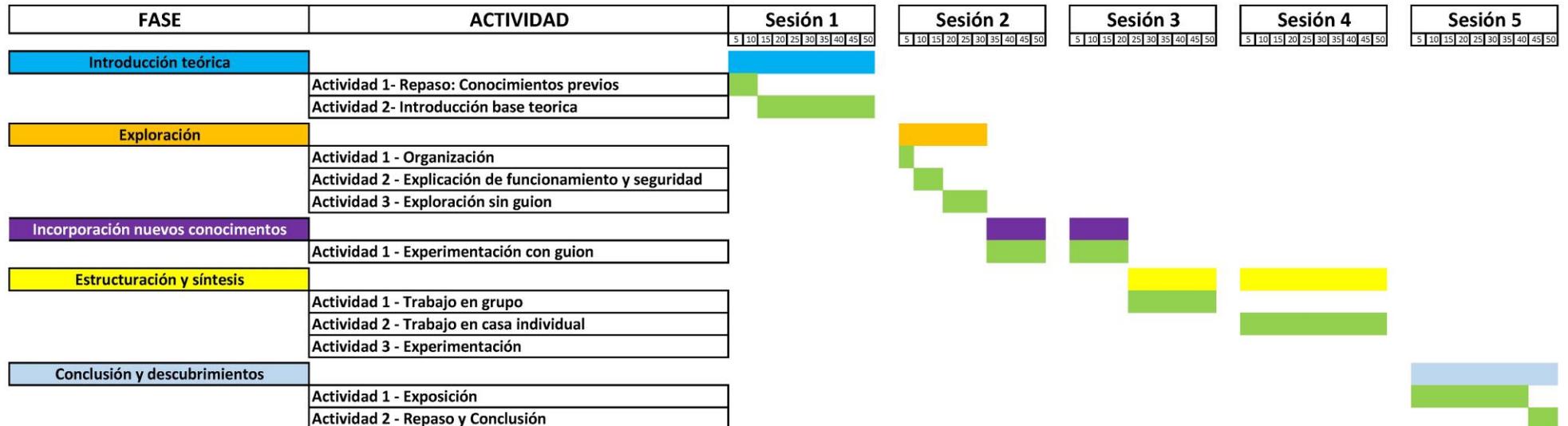
## FASES

Las etapas en las que se dividirá el proceso son:

- **Introducción** teórica, *clase teorica magistral*. Enlazando con conocimientos previos.
- **Observación, exploración** en banco de trabajo, **simples y concretos**.
- Introducción de **nuevos conocimientos**, experimentación, preguntas e hipótesis.
- **Estructuración y síntesis**.
- **Conclusión y descubrimientos**, aplicación.



## Cronograma



La elección de estas etapas y su ordenación vienen dadas por las justificaciones ya enumeradas previamente y cabe resaltar:

- La necesidad y la importancia de que **los alumnos realicen por sí mismos las actividades** (reales, palpables, que puedan oír, ver, tocar, sentir, oler) permitiendo que **escalen ordenadamente en la abstracción de los nuevos conceptos siguiendo la estructura del aprendizaje Piagetiano**. Y a su vez, completamente alejados de la utilización de recetas que olvidan inmediatamente, o de entornos virtuales que desdibujan los objetivos pedagógicos.
- Asimismo, es fundamental que los alumnos de Bachillerato **comprendan la naturaleza de las Ciencias, la cercanía a la realidad en la que viven, su forma de trabajar, su manera de aportar soluciones**. Es decir, que interioricen el método científico como una herramienta suya para el presente y el futuro.
- En tercer lugar, la enseñanza, si es de calidad, es en su mayor parte **una actividad planificada y consciente, con unos objetivos generales claros**. Esto no quiere decir que no haya margen de improvisación o de libertad de cátedra, sino que cualquier hecho, actividad, situación o cambio, **puede y debe generar una oportunidad de aprendizaje para el alumno**. Y esto desborda los límites de la propia especialidad de cada profesor. Así, en cada uno de los pasos de la experiencia que se presenta, **se debe tener en cuenta la multitud de posibilidades de aprendizaje y de relación con otras materias**.
- No se debe olvidar la transversalidad que ofrece este método y las herramientas tecnológicas empleadas que amplían el horizonte en el campo educativo. Es importante fomentar su uso, como no puede ser de otro modo, pero un uso consciente, y **con un conocimiento del porqué, el cómo y para qué**.

#### PUNTOS CRÍTICOS Y ACCIONES CORRECTORAS

Algunos de los **puntos críticos** a destacar de este método son confrontados a continuación con **sus acciones correctoras**:

- **Al ser el alumno parte activa de su propio aprendizaje, este método requiere un alto grado de compromiso e involucración, lo que no siempre se consigue.**
  - **Es importante que el docente guíe al alumno y le haga ver la importancia a través de su utilidad en la vida real de los conocimientos presentados.**
- **Se trata de una metodología que requiere mucho más tiempo que una mera clase teórica magistral, es decir, se necesita más tiempo para impartir los mismos contenidos.**

- No obstante aprenden más y mejor –según la teoría Piagetiana se favorece la construcción de significados compartidos– y desarrollan las competencias de aprender a aprender, la comunicación lingüística, la iniciativa y el espíritu emprendedor, etc.
- Además, se ha tratado de hacer más eficiente en términos de contenido-tiempo con una mayor guía por parte del profesor de los recursos a emplear por los alumnos.
- Requiere un alto nivel de madurez y juicio crítico, que no en todas las ocasiones se plantea.
  - No obstante, esta metodología permite desarrollar dichas capacidades mediante su ejercicio.
- Requiere un alto grado de organización por parte del profesor para cumplir con los tiempos programados, por lo que es necesario que el docente tenga experiencia en la enseñanza por metodología de indagación/experimentación.
  - El docente necesita que se le ayude a dominar la indagación, mediante la práctica (González Valdés, A. Reflexión y Creatividad: Método de Indagación del Programa PRYCREA).
  - El Centro en el que se aplique debe tener dentro de su estrategia educativa el uso de estas metodologías innovadoras y diferentes.

## LA PRÁCTICA EXPERIMENTAL

Aunque posteriormente habrá un apartado en que se desarrollará extensamente la práctica experimental y el banco de trabajo, conviene en este momento definir el conjunto de experimentos que se tratarán en este documento por memorizados.

