



**Universidad**  
Zaragoza

# **Trabajo Fin de Máster**

En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas de  
Idiomas, Artísticas y Deportivas  
**Especialidad de Física y Química**

Sobre el Máster de Educación y la profesión  
docente

On the Master's Degree in Education and the  
Teaching Profession

Autor

**Alejandro Márquez Marzal**

Directora

**Ana Aragüés Díaz**

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2020

## Índice

1.	Introducción .....	3
1.1.	Presentación personal y motivaciones .....	3
1.2.	El Máster de profesorado.....	3
1.3.	Organización del trabajo.....	4
2.	Justificación de la selección de los trabajos.....	5
2.1.	Objetivo de las actividades .....	7
2.2.	Selección de contenidos.....	8
2.3.	Análisis de los contenidos .....	9
2.4.	Metodologías .....	11
2.5.	Diseño de la evaluación.....	11
3.	Presentación de los trabajos seleccionados.....	13
3.1.	Proyecto de Innovación Docente.....	13
3.1.1.	Contexto y objetivos.....	13
3.1.2.	Metodología y actividades .....	14
3.1.3.	Evaluación.....	14
3.2.	Proyecto Didáctico .....	15
3.2.1.	Metodología y organización.....	15
3.2.2.	Actividades.....	17
3.2.3.	Evaluación.....	18
3.3.	Consideraciones finales .....	19
4.	Reflexiones .....	20
4.1.	Sobre las propuestas didácticas .....	20
4.2.	Sobre los estudiantes .....	22
4.3.	Sobre los docentes .....	23
5.	Conclusiones.....	26

6.	Bibliografía .....	28
7.	Anexos .....	30
	Anexo I. Proyecto de Innovación Docente .....	30
	Anexo II. Proyecto Didáctico.....	43

# **1. Introducción**

## **1.1. Presentación personal y motivaciones**

Mi formación académica previa a la realización de este Máster puede ser extensa, ya que consta del Grado en Física, el Máster en Física y Tecnologías Físicas, el Diploma de Microsistemas e Instrumentación Inteligente y el Doctorado en Física, del que únicamente me falta la redacción y defensa, prevista para julio de 2021. Aunque estudié física y estoy acabando un doctorado en física, la temática real de mi tesis doctoral tiene más que ver con la ingeniería electrónica, la microelectrónica y los sensores. Además, siempre me apasionó el mundo del motor y el mundo digital, por lo que mis conocimientos no se limitan únicamente a las ciencias académicas, sino que me gustaría poder impartir, además de la Física y la Química, materias como Matemáticas, Tecnología o Informática.

Desde siempre me ha gustado la docencia, siendo profesor de clases particulares a adolescentes desde que cursaba el grado. Además, debido a la realización de la tesis doctoral he tenido la oportunidad de impartir seminarios a estudiantes en prácticas, dirigir trabajos, y participar en la docencia universitaria. Y he de reconocer dos puntos. El primero, lo que más me ha gustado de realizar la tesis doctoral ha sido la oportunidad de impartir clases en el laboratorio, donde, en mi opinión, más se afianzan los conceptos y más se disfruta la ciencia. El segundo punto tiene que ver con las razones que me llevaron en su día a permanecer en la universidad y realizar el máster de investigación y posteriormente la tesis, en vez de realizar directamente el máster de profesorado. Y la razón no fue otra que la de intentar llegar a ser docente universitario. Han pasado los años y ante las pocas oportunidades que se dan en este ámbito, volví a mis orígenes y me planteé realizar este Máster. Además, he acabado muy desencantado con la situación de la investigación en este país y la opción profesional de dedicarme a la docencia me parece mucho más satisfactoria y gratificante.

## **1.2. El Máster de profesorado**

La realización de este Máster me ha permitido constatar el hecho de que la profesión docente está en constante cambio y evolución, requiriendo un alto grado de implicación por parte de los docentes. Es innegable que la sociedad en la que vivimos se encuentra en constante desarrollo, y por tanto el ámbito de la educación no puede sino seguir innovando y mejorando continuamente. La labor docente no se limita al aula, soltar un monólogo e

irse, sino que hay que establecer relaciones entre el grupo clase y el docente, y entre cada estudiante y el docente. Esto se debe a que la educación ha ido cambiando desde un modelo donde el docente ejercía un rol protagonista hacia un modelo centrado en los estudiantes donde los docentes debemos velar porque los estudiantes tengan un papel activo y ser gestores de su aprendizaje.

A nivel personal, la realización de este Máster me ha permitido afianzar mis ganas de ejercer esta profesión. Trabajar con personas adolescentes es un reto y una motivación, del mismo modo que supone una satisfacción enorme cuando con tu ayuda pueden alcanzar sus objetivos. Entre los aspectos que más aprecio de esta profesión son sin duda la posibilidad de transmitir mi pasión por la ciencia y la experimentación, hacer crecer su imaginación del mismo modo que en su día magníficas personas hicieron conmigo. Por el contrario, existen factores que al principio pueden intimidar, como por ejemplo el excesivo trabajo de papeleo que existe al inicio como realizar programaciones didácticas o preparar material para las clases, entre otros. Sin embargo, la experiencia es algo que se va obteniendo con el tiempo y al final creo que esto no dejan de ser inquietudes iniciales y, sobretodo, pasajeras.

Por último, destacar que, aunque las prácticas de este curso han sido diferentes y telemáticas debido a la emergencia sanitaria del covid-19, han servido para constatar lo que ya sospechaba: el trabajo de profesor es exigente, demanda mucho esfuerzo, pero me encanta y merece la pena dedicarse a ello. El mayor miedo y el mayor comentario de docentes con años de experiencia siempre es “el riesgo de quemarse, de cansarse”. Y creo que en mi caso podría dedicarme a la enseñanza durante mucho tiempo sin que llegara a pasar.

### **1.3. Organización del trabajo**

Este Trabajo de Fin de Máster recoge las reflexiones y experiencias más importantes que he obtenido realizándolo. La estructura del trabajo es la siguiente:

1. Análisis didáctico de las actividades seleccionadas para este trabajo.
2. Presentación de los trabajos seleccionados.
3. Reflexión y propuestas de mejora de los trabajos presentados.
4. Conclusiones finales.