El título elegido es la experiencia de ***Oersted Cuantificada con un magnetómetro***, dentro de este título caben una infinidad de experiencias, aunque debido a la extensión de las mismas se tratarán solo un conjunto de ellas pero que dejarán a la necesidad del docente la adaptación de tantas como imaginen él y sus alumnos.

La razón de elegir esta experiencia se debe a que tiene un grado de abstracción bajo **y que además permite alcanzar todos los contenidos y objetivos propuestos** gracias a la adaptación de la tecnología y el banco de trabajo empleados.

## HERRAMIENTAS

Para la aplicación de este método didáctico son necesarias diferentes herramientas e instrumentos que permitan su desarrollo, desde las más básicas a las más complejas:

- **Aula, libro de texto o apuntes, pizarra y proyector;** con lo que se impartirá la parte teórica en la etapa de introducción.
- **Taller** con mesas adecuadas, con protecciones eléctricas según RBT y antiincendios correspondientes que en el apartado de seguridad correspondiente se comentarán.
- **Un equipos informáticos** por grupo con:
  - herramientas ofimáticas de procesador de textos, hoja de cálculo y creador de presentaciones.
  - Entorno de programación **arduino**.
- Un **banco o estación de experimentación con magnetómetro digital**, siendo la herramienta más específica para el desarrollo de esta práctica. El coste de este elemento si se adquiere comercialmente puede llegar a alcanzar los 300€ por lo que lo haría inviable por eso **uno de los objetos de este proyecto es lograr la fabricación del banco de experimentación con unos costes inferiores a los 30€**. Para ello se desarrollará por memorizado en el siguiente apartado.

## EL BANCO DE TRABAJO

Para el desarrollo del método es necesario disponer de un banco/estación de trabajo sobre el que los alumnos puedan **explorar, experimentar, realizar sus hipótesis, comprobarlas y obtener resultados**.

Las características esenciales deben ser que sea **seguro**, conceptualmente **comprensible** y **barato**.

### Seguro

**El banco de trabajo dispondrá de todas las medidas de seguridad** para evitar accidentes y daños a los alumnos o las instalaciones.

El banco de trabajo estará alimentado por corriente continua de 5-12Vdc (2A) y también por corriente alterna de 230V. En base a esta premisa, se utilizará siempre en unas instalaciones adecuadas que cumplan los requisitos para trabajar con electricidad en Baja Tensión (RBT 2002 y sus IT Complementarias) y cumpliendo todas las Instrucciones Operativas que tengan específicamente las instalaciones.

Los riesgos principalmente son:

### Eléctricos

Los cuales con una protección en el cuadro de mando de la instalación lo cubrirá contra:

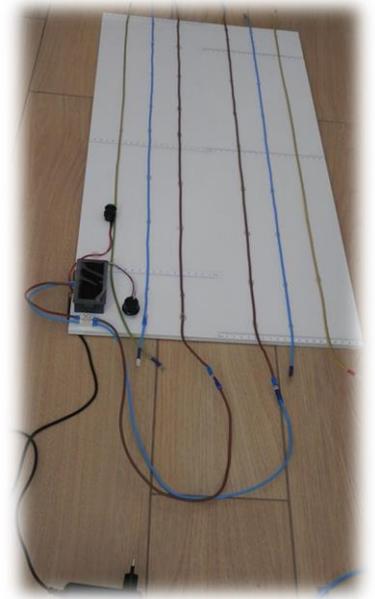
- Sobre carga o cortocircuito por interruptores magneto-térmicos.
- Por derivación por diferenciales.

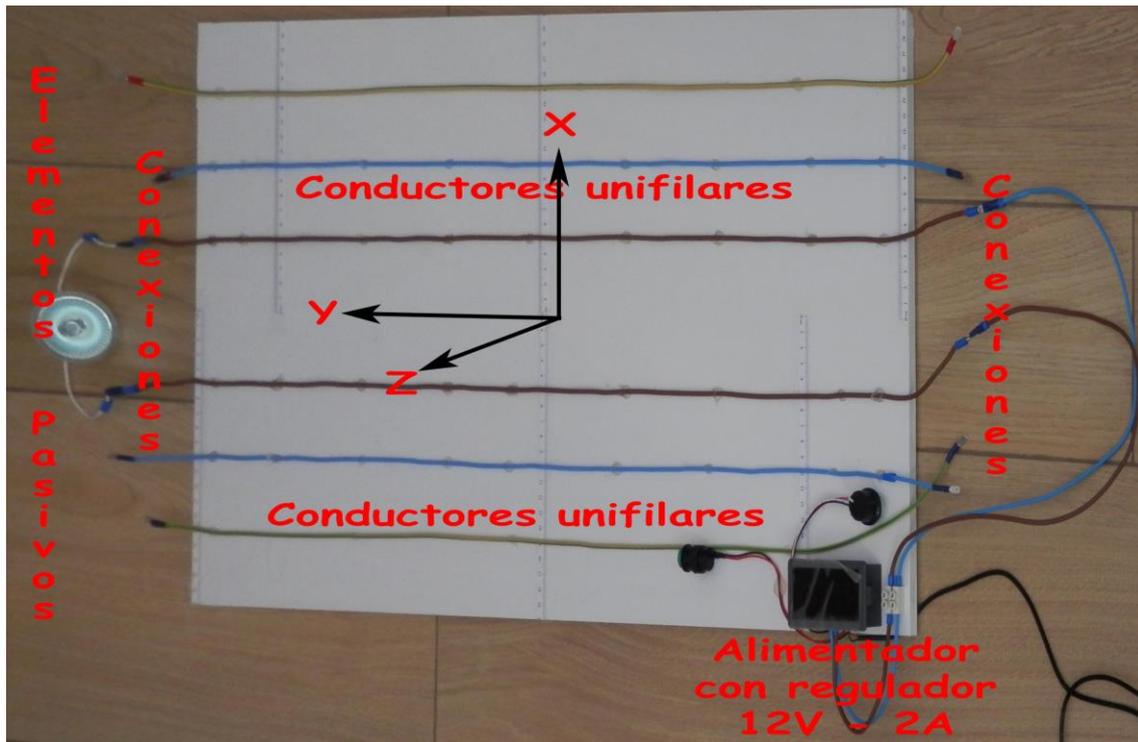
### Fuego

A consecuencia de una chispa o sobre calentamiento por lo que se debe tener **un extintor** en un radio de acción menor de 20 metros.