## **2. Justificación de la selección de los trabajos**

A lo largo del Máster se han realizado varios trabajos, y para este trabajo se ha seleccionado el Proyecto de Innovación Docente y el Proyecto Didáctico, descritos en los Anexos I y II respectivamente. El primero se centra en proponer una secuencia didáctica en torno a una unidad didáctica de energía en el que se entrelazan recursos TIC, como presentaciones de diapositivas, simuladores web o pequeños experimentos, de manera que cambie la metodología de clase tradicional y se mejore tanto la motivación como el rendimiento de los estudiantes de 4º de ESO, donde se contextualiza. El segundo trabajo tiene como pilar central la electricidad y la electrónica para afianzar dichos conceptos y dar a conocer las múltiples aplicaciones que los sensores de la Sociedad de la Información en la que vivimos nos ofrecen, basándonos en prácticas e indagación.

La razón de elegir dichos trabajos y no otros responde a dos fundamentos. Con diferencia, son los trabajos que más exigen la integración de los conocimientos adquiridos durante el Máster, los más ambiciosos, y los más extensos. Requieren planificación, selección de contenido científico a enseñar, analizar la metodología que pueda ser adecuada para llevarlos a cabo, considerar las dificultades de aprendizaje de cada tema, y realizar una intensa revisión bibliográfica de la investigación educativa referente al ámbito a tratar.

Además, estos trabajos, al igual que ocurre con el trabajo de fundamentos didácticos (muy cortito en extensión) o la programación didáctica, se realizan de forma individual, mientras que el resto de trabajos del Máster se realizan en grupo. Esto quiere decir que los trabajos presentados reflejan mi visión de la docencia, o al menos cómo me gustaría ser como profesor. Es una verdadera lástima que debido a la situación sanitaria actual no hayan podido llevarse a cabo y se hayan quedado en un ejercicio teórico. Aun así, se ha intentado que sean realistas, de fácil implementación y con capacidad de adaptarse a cualquier centro.

Una de las ventajas, o aspecto de mejora de ambos trabajos, es precisamente que el hecho de haberse quedado en la teoría y no ser llevados a la práctica hacen que sean susceptibles de revisión y modificaciones cuando se implementen por cuestiones que no se habían tenido en cuenta antes. En cualquier caso, y como ya se ha comentado anteriormente, la modificación debe ser una constante en estos trabajos cuando el contexto en el que vayan a implementarse cambie, siempre buscando lo mejor para los

estudiantes y el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Como ya se ha comentado anteriormente, los dos trabajos seleccionados han requerido de un gran esfuerzo de integración de los conocimientos adquiridos durante el Máster además de la revisión de la Física y la Química. Debido a formación como investigador, el hecho de tener que realizar comunicaciones en congresos, o incluso impartir pequeños seminarios, he tenido que reflexionar mucho acerca de la investigación científica en sí misma, modificando el discurso en función de la audiencia, pero nunca pensé en los aspectos didácticos ya que siempre eran investigadores de distintos ámbitos. A la hora de plantear propuestas didácticas, la cosa cambia, y el enfoque tiene que estar no sólo en la audiencia y en la divulgación o exposición de mis investigaciones científicas, sino también en aspectos didácticos para que el mensaje se entienda, teniendo en cuenta la etapa cognitiva y de desarrollo de los estudiantes, entre otras. Como suele decirse, “cada maestrillo tiene su librillo”, pero yo he querido basar mis propuestas en el diagrama mostrado en la Figura 1.



Figura 1. Diagrama de flujo del diseño de las propuestas didácticas.

En primer lugar, comenzamos preguntándonos la razón de enseñar, el porqué de nuestra propuesta, la principal finalidad de nuestro proyecto. Este objetivo principal puede ser mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, como por ejemplo afianzar los conceptos de algún tema, o puede ser actitudinal, como por ejemplo incrementar el interés hacia la ciencia y la tecnología o mejorar la motivación en los estudiantes.

A la hora de elegir qué enseñar debemos basarnos en el currículo oficial, que es lo que

marca por ley lo que deben estudiar y aprender los estudiantes. Por ello, la selección de contenido debe realizarse dentro de este marco legal, pudiendo ampliar si es necesario y útil para los estudiantes.

Una vez seleccionado el contenido que queremos enseñar, debemos realizar un análisis didáctico de los contenidos. Tenemos que detectar el nivel base de los estudiantes, lo que conocen, las posibles ideas previas. Realizar una búsqueda bibliográfica de la investigación educativa sobre el tema arrojará luz acerca de los posibles problemas de aprendizaje que existan entre el grupo donde se contextualice la propuesta. A continuación, con toda esa información en nuestro poder, debemos seleccionar unos objetivos específicos relacionados con el tema escogido y secuenciarlos, y para lograrlos la metodología que empleemos resultará clave.

A la hora de implementar las propuestas, hemos de tener en cuenta aspectos prácticos, como el equipo o los recursos de que disponga el centro, cómo es el aula, cómo es el grupo, y contextualizar adecuadamente.

Por último, no debemos olvidarnos de la evaluación. La manera de saber si el proyecto ha sido eficaz, si los estudiantes han aprendido, o si el contenido ha sido adecuado, es someterlo a prueba para seguir mejorando el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Aunque el diagrama de la Figura 1 tiene una estructura circular, realmente todas las etapas están conectadas entre sí, ya que la modificación de una de ella obliga a la revisión de las demás de manera continua para que el conjunto tenga la mayor cohesión posible. A modo de ejemplo, un cambio en el grupo donde se contextualiza la propuesta provocará cambios a nivel de sus conocimientos base y dificultades de aprendizaje, por lo que los objetivos pueden variar, la metodología o el contenido, entre otros.

A continuación, se describen con más detalle las distintas fases del Proyecto de Innovación Docente y del Proyecto Didáctico.

## **2.1. Objetivo de las actividades**

Ambos proyectos partieron de la pregunta “¿cuál es el objetivo principal?”. Tener una idea principal genera cohesión en las propuestas, puesto que de ella emergen el resto de componentes del trabajo. Además, ayudan a centrar la propuesta y no perder el tiempo y el esfuerzo en otros menesteres. No es baladí seleccionar el objetivo central de una propuesta, ya que debe tener en cuenta diversos factores, como por ejemplo el marco legal

de la propuesta (el currículo), el centro donde se va a desarrollar, el perfil de los estudiantes y sus intereses y necesidades, la etapa de desarrollo donde se encuentran, o las propias creencias del docente y sus propios intereses.

Por tanto, en cuanto al Proyecto de Innovación Docente, el objetivo vino marcado por el centro donde se iba a realizar el Practicum II y el grupo y etapa donde impartiría clase. El grupo en cuestión cursaba 4º de ESO y estaba formado por 29 personas. Durante el anterior Practicum había analizado al grupo, y se encontraba en general desmotivado, siguiendo una metodología tradicional. Por ello, decidí que el objetivo principal del proyecto sería el de cambiar la metodología para incentivar el interés, mejorar la motivación y por tanto el rendimiento académico del grupo.

En cuanto al Proyecto Didáctico, al tratarse de un ejercicio teórico y contar con una libertad de elección total, decidí escoger un tema de interés personal como pueden ser los sensores con el objetivo de realizar una divulgación de sus aplicaciones mientras ayudaba a asentar conceptos teóricos de electricidad, siguiendo un enfoque de ciencia, tecnología y sociedad, CTS (García-Palacios, González-Galbarte, López-Cerezo, Luján, Martín-Gordillo, Osorio, y Valdés, 2001) y realizando prácticas guiadas por el docente, de modo que se produzca un aprendizaje mediante una investigación dirigida e indagación (Campanario y Moya, 1999).

## **2.2. Selección de contenidos**

Una vez planteadas las finalidades principales de cada propuesta, se debían seleccionar los contenidos científicos que se iban a enseñar.

Por una parte, del mismo modo que el objetivo general venía un poco marcado por las condiciones del centro donde iba a realizar el Practicum II, el contenido científico del Proyecto de Innovación Docente también estaba fijado. Con la tutora de prácticas acordé que diseñaría e impartiría la unidad didáctica de energía, incluyendo los contenidos marcados en el currículo oficial de la comunidad autónoma de Aragón (Orden ECD/489/2016). Debido a la situación de emergencia sanitaria y de tener que realizar las prácticas de manera telemática, este proyecto paso de ser teórico-práctico a únicamente teórico. No obstante, diseñe el proyecto para adecuarlo a las circunstancias y poder implementarlo. Sin embargo, a última hora el Gobierno de Aragón decretó que no podían impartirse conocimientos nuevos y hube de realizar las prácticas impartiendo repasos de cinemática que los estudiantes habían visto en febrero, antes del confinamiento.

Por otra parte, los contenidos seleccionados para el Proyecto Didáctico no estaban sujetos a la obligatoriedad del currículo, y había libertad total para elegir. Por interés personal, decidí que quería realizarlo sobre sensores, como ya se ha comentado en el apartado anterior. Por ello, intenté plantear el proyecto como una ampliación de contenidos dentro del currículo oficial de 1º de Bachillerato (Orden ECD/494/2016) de la electricidad, introduciendo la electrónica y algunos de sus elementos, y las aplicaciones de los sensores que la microelectrónica y la industria de los semiconductores nos ofrecen a día de hoy. Dado que la electricidad forma parte del currículo, existe mucha literatura de investigación educativa acerca de ella, y me pareció una buena idea comenzar el proyecto con la electricidad, para posteriormente pasar a la electrónica y los sensores.

Es importante destacar el hecho de que la selección de contenidos requiere de una profunda revisión de los mismos por parte del docente, ya sea un tema más cercano (como puede ser mi caso con la Física) o más lejano (como la Química). La comprensión científica por nuestra parte deber ser total, de modo que los estudiantes adquieran los conceptos adecuadamente, y para ello debemos reciclarnos continuamente mediante la bibliografía disponible. De igual manera que las ideas previas de los estudiantes afectan al proceso de enseñanza-aprendizaje, nuestras ideas también pueden alterar este proceso y que surjan en los estudiantes ideas alternativas (Sinarcas y Solbes, 2013), y es algo que todo docente debería evitar a toda costa.

### **2.3. Análisis de los contenidos**

Después de realizar la selección de contenidos, hemos de realizar un análisis didáctico para detectar los posibles problemas de aprendizaje y las ideas previas que poseen los estudiantes.

Dentro de la Psicología Evolutiva, Ausubel, Novak y Hanesian (1983) ya afirmaban que el factor más importante que influye en el aprendizaje es el conocimiento que ya posee. Comprobemos esto, y a partir de ahí enseñemos. Esta visión constructivista para enseñar ciencias fundamenta su estrategia en el supuesto de que los estudiantes adquieran los contenidos mediante una construcción activa a partir de “lo que saben”. A veces, esas ideas previas serán científicamente erróneas y corresponderá al docente modificarlas para que los estudiantes adquieran el conocimiento científicamente correcto.

En cuanto al Proyecto de Innovación Docente, la principal dificultad se encuentra en la propia energía, sus múltiples definiciones y unidades (dependiendo de la rama de

conocimiento), y sus manifestaciones. Por ejemplo, un problema clásico entre los estudiantes es la asimilación y relación entre los conceptos de trabajo y calor, la confusión entre calor y temperatura, y sus relaciones con la energía, tal y como apuntan Doménech, Gil-Pérez, Gras, Guisasola, Martínez-Torregrosa, Salinas, Trumper y Valdés (2003). Además de las ideas previas de los estudiantes, Núñez, Maturano, Mazzitelly y Pereira (2005) establecen dos puntos más en las dificultades de los estudiantes: los conceptos que aparecen en los libros de texto, y las propias concepciones de los docentes, que pueden ser erróneas y por tanto generar ideas alternativas en los estudiantes.