### Conceptualmente comprensible

La estación de trabajo estará diseñada de forma que, en la medida de lo posible, el alumno **pueda ver tocar e interactuar con todos sus elementos**. Evitando las “cajas negras” logrando reducir la abstracción de los conceptos.





Por esta razón es posible que la apariencia pueda ser más “bruta” pero es el objetivo, un banco de pruebas accesible y útil.

#### Barato

Para que tenga éxito este proyecto que **los costes para su desarrollo deben ser muy reducidos** debido principalmente a:

- Que el presupuesto disponible de colegios e institutos es reducido y la **necesidad de varios bancos** de trabajo podría impedir su viabilidad.
- Que al tratarse de bancos de trabajo su uso por manos no experimentadas y poco cuidadosas puede implicar **la necesidad de reposición y reparación frecuente**.



Como se verá en la siguiente tabla las partes que lo compondrán y su fabricación está al alcance de cualquier docente por pequeño que sea su presupuesto.

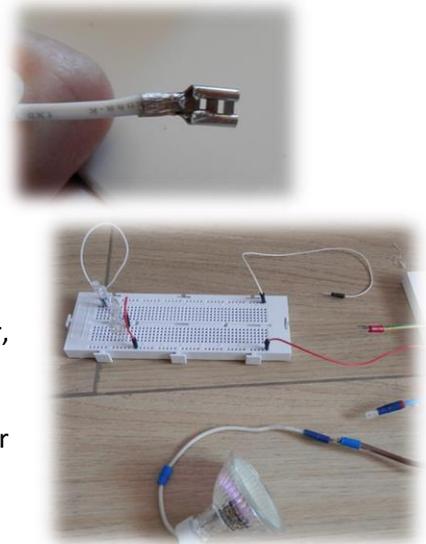
	Cant.	Precio	Total	Proveedor
Magnetómetro	1	9,25	9,25€	Fabricación propia*
Madera contrachapado	1	4,95	4,95€	Leroy Merlin
Forro blanco	1	1,5	1,5€	Leroy Merlin
Cable 1,5 mm <sup>2</sup>	12	0,2	2,4€	Leroy Merlin
Regulador PWM	1	9,17	9,17€	Aliexpress
Conectores rápidos	26	0,1	2,6€	Aliexpress
Casquillo MR16	1	1,2	1,2€	Leroy Merlin
Lámpara halógena 50W MR16 12V	1	2,2	2,2€	Aliexpress
Rectificador transformador 230Vac - 12Vdc 2A	1	6	6€	Leroy Merlin
Multímetros	2	0	0€	Se dispone en laboratorio
Útiles y herramientas (pistola de cola, destornilladores, alicates, cutter, etc)	1	5	5€	
			<b>44,26€</b>	

\* Debido a la importancia de la estación de trabajo se dedicará un apartado exclusivo en referencia a su diseño y funcionalidades en el Anexo I - Manual de uso y construcción del magnetómetro MMIT.

## COMPOSICIÓN

El banco de trabajo estará compuesto por:

- Un magnetómetro electrónico.
- Componentes eléctricos:
  - o Rectificador de tensión 230V – 12Vdc
  - o Regulador de tensión.
  - o Cableado.
  - o Conectores rápidos.
  - o Elementos de consumo (pasivos) como un motor, bombillas, etc.
- Un bastidor, elementos de soporte con todo el cableado por elementos unifilares.



## UN MAGNETÓMETRO ELECTRÓNICO

Como veremos a continuación, tanto en la *ESO* como en *Bachillerato*, se aborda un tema tan abstracto como los campos eléctricos y magnéticos. Pedagógicamente hablando se trata de un *nivel 4 de abstracción*. Esto implica una dificultad añadida al aprendizaje de cualquier persona.

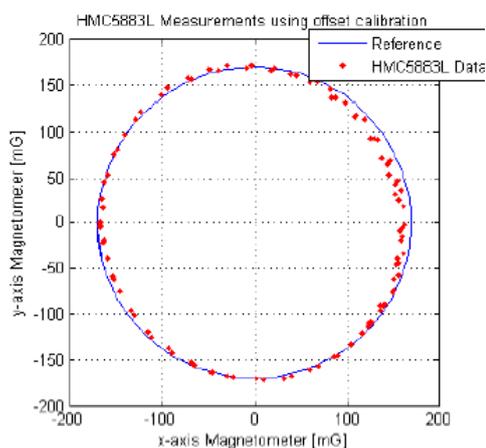
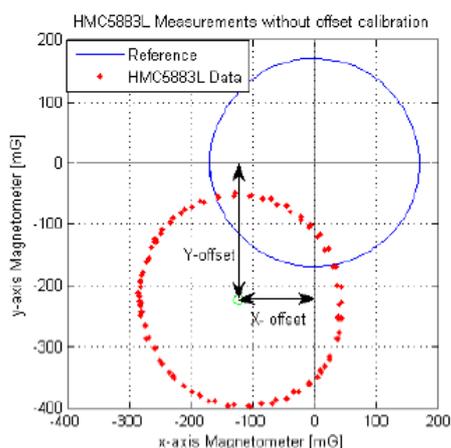
La mejor herramienta didáctica que permitirá facilitar el aprendizaje es reducir este nivel de abstracción por lo tanto, **¿Qué mejor forma para bajar el nivel de abstracción que una medición numérica?** Y aquí es donde entra en juego el uso del Magnetómetro más allá de jugar con simples imanes.

Su uso diseño y justificación se podrá consultar en el Anexo I - Manual de uso y construcción del magnetómetro MMIT.



## TRANSVERSALIDAD DE ASIGNATURAS

Gracias a que *la fabricación del magnetómetro es viable técnica y económicamente* en un instituto con alumnos de 3º ESO en adelante, por supuesto adecuando de distinta forma el apoyo del profesor o facilitando partes prediseñadas según los conocimientos del alumnado, este proyecto **puede desarrollarse transversalmente con varias asignaturas** como son **Tecnología, Matemáticas o Programación**.



MUESTRA DE LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN POR EL SOFTWARE [HTTP://HOBBYLOGS.ME.PN/?P=17#MORE-17](http://HOBBYLOGS.ME.PN/?P=17#MORE-17)

En cambio, debido a la extensión de este TFM, daremos ciertas pinceladas de **cómo hacer esta transversalidad sin entrar en profundidad en ello**.

## DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

Como se ha comentado anteriormente donde se describía el método en base a la estrategia didáctica se proponen las siguientes fases:

- **Introducción teórica, clase teorica magistral.** Enlazando con conocimientos previos.
- **Observación, exploración** en banco de trabajo, **simples y concretos.**
- Introducción de **nuevos conocimientos**, experimentación, preguntas e hipótesis.
- **Estructuración y síntesis.**
- **Conclusión y descubrimientos**, aplicación.

### FASE I - INTRODUCCIÓN TEÓRICA

Esta fase es esencial que permitirá *afianzar conocimientos* a los alumnos, primera etapa para un *aprendizaje constructivista*, y durante la actividad 2 se dará introducción a conceptos teóricos nuevos.

FASE	ACTIVIDAD	Sesión 1
		5   10   15   20   25   30   35   40   45   50
Introducción teórica		
	Actividad 1- Repaso: Conocimientos previos	
	Actividad 2- Introducción base teorica	

La base teórica, está recogida por el currículo de la asignatura de Física de 2º de Bachillerato como ya se ha visto, pero partiendo de una programación didáctica en uso del I.E.S. Sierra de las Villas<sup>2</sup> permitirá estructurar el método en su contexto.

### UNIDAD DIDÁCTICA – CAMPO MAGNÉTICO

La unidad didáctica donde se engloba está en el bloque de interacción electromagnética, en la unidad de: Campo magnético. Los contenidos tratados en esta unidad son:

1. Magnetismo. **Experiencias de Oersted.** Propiedades magnéticas de la materia.
2. **Campo magnético.**
3. Determinación del campo magnético
  - 3.1. Campo magnético creado por una carga puntual en movimiento
  - 3.2. Campo magnético creado por una corriente eléctrica infinita**
4. Acción del campo magnético sobre cargas eléctricas en movimiento.

<sup>2</sup> Romero, F. M. (2016). Temario Física 2º Bachillerato. Recuperado el 2016, de Apuntes, escritos y Ensayo Científicos: <http://www.esritoscientificos.es/apunfisi/inicio.htm>

## FASE II – EXPLORACIÓN

Esta fase se desarrollará en el laboratorio procurando juntar dos sesiones (100 minutos) para lograr mayor eficiencia. Estará compuesta de tres actividades que se impartirán en la mitad de una sesión que continuará con la siguiente fase.

FASE	ACTIVIDAD	Sesión 2									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Exploración	Actividad 1 - Organización										
	Actividad 2 - Explicación de funcionamiento y seguridad										
	Actividad 3 - Exploración sin guion										

### ACTIVIDAD 1 – ORGANIZACIÓN

Estas prácticas deberán ser realizadas por **grupos de 2 a 3 alumnos**, superando ese número el potencial didáctico se verá seriamente mermado por elementos distractores y tiempos disponibles de parte de los miembros del grupo.

Existen diferentes formas de realizar los grupos, que pueden ser elegidos por los alumnos o impuestos por el profesor. Siempre que se haga esta última opción **debe estar planificado con antelación** evitando errores que podrían impedir un buen ambiente de trabajo.

### ACTIVIDAD 2 - EXPLICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO Y SEGURIDAD

Como en todo laboratorio **se debe recordar las normas de seguridad y comportamiento** en la instalación, remarcando los riesgos eléctricos y de incendio, con especial cuidado en las formas de actuar en caso de accidente.

### ACTIVIDAD 3 - EXPLORACIÓN SIN GUIÓN

En estos 15 minutos, los alumnos podrán trastear con el banco de **trabajo sin ningún guion que les induzca a buscar una mecánicamente unos resultados**, permitiéndoles recordar la clase teórica y construir sus hipótesis.

*Puntos de interés*

El alumno deberá comprobar el equipo, entender su comportamiento y si tiene iniciativa podrá comprobar que se cumple lo escuchado en la fase de teoría.

**Una corriente que circula por un conductor genera un campo magnético alrededor del mismo.**

**El valor del campo magnético creado en un punto dependerá de la intensidad del corriente eléctrico y de la distancia del punto respecto el hilo, así como de la forma que tenga el conductor por donde pasa la corriente eléctrica.**



**El campo magnético creado por un elemento de corriente hace que alrededor de este elemento se creen líneas de fuerzas curvas y cerradas. Para determinar la dirección y sentido del campo magnético podemos usar la llamada regla de la mano derecha.**

**En el caso de un hilo conductor rectilíneo se crea un campo magnético circular alrededor del hilo y perpendicular a él.** (Endesa Educa, 2016)

**FASE III – INCORPORACIÓN DE NUEVOS CONOCIMIENTOS**

Esta fase, que se realizará en el taller y está estimada en **40 minutos**, se combina con la actividad posterior de *Trabajo en Grupo* con una duración prevista total de 80 minutos donde los alumnos aprovechando la bibliografía y el acceso a internet con los ordenadores podrán completar y razonar resultados, hipótesis e **iterar haciendo nuevas experimentaciones**.

FASE	ACTIVIDAD	Sesión 2	Sesión 3
Incorporación nuevos conocimientos	Actividad 1 - Experimentación con guion	3 10 15 20 25 30 35 40 45 50	3 10 15 20 25 30 35 40 45 50

**ACTIVIDAD 1 – EXPERIMENTACIÓN CON GUIÓN**

Una vez que **el alumnado se ha familiarizado con sus bancos** de trabajo podrá iniciar una experimentación guiada. Aunque la metodología de indagación pura busca que el alumno aprenda investigando, el tiempo que requeriría es inversamente proporcional a la calidad de su aprendizaje pero el tiempo es un limitante; y en esta ocasión se ha tomado esta decisión de compromiso de una experimentación guiada.

Siguiendo los pasos del *Anexo II – Guía de prácticas del alumno*, los equipos irán completando y resolviendo las dudas planteadas en el documento donde también se les ofrecerá la oportunidad de que realicen sus propias indagaciones, hipótesis y conclusiones.