Para superar estas dificultades, Núñez et. al (2005) proponen abandonar el enfoque tradicional de abordar la energía a partir del concepto de trabajo de una fuerza y evitar la confusión que provoca entre los estudiantes mezclar los conceptos de fuerza, trabajo y energía. Proponen tomar un enfoque general de la energía y sus transformaciones para después particularizar a los distintos sistemas.

En lo referente al Proyecto Didáctico, los conceptos científicos de electricidad son especialmente complejos y difíciles, y generan ideas alternativas en los estudiantes. Estas ideas influyen en su aprendizaje, y las experiencias cotidianas (como por ejemplo al encender la luz) refuerzan estas ideas alternativas. Además, tanto el material escolar con sus explicaciones y simplificaciones y el propio docente pueden influir negativamente y reforzar estas ideas alternativas, como ocurría en el caso de la energía. Un ejemplo de ello es el funcionamiento de la corriente eléctrica, donde la idea, muchas veces extendida por los libros de texto, es la de que los electrones están esperando a que se cierre el circuito para moverse y recorrerlo (Ruiz-Sáenz de Miera, Oliva-Martínez y Rosado-Barbero, 1991, y Angel y Clavijo, 2006). Además, el contenido de ampliación de electrónica y aplicaciones de sensores puede ser de difícil comprensión conceptual, requiriendo elevados niveles cognitivos, como por ejemplo los materiales semiconductores o la fabricación de circuitos integrados sobre silicio, requiriendo además matemáticas avanzadas: transformada de Fourier y componentes frecuenciales.

Por tanto, las dificultades principales que podríamos encontrar son el sesgo cognitivo, es decir, que se aferren a sus ideas previas y alternativas y no se paren a pensar y razonar, y el factor visceral, que va de la mano con la anterior ya que es difícil separar para ellos la parte racional y objetiva de la emocional o lo que creen que debería ser.

## **2.4. Metodologías**

Como suele ocurrir en docencia, no hay una única elección adecuada, y lo que pueda funcionar para un contexto puede no funcionar para otro. Por ello la elección de la metodología responde, además de a los estudios e investigaciones que las fundamentan, a un interés personal del docente que lleve a cabo la actividad. En consecuencia, las metodologías seleccionadas para los trabajos pueden ser adecuadas bajo mi punto de vista, pero ser susceptibles de mejora o emplear otras metodologías y obtener los mismos resultados.

En la fase de formación general del Máster, concretamente en la asignatura “Procesos y contextos educativos”, estudiamos las metodologías actuales que según las Ciencias de la Educación mejor funcionan en los centros escolares: aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en proyectos/problemas o aprendizaje-servicio, entre otros. En cualquier caso, todas ellas son metodologías activas que hacen de los estudiantes los protagonistas de su propio aprendizaje.

Para el Proyecto de Innovación Docente, la idea era apartar la metodología tradicional de copiar de la pizarra y dictar para emplear herramientas TIC, como por ejemplo presentaciones de diapositivas con PowerPoint. Además, el uso de un ordenador en clase con acceso a internet abre un mundo de posibilidades para proyectar videos o realizar experimentos con simuladores web para mejorar la adquisición de conceptos (Alonso-Sánchez, 2017). Además, también se proponía llevar experimentos al aula para facilitar la enseñanza-aprendizaje de la energía y su conservación, y plantear un experimento para casa de modo que se diga un aprendizaje basado en problemas: estimar la eficiencia energética de un microondas.

Pasando al Proyecto Didáctico, la metodología también fue variada, ya que incluía la presentación de contenido empleando herramientas TIC y varias actividades prácticas donde los estudiantes aprendían mediante un proceso indagativo guiado por el docente. Por último, se realizaba una experiencia de cátedra frente a los estudiantes y se les pedía posteriormente la búsqueda bibliográfica, dotándoles de autonomía, de distintos tipos de sensores y sus aplicaciones para una posterior exposición y debate en clase.

## **2.5. Diseño de la evaluación**

Para conocer el grado de alcance y consecución de los objetivos marcados, así como

de asegurarnos de que los estudiantes se esfuerzan e intentan aprender, es necesario plantear una evaluación tanto de la propuesta didáctica, para modificarla si fuera necesario, como de los estudiantes. Del mismo modo, la evaluación ha de ser coherente con los objetivos marcados y con el contenido de la propuesta y su metodología.

A tal fin, en el Proyecto de Innovación se planteó la evaluación por medio de un cuestionario con preguntas breves que no podían resolverse mediante un aprendizaje memorístico. Además, se evaluaría la entrega del informe científico del experimento mediante una rúbrica que los estudiantes conocerían de antemano, de modo que fuera lo más justa y objetiva posible. Además de analizar las tareas, cuestionarios e informe para medir el rendimiento académico de los estudiantes y grado de adquisición de conocimientos, también se emplearían notas anónimas y entrevistas breves con los estudiantes para recibir información acerca de la intervención, qué ha sido lo más interesante o qué modificarían, por ejemplo. La idea de emplear tanto recursos anónimos como las notas y recursos directos, como el diálogo, es abarcar todo lo posible las opiniones de los estudiantes y que incluso aquellos con más timidez se atrevan, puesto que es igual de importante.

Para el Proyecto Didáctico, se seguirían empleando los cuestionarios breves, los informes científicos de las actividades prácticas y las notas anónimas tipo *one minute paper*, pero además de ello se emplearía una rúbrica adicional para que los estudiantes se co-evaluaran en las exposiciones y el debate.

### **3. Presentación de los trabajos seleccionados**

A continuación, se presentan y describen los dos trabajos realizados durante el Máster incluidos en esta memoria: el Proyecto de Innovación Docente (Anexo I) y el Proyecto Didáctico (Anexo II).

#### **3.1. Proyecto de Innovación Docente**

El trabajo presentado en este apartado (Anexo I) fue realizado dentro de la asignatura “Innovación e investigación educativa en física y química”. El planteamiento inicial era realizar una intervención durante el periodo de Practicum II en el centro de prácticas que supusiese alguna mejora (innovación) respecto a la metodología o contenidos que se seguía en el mismo. Desafortunadamente, la emergencia sanitaria provocada por el covid-19 hizo que las prácticas fueran, forzosamente, telemáticas. Además de esta situación, la profesora responsable de la asignatura nos propuso que el proyecto quedara en algo meramente teórico debido a la dificultad de implementar nuestros proyectos ante estas circunstancias.