## FASE IV – ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS

Se recoge de forma somera una estimación de método de trabajo y tiempo que debería llevarles a los alumnos documentar y responder a las preguntas del *Anexo II – Guía de prácticas del alumno*.

FASE	ACTIVIDAD	Sesión 3	Sesión 4
		5   10   15   20   25   30   35   40   45   50	5   10   15   20   25   30   35   40   45   50
Estructuración y síntesis			
	Actividad 1 - Trabajo en grupo		
	Actividad 2 - Trabajo en casa individual		
	Actividad 3 - Experimentación		

### ACTIVIDAD 1 – TRABAJO EN GRUPO

Tal como se ha comentado en la tarea previa, se unirá en el laboratorio la recogida de datos con el trabajo en grupo. De esta forma los alumnos **podrán analizar los datos, ver incongruencias, realizar hipótesis o deducciones** pudiendo tener a su alcance durante ese tiempo el banco de experimentos para poder **comprobar o contrastar**.

### ACTIVIDAD 2 – TRABAJO EN CASA INDIVIDUAL

Cada alumno, teniendo en cuenta que la entrega del informe será individual para que cada uno explique con sus palabras las conclusiones, se ha estimado en 50 minutos, pudiendo llegar a doblarse o triplicarse dependiendo del interés del alumno.

### ACTIVIDAD 3 - EXPERIMENTACIÓN

Como ocurre en la actividad 1 de esta fase, se debe tener en cuenta el posible interés del alumno por contrastar datos o dudas que le hubiesen surgido durante la realización del trabajo individual. Por ello es importante tener en cuenta dejar abierta la oportunidad de que los alumnos voluntariamente en su tiempo libre accedan al laboratorio para realizar alguna experiencia más. En cambio, no se le asigna un tiempo definido ya que sería voluntario; se está buscando dar a **entender la importancia de lograr dar un acceso más libre, aunque controlado, a los laboratorios** a todos los alumnos.

## FASE V – ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS

Esta fase trata de **completar el ciclo de aprendizaje** visto, en el que cada alumno aplica y desarrolla sus conocimientos adquiridos.

FASE	ACTIVIDAD	Sesión 5
Conclusión y descubrimientos	Actividad 1 - Exposición	5 10 15 20 25 30 35 40 45 50
	Actividad 2 - Repaso y Conclusión	

### ACTIVIDAD 1 – EXPOSICIÓN

No se busca una exposición larga, de hecho el tiempo será de **4 minutos** donde cada alumno expondrá:

- **cosas curiosas** descubiertas por el alumno.
- qué **conceptos nuevos ha entendido**.
- qué no ha **conseguido entender**.

### ACTIVIDAD 2 – REPASO Y CONCLUSIÓN

El docente, aprovechará tanto la actividad 1 como el repaso y conclusión para tratar de comprender y, si es posible, **resolver las principales carencias que tengan la generalidad** de los alumnos y ofrecerles a los que tengan **cuestiones individuales su ayuda en tutorías**.

## RESPUESTAS E INFORME DEL ALUMNO

Como se desprende del apartado anterior, los alumnos deberán presentar de dos formas las conclusiones de su aprendizaje, un informe y una presentación de 4 minutos. Estas acciones les deberán de servir para afianzar sus conocimientos, siendo dueños de su aprendizaje, y para el docente le servirá de herramienta de evaluación.

En el Anexo III - Memoria de prácticas del alumno, se detalla el informe realizado para la validación completa del ensayo experimental. Este informe sería el que debiera presentar un alumno que debiera obtener un diez.

## EVALUACIÓN DEL ALUMNADO

La evaluación se entiende como **parte integrante del proceso de enseñanza y aprendizaje** y tiene como función obtener información para tomar decisiones, reflexionar, planificar y reajustar la práctica educativa para mejorar el aprendizaje de todos los escolares.

Se plantea de forma positiva, como una parte del aprendizaje, como refuerzo de los aspectos que se dominan y medio para superar las dificultades y no sólo como un conjunto de notas que dará el resultado final de cada trimestre.

La evaluación incluye aspectos de valoración de nivel de conocimiento, trabajo y evolución en la que participarán los alumnos y los profesores.

La evaluación será continua a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que se pretende conocer la evolución del alumno, será por tanto **formativa, sumativa y continua**. Esto se conseguirá mediante el seguimiento de la respuesta de los alumnos ante las distintas actividades planteadas y por último se comprobará el grado de consecución de los objetivos mediante una prueba escrita.

Para valorar la consecución de los objetivos nos basamos en los siguientes criterios de evaluación:

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Comprender y comprobar que **las corrientes eléctricas generan campos magnéticos**.
2. **Describir el campo magnético originado por una corriente rectilínea** en un punto determinado.
3. **Identificar y justificar la fuerza de interacción entre dos conductores rectilíneos y paralelos**.
4. **Valorar la ley de Ampere** como método de cálculo de campos magnéticos.
5. Aprender a trabajar en grupo, **asumiendo responsabilidades de manera individual y esforzarse por el bien común**.
6. Saber **escuchar y aprender de los demás compañeros**.
7. Valorar la **importancia del electromagnetismo en la vida cotidiana** y sus formas de producción.

## COMPETENCIAS

Este proceso didáctico deberá evaluar, con las actividades realizadas por el alumno, si ha adquirido las siguientes competencias que puede ser medido con la siguiente rúbrica:

### *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*

- Aprendizaje de los conceptos básicos sobre el magnetismo y la relación entre los campos eléctricos y magnéticos.
- Comprensión de la importancia de los efectos electromagnéticos.
- Utilizar el lenguaje matemático para saber expresarse de manera científica.
- Comprensión del funcionamiento básico de las herramientas que usan estos efectos.

### *Competencia en comunicación lingüística*

- Habilidad para expresarse, oralmente y por escrito, utilizando de forma apropiada el lenguaje científico.
- Adquisición de la terminología científica específica para el tema tratado.
- Capacidad de síntesis y expresión escrita.
- Exposición oral para adquirir habilidades verbales y no verbales a la hora de hablar en público.

### *Competencia digital*

- Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs): prensa, enciclopedias, internet, revistas, PowerPoint, etc.
- Uso de Apps, simulaciones, búsqueda de vídeos y contenido multimedia.