##### **3.1.1. Contexto y objetivos**

El grupo clase con el que se iba a trabajar había sido analizado previamente durante el Practicum I. Era una clase de 4º de ESO de Física y Química que constaba de 29 estudiantes, de los cuáles 5 eran chicas y el resto chicos. Además, era un grupo muy hablador, que atendían poco en clase y además con una motivación muy baja hacia la materia a pesar de haber elegido el itinerario de ciencias académicas.

El proyecto teórico planteado consistía en impartir los contenidos relacionados con la energía de 4º de ESO de Física y Química, recogidos en el Bloque 5: Energía de la Orden ECD/489/2016 del Gobierno de Aragón. La propuesta se basaba fundamentalmente en cambiar el método de impartir las clases para hacerlas más amenas a los estudiantes (emplear presentaciones en lugar del método tradicional de copiar de la pizarra), mientras se realizaban pequeñas experiencias de cátedra llevadas a cabo por el profesor y se empleaban recursos TIC (emplear simuladores web, por ejemplo) además de plantearles un pequeño proyecto para realizar en casa.

Con todo esto se pretendía mejorar su rendimiento académico además de mejorar su motivación e interés hacia la asignatura, tal y como afirmaban autores previos como Fernández-César, Pinto-Solano y Muñoz-Hernández (2018), Villareal-Rodríguez y

Segarra-Alberú (2017) y García Ramírez (2016).

### 3.1.2. Metodología y actividades

La metodología propuesta para este proyecto se centraba en incorporar experiencias de cátedra durante las explicaciones teóricas de las clases, como por ejemplo emplear una pelota y sus rebotes para ilustrar mejor la conservación de la energía mecánica y la pérdida de energía en choques y por rozamiento. Además de ello, se emplearían en clase simuladores web como los ofrecidos por la Universidad de Colorado (PhET Interactive Simulations, 2020) para revisar estos conceptos de manera más atractiva.

Por otra parte, se planteó una experiencia que los estudiantes debían llevar a cabo en casa para trabajar los conceptos de calor y temperatura. A partir de la potencia del microondas y del calor específico del agua podemos hacer predicciones acerca de la temperatura final que alcanzará el agua según el tiempo que calentemos (empleando también el concepto de potencia). Como es un experimento real, habrá pérdidas y por tanto se puede estimar la eficiencia del microondas. Por último, se pueden realizar varias medidas y luego realizar un análisis estadístico (media y desviación) para que los estudiantes apliquen el método científico.

### 3.1.3. Evaluación

En primer lugar, la evaluación propuesta para este proyecto se basa en cuestionarios iniciales y finales a los estudiantes para comprobar el grado de mejora en rendimiento y adquisición de conceptos, así como el empleo de notas anónimas para comprobar el grado de satisfacción y de motivación de los estudiantes con las actividades propuestas y la materia. Además, también se proponía realizar diálogos o entrevistas breves con los estudiantes mientras se realizan las actividades.

Para evaluar el rendimiento de los estudiantes en el tema de Energía, se proponía además de los cuestionarios la corrección mediante rúbricas (que en todo momento están a su disposición) las diferentes tareas realizadas y un informe del experimento del microondas. En cuanto al proceso de aprendizaje, se proponía emplear simultáneamente las notas anónimas y el diálogo además de una observación sistemática por parte del docente. Del mismo modo, los estudiantes también pueden emplear las notas o las conversaciones con el docente para proporcionar información acerca del proceso de enseñanza y mejorarlo de manera continua y constante.

### **3.2. Proyecto Didáctico**

Este trabajo se presentó en la asignatura “Diseño de actividades de aprendizaje de física y química”. La temática principal del proyecto giraba en torno al electrón y dos ramas de conocimiento: la electricidad y la electrónica. En primer lugar, la electricidad forma parte de currículo tradicional del sistema educativo y constituye uno de los pilares de la sociedad ya que sin electricidad no funciona ningún dispositivo. A pesar de ello, los conceptos son a menudo entendidos de manera incorrecta por los estudiantes, ya sea por complejidad conceptual o por mala práctica docente (Ruiz-Sáenz de Miera et al., 1991, y Angel et al., 2006). Por esta razón este proyecto se centraba en afianzar correctamente estos conocimientos en los estudiantes mientras adquieren al mismo tiempo destrezas en el ámbito práctico de medida de magnitudes eléctricas y manipulación de circuitos, extrapolables al ámbito cotidiano (Sirur-Flores y Benegas, 2016).

En segundo lugar, la electrónica no forma parte del contenido curricular, al menos no explícitamente. Sin embargo, su importancia en la actual sociedad de la información y la comunicación es esencial, la base de la era digital que vivimos. Los estudiantes emplean las tecnologías de la comunicación y la información (TICs), los teléfonos inteligentes, ordenadores y demás dispositivos electrónicos sin entender realmente cómo funcionan. Por tanto, la intención educativa era ampliar conocimientos con objeto de que los estudiantes conozcan de dónde proviene todo aquello que emplean a diario, al menos de manera divulgativa (Torres-Climent, 2010, y Hurovich, Azpiazu, Cucci y Joselevich, 2015).

Debido a que se necesita de cierta madurez para entender los diferentes conceptos, y que 2º de Bachillerato ya es un curso de por sí bastante exigente con la preparación de la EvAU, este proyecto se contextualiza en la materia Física y Química de 1º de Bachillerato, ampliando los contenidos del currículo aragonés establecidos en la Orden ECD/494/2016.

#### **3.2.1. Metodología y organización**

El objetivo principal de la propuesta era conseguir en los estudiantes un aprendizaje significativo y motivador para lograr la adquisición de contenidos curriculares al mismo tiempo que se fomentan la actitud, el interés y la motivación hacia la ciencia. Para ello se siguió un enfoque “ciencia, tecnología y sociedad”, CTS (García Palacios et al., 2001), en el que los conocimientos que se adquieran puedan tener un significado en la sociedad

actual de los alumnos. Con este tipo de dinámicas se buscaba trabajar más competencias que la puramente matemática, tecnológica y científica fomentando la educación social y cívica y hacer la ciencia más cotidiana, próxima y útil, que los estudiantes sean conscientes de la importancia de las aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad y la utilidad de lo que se les enseña.

Como la materia Física y Química proviene de dos ramas de las ciencias experimentales, el énfasis principal del proyecto residía en la experimentación e indagación por parte de los estudiantes, de manera que participen activamente en las clases y sean protagonistas de su aprendizaje, sacando sus propias conclusiones y que de este modo se formen como ciudadanos críticos capaces de tomar decisiones por sí mismos y, de manera particular, solucionar problemas relacionados con la electricidad y la electrónica.

En cuanto a la organización y secuenciación de actividades, la propuesta se divide en tres actividades, subdivididas a su vez cada una en dos sesiones. La Tabla 1 muestra la secuencia de actividades.

TABLA 1. Secuencia de actividades del proyecto didáctico.

Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5	Sesión 6
<u>Actividad 1: Divulgación</u>		<u>Actividad 2: Experimentación</u>		<u>Actividad 3: Demostración</u>	
<i>Electricidad</i>	<i>Semiconductores y electrónica</i>	<i>Montaje de circuitos I</i>	<i>Montaje de circuitos II</i>	<i>Demostración</i>	<i>Debate y exposición</i>
- Conceptos - Medida de magnitudes eléctricas?	- Elementos semiconductores - Fabricación y aplicaciones	- Resistencias en serie y paralelo - Ley de Ohm	- Leyes de Kirchhoff - Modelado de diodos LED	- Medidor de pulso cardíaco - Propuesta de reto	- Puesta en común: aplicaciones de sensores y discusión - Evaluación

El primer objetivo es afianzar los conceptos eléctricos, como la corriente eléctrica, la intensidad y la tensión o diferencia de voltaje. A continuación, daremos un salto a las nuevas tecnologías, los elementos semiconductores, sensores y fabricación de dispositivos electrónicos presentes en la vida cotidiana. Después, para mejorar la destreza en el laboratorio y trabajar el método científico realizaremos sesiones prácticas para aprender a medir correctamente magnitudes eléctricas y comprobar experimentalmente dos leyes físicas, de modo indagativo, aunque siempre guiados por el docente.

Para finalizar, se realizará una demostración en clase de una aplicación de una

resistencia dependiente de la luz (LDR, *Light Dependent Resistor*) como medidor de pulso cardíaco y se propondrá a los estudiantes que busquen información acerca de otros sensores y sus posibles aplicaciones para exponerlo en clase en la siguiente sesión y debatirlo entre todos y todas.

### 3.2.2. Actividades

La actividad de **divulgación** está centrada en explicar conceptos de electricidad y electrónica. Se hace énfasis en afianzar conceptos clave como la corriente eléctrica, cómo se produce, la diferencia de potencial o la resistencia eléctrica, mientras se introducen conceptos nuevos como los materiales semiconductores, qué se puede fabricar con ellos o los tipos de sensores que existen en la actualidad.

La actividad de **experimentación** se distribuye en dos sesiones de laboratorio donde los estudiantes trabajan autónomamente guiados por el docente. Durante la primera sesión se aprenderá a emplear instrumentación eléctrica básica, como un multímetro o una fuente de tensión, y a medir magnitudes eléctricas con dichos instrumentos. Para terminar la sesión, se comprobará experimentalmente la asociación de resistencias en serie y en paralelo mientras se aprende a utilizar una placa blanca de montaje de circuitos, y por último se comprobará experimentalmente la ley de Ohm.

Durante la segunda sesión, una vez adquiridas las destrezas y habilidades para montar circuitos y medir, los estudiantes pueden comprobar experimentalmente las leyes de Kirchhoff para mallas y nudos. Centrándonos en la electrónica, también podemos medir experimentalmente la curva característica intensidad-voltaje de un diodo LED para comprobar que efectivamente se comporta como se ha estudiado.

La última actividad es la de **demostración e indagación**, donde se llevará a cabo una primera sesión de experiencia de cátedra por el docente. En ella se presentará una aplicación de un sensor de luz LDR (*Light Dependent Resistor*) como medidor de pulso cardíaco, tal y como se aprecia en la Figura 2.

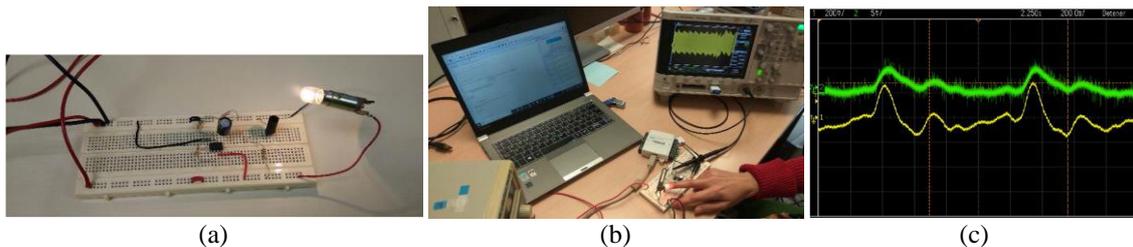


Figura 2. Medidor del pulso cardíaco: a) Montaje; b) Ejemplo de medida; y c) Señal del pulso cardíaco.

Para ello la sesión comienza con un debate en grupo acerca de qué se puede realizar con una LDR para posteriormente plantear la aplicación que vamos a ver, enfatizando en la idea clave de que a partir de los cambios en la resistencia debido a la cantidad de luz que le llega podemos medir el pulso cardíaco. Para ello emplearemos una fuente de luz (bombilla o la linterna del móvil), nuestros dedos índice o corazón, y la LDR en un circuito de acondicionamiento conectado al ordenador y a un osciloscopio para ver los pulsos. Con los latidos del corazón la cantidad de sangre que circula por las venas va cambiando, y por tanto la cantidad de luz que atraviesa nuestros dedos varía. Si detectamos esas variaciones, estaremos detectando nuestro pulso cardíaco.