### *Competencias sociales y cívicas*

- Contribución a la adquisición de valores en la formación de la persona y actitud crítica en los fenómenos y distintos aspectos del mundo que nos rodea.
- Alfabetización y conocimiento sobre distintos aspectos de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Tratando de adquirir espíritu crítico y tomando conciencia de ello.
- Aprender a escuchar y respetar las opiniones de los demás.
- Refuerzo de la identidad de los alumnos al realizar intercambios de información personal.

### *Competencia para aprender a aprender*

- Tratar de incorporar conceptos e informaciones sobre el mundo natural e integrarlas en la estructura de conocimiento del alumno para que, cada vez, pueda continuar aprendiendo de manera más eficaz y autónoma.
- Aprender de y con los demás.
- Desarrollar la habilidad para construir diálogos, negociar significados, tomar decisiones valorando las aportaciones de los compañeros y conseguir acuerdos.
- Reflexionar acerca del propio aprendizaje para que cada alumno pueda identificar cómo aprende mejor y qué estrategias les resultan más eficaces.

### *Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor*

- Educar a los alumnos de forma que adquieran un espíritu crítico basado en argumentos sólidos, y en este caso, científicos.
- Desarrollar iniciativa personal y la toma de decisiones en la planificación, organización y gestión del trabajo, propiciando así la autonomía y la iniciativa personal.

## MÉTODO

Las prácticas se realizarán por parejas pero la nota será individual y estará formada por dos bloques:

### Desarrollo práctico (25%)

Esta parte se evaluará al equipo por lo que la nota será compartida y estará basada en:

- Utilizar correctamente los materiales del laboratorio. Criterio: El correcto uso del equipo y su devolución en condiciones óptimas de limpieza y orden. (25%)
- Aplicar las técnicas y el instrumental de forma adecuada para cada paso. (25%)
- Cumplir y respetar las normas de seguridad del laboratorio mostrando un correcto comportamiento. (50%)

### Desarrollo del informe (75%)

Realizar un informe individual de la práctica de laboratorio donde se anote puntualmente todo lo realizado: explicaciones, métodos, conclusiones y aplicaciones. Los criterios de evaluación serán:

- Presentación clara y concisa 25%.
- Explicaciones, descripción de los métodos y conclusiones 50%.
- Aplicaciones y bibliografía adicional 25%.

### *Plazo de presentación*

Se deberá entregar 10 días después de terminar la sesión de prácticas.

## RECUPERACIÓN

Para poder superar esta asignatura se debe presentar el informe y obtener una calificación superior a 5 antes del examen final de recuperación.

## EVALUACIÓN DEL PROCESO DIDÁCTICO

La evaluación del proceso didáctico expuesto se deberá realizar dentro de la evaluación de la unidad didáctica incluyendo apartados específicos que permitan su correcta diferenciación para detectar fallos y aplicar las medidas correctoras oportunas.

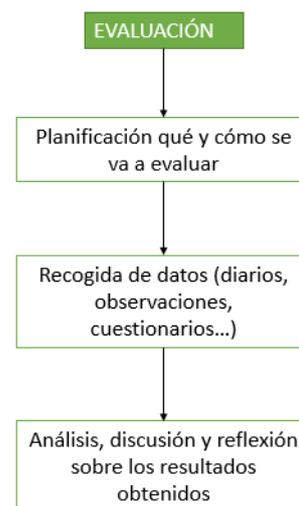
Tendrá dos partes, la evaluación por el propio docente y por los alumnos.

## EVALUACIÓN POR PARTE DEL PROFESOR

### HERRAMIENTAS

Esta fase tiene como objetivo **recoger, revisar y analizar** los datos e informaciones sobre todo el proceso de trabajo, y a partir de los mismos, **reflexionar** sobre las consecuencias que ha tenido para cada profesor y para el conjunto del equipo el haber realizado todo el proceso de elaboración del proceso expuesto. La evaluación ha de realizarse al mismo tiempo que la planificación y desarrollo del proceso didáctico. Es decir, cada fase del modelo no son etapas aisladas e independientes unas de otras sino más bien lo contrario, la interrelación entre las mismas es evidente.

- Planificar la evaluación (decidir qué aspectos van a ser evaluados, cómo se van a evaluar, quien y en qué momentos, con qué instrumentos).
- Realizar la recogida de datos
- Analizar e interpretar los resultados obtenidos a través de las distintas fuentes e instrumentos (observaciones, diarios, cuestionario, pruebas de rendimiento).
- Tomar decisiones en función de los datos obtenidos



#### 1. Planificar el qué y el cómo se realizará la evaluación

QUÉ SE EVALUA	QUIEN RECOGE LOS DATOS	CON QUÉ INSTRUMENTOS
El desarrollo de la clase	Un compañero u otra persona observadora	Observación
El punto de vista del profesor sobre la clase	El propio profesor	El diario del profesor
El punto de vista de los alumnos sobre la clase	El profesor o un compañero	Cuestionario de opinión
Los aprendizajes de los alumnos	El profesor	Actividades, pruebas y trabajos realizados por los alumnos
El trabajo del equipo de profesores	El propio equipo de profesores	Actas y diarios de las reuniones de discusión del equipo

La evaluación nos permitirá obtener información:

- Sobre el proceso de desarrollo en el aula: Diario del profesor, cuestionarios a los alumnos, etc.
- Sobre los resultados de aprendizaje de los alumnos: Trabajos y pruebas de evaluación a los alumnos.
- Sobre el propio proceso de trabajo del equipo de profesores: Notas y actas de cada sesión o reunión de trabajo

## 2. Recogida de datos

La recogida de datos, NECESARIAMENTE, se tendrá que ir realizando a medida que se vaya cumplimentando cada tarea específica que implica el desarrollo de la experiencia.

Existen diferentes técnicas para recogida de datos:

- Diario del profesor
- Cuestionario de opinión a los alumnos
- Observaciones de aula

### 2.1. Diario del profesor

El diario del profesor es un documento escrito a través del cual el profesor recoge **datos de su actividad profesional** reflejando lo que **percibe, valora y siente** sobre la misma. Por consiguiente el diario de un profesor no describe la realidad tal cual es, sino que ofrece el punto de vista, la subjetividad de ese profesor sobre dicha realidad.