Después de realizar la experiencia de cátedra y de que varios estudiantes midan su propio pulso, se pide a los estudiantes la realización de una búsqueda bibliográfica de un tipo de sensor y sus posibles aplicaciones, para en la siguiente sesión realizar una exposición breve, explicando el sensor elegido, qué tipo de transducción realiza y sus aplicaciones. De este modo la última sesión se dedica a la exposición y debate grupal de los distintos tipos de sensores y aplicaciones.

### 3.2.3. Evaluación

La evaluación emplea varios recursos con el objetivo de evaluar tanto el propio proyecto didáctico como a los estudiantes y su rendimiento académico. Para evaluar el proyecto, deberíamos analizar los resultados del cuestionario inicial y del test final, así como las notas anónimas para analizar las razones acerca de cómo de bien ha funcionado el proyecto didáctico de cara a su continua mejora.

Para evaluar a los estudiantes, se propuso emplear un cuestionario inicial para detectar el nivel de conocimientos de los estudiantes. Este cuestionario se repetiría semanas después del desarrollo del proyecto para comprobar los avances, además de incluir una nota anónima en la que expongan sus opiniones acerca del mismo: lo que han aprendido, lo que les hubiera gustado aprender, si ha sido útil, qué cambiarían...

Para evaluar la parte práctica, los alumnos realizarán un breve informe exponiendo los resultados que han obtenido, explicando el procedimiento y cómo han medido. Por otra parte, mediante una rúbrica de coevaluación evaluarán entre ellos su aportación en la exposición y debate sobre sensores y aplicaciones de la última sesión.

### **3.3. Consideraciones finales**

En cuanto al proyecto de innovación docente, no se pudo llevar a la práctica y hubo de quedarse en un ejercicio teórico, pero su concepción era realista, útil y de fácil aplicación en el aula para poderse implementar y reproducirse en otros contextos. A pesar de la imperiosidad de tener que realizar docencia telemática, se ajustó el proyecto para que se pudiera realizar en estas circunstancias. Sin embargo, no fue posible debido a un cambio de última hora en la temática de las prácticas (de energía a cinemática) dada por el Gobierno de Aragón. Algunas de las ideas propuestas en el proyecto fueron implementadas durante el Practicum, como los simuladores web, recibiendo una valoración cualitativa positiva por parte tanto de estudiantes como de la tutora.

Por otra parte, y una vez revisado, he comprobado que el proyecto didáctico contiene varios errores. Uno de ellos es la secuenciación y temporalización. Creo que las sesiones planteadas inicialmente son escasas y el contenido muy ambicioso. Una posible solución que propondría para solucionarlo sería ampliar el número de sesiones, de modo que se realicen 4 sesiones de laboratorio en vez de 2, y que se realicen al menos 2 sesiones para las exposiciones en grupo en vez de únicamente una. La otra alternativa sería reducir el contenido del proyecto si las limitaciones del calendario impidieran ampliarlo por tener la obligación de dar el contenido del currículo oficial.

El segundo error que observo es la falta de un cambio más drástico en la metodología para salir de lo convencional y enfocar todavía más el proyecto en la indagación por parte de los estudiantes. Es posible que la razón de no haberlo hecho sea la dificultad del contenido que quise introducir, como toda la introducción a la electrónica y sus aplicaciones. Centrarme en la electricidad me habría permitido un mayor enfoque en este sentido, dejando el ámbito de la electrónica para otras materias, como por ejemplo Cultura Científica.

Aun así, el proyecto didáctico se planteó de manera teórica de la manera más realista posible, siendo su viabilidad dependiente de los conocimientos del docente debido a su alto contenido en electrónica.

## **4. Reflexiones**

En la presente memoria he intentado dar mi perspectiva acerca del Máster y todo lo que he aprendido sobre docencia, y como ya se ha comentado, los dos trabajos incluidos me han supuesto realizar la mayor reflexión de entre todos los trabajos del Máster. De hecho, aún estoy en formación y soy consciente del largo camino que me queda por recorrer y aprender sobre la práctica docente. Es una pena no haber podido llevar a la práctica el Proyecto de Innovación Docente, porque estoy seguro de que esa experiencia habría sido muy provechosa para realizar valiosas modificaciones en el proyecto.

Así pues, comenzaré exponiendo mis reflexiones acerca de las propuestas y recogiendo las posibles mejoras que ahora, tras haberlos presentado, me vienen a la mente. A continuación, recopilaré las reflexiones acerca de los estudiantes, tanto lo aprendido durante el Máster como lo observado durante el breve Practicum telemático. Para finalizar, incluiré unas reflexiones acerca de la docencia y la figura del docente. Por temas de organización las reflexiones se dispondrán de esta manera, pero es innegable relación para que la educación tenga sentido.

### **4.1. Sobre las propuestas didácticas**

A pesar de que ambas propuestas se quedaron en un plano teórico, son susceptibles de mejora. En general, podemos afirmar que los objetivos generales, a priori, se cumplirán. Sin embargo, el grado de cumplimiento es el que puede variar dependiendo del contenido, la metodología, la planificación y temporalización de actividades, su adecuación para que los estudiantes superen las dificultades de aprendizaje, o las propias habilidades del docente para comunicarse y controlar el ritmo de la clase.

El uso de simuladores web y de experimentos demostrativos en clase en el Proyecto de Innovación Docente venía avalado por la bibliografía como una buena herramienta para mejorar la motivación y el interés de los estudiantes en la ciencia, y en particular de la Física y la Química. De este modo los estudiantes aprenden a relacionar las leyes físicas con sus manifestaciones en fenómenos cotidianos, mejorando la comprensión de los conceptos. Sin embargo, el hecho de que la participación de los estudiantes no fuera activa durante la experimentación o el empleo de simuladores hace que posiblemente la eficacia de las actividades no sea tan elevada como me gustaría. Además, la manera de desterrar ideas previas erróneas es que sean los estudiantes quienes realicen los experimentos. Y

en este sentido, se podría plantear como mejora el hecho de traer material al aula de modo que experimenten en grupo de manera cooperativa. La desventaja sería que el tiempo necesario para llevar a cabo la propuesta, sin recortarla de ninguna otra parte, aumentaría al realizar estas experiencias.