Objetivos del diario:

- Intercambio de información entre los miembros del equipo sobre la UD
- Reconstrucción del proceso de trabajo seguido para diseñar la UD
- Seguimiento de ciertos alumnos.
- Autoformación y reflexión del propio profesor.
- Registro que permita la evaluación continua de los alumnos.

Tipos de datos registrados:

- la clase (actividades realizadas, materiales, contenidos, etc.)
- los alumnos (alguno en particular, ciertos grupos, todos, etc.)
- la evaluación (los instrumentos aplicados, resultados obtenidos, etc.)
- el diseño de la unidad (quién lo ha elaborado, cuál ha sido el proceso)
- cualquier otro problema que interese al profesor o al equipo.

Estilo o formato del diario:

- Relato abierto en un cuaderno (libreta o cuaderno personal en el que el profesor escribe las incidencias, conductas, fenómenos, sentimientos o anotaciones que considera más oportunas para describir y valorar su experiencia)
- Plantilla o ficha estándar

<b>Profesor/a:</b> <b>Clase:</b> <b>Unidad didáctica:</b> <b>Sesión:</b> <b>Fecha:</b>
¿Qué ha ocurrido hoy en clase? ¿Qué aspectos de la sesión valoro como POSITIVOS Y NEGATIVOS? ¿Qué recomiendo para futuras clases?

## 2.2. Cuestionarios de opinión de los alumnos

Los cuestionarios son un método sencillo de indagar y obtener un conocimiento fiable del **punto de vista de los alumnos** sobre los distintos aspectos de la enseñanza, de la clase y del profesor.

- Preguntas sobre diversos aspectos de la clase
- Preguntas claras y sencillas
- No preguntar más de una cosa a la vez
- No presentar numerosas cuestiones
- Totalmente anónima

## 2.3. La observación en el aula

La observación de las situaciones, conductas, actividades, comportamientos o fenómenos que suceden en el aula es una de las técnicas más utilizadas y útiles en la investigación educativa y en la formación de profesores.

Esta técnica permite conocer fielmente al observador cuál es el proceso de enseñanza que se desarrolla en un aula, las actividades que se realizan, los comportamientos y respuestas que dan los alumnos a las mismas, la conducta docente, el clima de relaciones de la clase, los materiales utilizados, etc.

## 3. Analizar, valorar y extraer conclusiones

Todo el cúmulo de datos e informaciones recogidos requiere por parte del profesor una **revisión y organización** de los mismos. Cada tipo de datos exigirá un procedimiento de análisis específico. De poco valdría toda la información anterior (básicamente de naturaleza descriptiva) si no se reflexiona sobre la misma. Y **reflexionar** equivale a pensar por qué se ha planificado dicha unidad, con qué finalidad, enjuiciar y valorar el modo en que se ha enseñado, los logros conseguidos, y sobre todo **extraer consecuencias** para el futuro.

- ¿Qué aspectos deben ser cambiados para los próximos procesos?
- ¿Qué ha aportado profesionalmente a cada profesor y a la totalidad del equipo la realización de esta experiencia?
- ¿Qué han aprendido los alumnos en la experiencia?
- ¿Qué sugerencias se ofrecen a otros profesores?

Una vez analizados los datos y hechas las reflexiones pertinentes, se tomarán una serie de decisiones enfocadas a planificar y reajustar la práctica educativa para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado.

## EVALUACIÓN POR PARTE DE LOS ALUMNOS

Una cuestión que hay que tener en cuenta a la hora de evaluar es la percepción del propio alumnado sobre los nuevos conocimientos adquiridos, sobre el esfuerzo empleado para ello. El alumno ha de responsabilizarse de su propio aprendizaje y reflexionar acerca de su propio progreso. Al auto corregirse el alumno/a se hace consciente de sus propios fallos, y aplica las correcciones necesarias. También le ayudará contrastar sus valoraciones con las de otros compañeros y con el profesor en actividades de coevaluación.

Programar y desarrollar actividades de **autoevaluación** no sólo le permitirá al profesorado realizar una evaluación más completa de los procesos de enseñanza y aprendizaje, sino que, además, contribuirá a que el alumnado vaya adquiriendo recursos que le permitan la autocrítica y valoración de su actividad escolar, afianzando así la autonomía y la capacidad de aprender a aprender.

### HERRAMIENTAS

Los cuestionarios son un método sencillo de indagar y obtener un conocimiento fiable del **punto de vista de los alumnos** sobre los distintos aspectos de la enseñanza, de la clase y del profesor.

Los cuestionarios se harán de forma anónima y en ellos se harán preguntas claras y sencillas sobre diversos aspectos de la clase. Ejemplo de un cuestionario adecuado:

<b>CUESTIONARIO DE EVALUACION DE LA ASIGNATURA</b> Ahora toca que seas tú quien evalúe al profesor y a la asignatura. Tus respuestas servirán para que entre todos vayamos mejorando la calidad de la docencia RECUERDA QUE ESTE CUESTIONARIO ES ANONIMO. Consiste en que valores en la escala que a continuación se te presenta los siguientes aspecto de la asignatura (MARCA CON UNA CRUZ LA OPCCION CORRESPONDIENTE)	
1. ¿Cuánto te ha gustado la clase? Todo Algo Nada	2. ¿Cuánto crees que has aprendido? Casi todo Algo Nada
3. ¿Cuánto has comprendido? Casi todo Algo Nada	4. ¿Has podido conseguir los libros y la información que necesitabas? Casi todo Algo Nada
5. ¿Te han ayudado otros? Mucho Poco Nada	6. ¿Te han interrumpido otros el trabajo? Mucho A veces Nada
7. ¿Te ayudó el profesor? Bastante Poco Nada	8. ¿Cuánto ha durado la clase? Demasiado Lo justo Poco
9. La clase ha resultado... Interesante Aburrida	10. ¿Has necesitado algo que no has encontrado? Si No
11. ¿Quién te ha ayudado? El profesor El grupo Otro	12. El trabajo ha sido... Fácil Díficil Normal
13. Escribe algo que te haya resultado difícil de aprender.	14. Escribe algo que te haya gustado especialmente de la clase.

## PROCEDIMIENTO ACCIONES DE MEJORA

Se analizarán los datos recopilados y una vez hechas las reflexiones pertinentes, se tomarán una serie de decisiones enfocadas a **planificar y reajustar** la práctica educativa para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado de cara al próximo curso lectivo.

Existe una metodología conocida como “**Ciclo de mejora continua**” o “**ciclo PDCA**”. El nombre viene de las siglas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, en inglés “Plan, Do, Check, Act”.

Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiéndose como tal al mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales...). El círculo de Deming lo componen **4 etapas cíclicas**, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que **las actividades son reevaluadas periódicamente** para incorporar nuevas mejoras.

Las cuatro etapas que componen el ciclo son las siguientes:

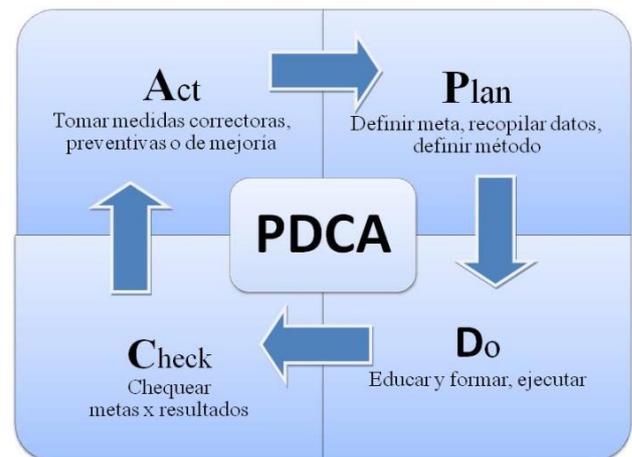
**1. Planificar (Plan):** Se buscan las actividades susceptibles de mejora y se establecen los objetivos a alcanzar. Para buscar posibles mejoras se pueden realizar grupos de trabajo, escuchar las opiniones de los trabajadores, buscar nuevas tecnologías mejores a las que se están usando ahora, etc.

**2. Hacer (Do):** Se realizan los cambios para implantar la mejora propuesta. Generalmente

conviene hacer una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala.

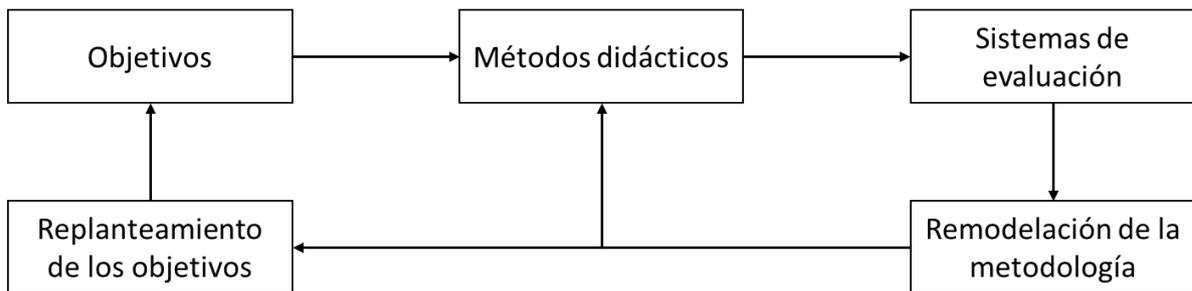
**3. Controlar o Verificar (Check):** Una vez implantada la mejora, se deja un periodo de prueba para verificar su correcto funcionamiento. Si la mejora no cumple las expectativas iniciales habrá que modificarla para ajustarla a los objetivos esperados.

**4. Actuar (Act):** Por último, una vez finalizado el periodo de prueba se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora. Si los resultados son satisfactorios se implantará la mejora de forma



definitiva, y si no lo son habrá que decidir si realizar cambios para ajustar los resultados o si desecharla. Una vez terminado el paso 4, se debe volver al primer paso periódicamente para estudiar nuevas mejoras a implantar.

Entendiendo la evaluación como un **proceso dinámico** para la comprobación de la eficacia del proceso de enseñanza aprendizaje, la secuencia lógica para establecer procesos de mejora será la siguiente:



*(Charro, 2016)*

## BIBLIOGRAFÍA

- Adafruit. (15 de 05 de 2016). *ADAFRUIT - Manual de programación en ARDUINO*. Obtenido de <https://learn.adafruit.com/adafruit-hmc5883l-breakout-triple-axis-magnetometer-compass-sensor/wiring-and-test>
- Arduino. (21 de 06 de 2016). *Arduino Official Web*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>
- Charro, E. (2016). *Apuntes de Metodología y Evaluación*. Universidad de Valladolid.
- Congreso de los Diputados. (2013). *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre , para la mejora de la calidad educativa (LOMCE)*. BOE.
- Endesa. (30 de 06 de 2016). *EndesaEduca recursos interactivos*. Obtenido de [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/iv.-electromagnetismo](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/iv.-electromagnetismo)
- Franco García , Á. (01 de 07 de 2016). *Física con Ordenador*. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>
- Junta de Castilla y León. (4 de mayo de 2015). Orden EDU/362/2015. *Currículo y regulación de la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León*.
- Junta de Castilla y León. (4 de mayo de 2015). Orden EDU/363/2015. *Currículo y regulación de la implantación, evaluación y desarrollo del Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León*.
- María Román, J. M. (2015). *Apuntes de aprendizaje y Desarrollo de la Personalidad*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero de 2015. *BOE*.
- Romero, F. M. (2016). *Temario Física 2º Bachillerato*. Recuperado el 2016, de Apuntes, escritos y Ensayo Científicos: <http://www.escriitoscientificos.es/apunfisi/inicio.htm>
- University of Applied Science Potsdam. (2010). Software de diseño y producción de circuitos electrónicos. Potsdam, Alemania.
- Vidal-Abarca, E., García Ros, R., & Pérez González, F. (2014). *Aprendizaje y desarrollo de la personalidad*. Alianza Editorial.

## ANEXOS

ANEXO I - MANUAL DE USO Y CONSTRUCCIÓN DEL MAGNETÓMETRO MMIT

ANEXO II – GUÍA DE PRÁCTICAS DEL ALUMNO

ANEXO III - MEMORIA DE PRÁCTICAS DEL ALUMNO