En cuanto a la temporalización, inicialmente el Practicum II estaba previsto para el periodo comprendido entre el 23 de marzo y el 7 de mayo de 2020, de los que eliminando los días festivos (Semana Santa, y San Jorge) y los fines de semana, hacen un total de 25 días lectivos. Es decir, 5 semanas lectivas completas. Mi tutora de centro me había informado previamente de que dispondría de unas 3 semanas para impartir mi unidad didáctica, lo que equivale a entre 8 y 10 sesiones, dependiendo de las festividades que hubiera. Por ello planifiqué mi unidad didáctica, donde se realizaría este proyecto, para 6-7 sesiones, contando con tiempo de margen para posibles dudas, retrasos, o pruebas de evaluación por parte de la tutora. Es probable que, con tiempo y experiencia, pudiera aumentar el tiempo y realizar la propuesta con más tiempo.

Pasando a la utilidad de las actividades propuestas, es difícil valorarlo a priori ya que finalmente el proyecto no se llevó a cabo en el aula. Sin embargo, sí que pude aplicar algunas de estas herramientas durante el Practicum telemático repasando la cinemática de 4º de ESO con simuladores web, y la información recibida por parte de los estudiantes fue que les había gustado mucho, que era muy gráfica la información de esta manera, y sobretodo que el repaso de cómo realizar las gráficas del movimiento les había sido realmente útil. Más allá de esta información cualitativa, poca más se puede extraer ya que el resto de recursos no fueron utilizados y validados.

Un aspecto que no contemplé durante la realización del proyecto fue que los estudiantes en general tienen mucha dificultad para deducir, necesitan ejemplos “tipo” de cada problema o ejercicio, y no se paran a pensar en los conceptos e interiorizarlos de verdad. Esta dificultad además fue observada tanto por la tutora como por mí mismo durante el confinamiento, y hubiera sido interesante ampliar el proyecto al modo en que deducen los estudiantes, dentro del ámbito de la energía.

Respecto al Proyecto Didáctico, y dado que su concepción desde el principio era puramente teórica, hay varios aspectos que desde el inicio son demasiado ambiciosos y deberían introducirse modificaciones para hacerlo más realista, como se ha comentado en secciones anteriores.

En primer lugar, comenzaremos por el contenido. Es demasiado ambicioso y extenso. Dado que el tema era libre, y mi experiencia laboral versa sobre microelectrónica y sensores, quería realizar un proyecto con esta temática. Pero a su vez, quería enlazarla con contenido curricular para hacerla lo más realista posible. Viéndolo en retrospectiva, entono el *mea culpa* y reconozco que debería haber escogido simplemente el tema de la electricidad, bastante complejo de por sí. De hecho, es uno de los temas que más ideas alternativas genera en los estudiantes por su dificultad conceptual, y creo bastante reto era ya. Pequé de inexperto y de querer abarcar mucho en poco tiempo.

Y de la mano de la inexperiencia y querer abarcar mucho viene una mala planificación temporal. En su momento 6 sesiones de una hora me parecieron correctas para desarrollar el proyecto. Ahora veo que son insuficientes. Las sesiones de prácticas en grupo deberían, al menos, doblarse para poder realizarse completamente y reflexionando. Además, las exposiciones de los trabajos de los estudiantes requerirían, presumiblemente, de 2 o más sesiones, además del tiempo necesario para prepararlas.

En cuanto a la metodología, creo que es acertado que se realicen actividades donde los estudiantes tengan que participar activamente, ya que el proceso de enseñanza-aprendizaje se mejora sustancialmente. Además, el realizar las prácticas y el trabajo en grupo hacen que el aprendizaje mejore al ser cooperativo.

Por último, algo que concierne a todas las propuestas didácticas es la evaluación, tanto de la propuesta como de los estudiantes. He apreciado similitudes en ambos trabajos: cuestionarios iniciales para conocer el nivel de partida de los estudiantes, rúbricas para ser lo más objetivo y transparente posible al evaluar informes, tareas o exposiciones, y preguntas o notas anónimas para conocer las inquietudes y la valoración de los proyectos. Esto significa que en este aspecto no salgo de mi zona de confort, y es algo que debería empezar a cambiar para mejorar como docente. Al fin y al cabo, es una parte muy importante de la docencia, ya que es la que determina si realmente el proceso de enseñanza-aprendizaje ha funcionado y si los objetivos que me he planteado se han logrado. En definitiva, tengo que cambiar mi mentalidad y mis recursos para dejar de calificar y aprender a evaluar.

#### **4.2. Sobre los estudiantes**

Debido a mi formación y a mi propia experiencia en el sistema educativo, mi visión acerca de la educación estaba obsoleta y arcaica, priorizando el contenido y no el método

de transmisión o el receptor del contenido. Tras realizar el Máster he cambiado mi mentalidad, aumentando mi concepción acerca de la educación y los procesos que en ella se ven involucrados.

Uno de los aspectos que más me sorprendió fue la atención a la diversidad que hay en la actualidad, en contraposición con mi propia experiencia. Hoy en día se ofrecen muchas ayudas para que los estudiantes puedan superar sus dificultades y conseguir aprender, además de atender a sus necesidades (algo impensable hace 15 años cuando el centro era el docente y no los estudiantes). Aun así, durante el Practicum observé que los estudiantes están muy asentados dentro del modelo tradicional, y si bien se muestran entusiasmados a la hora de plantear actividades que les hagan salir de la monotonía de las clases tradicionales, se encuentran muy perdidos cuando comprenden que también eso han de aprenderlo, y enseguida preguntan nerviosos y piden que se repitan las cosas para anotarlas y memorizarlas. Con tanta actividad y quehaceres no disponen de tiempo para pensar y reflexionar y su herramienta más habitual es la de memorizar.

Y en conexión con la memorización está la cuestión que se ha planteado anteriormente: los estudiantes tienen tremendas dificultades para deducir y responden a las preguntas de memoria, escribiendo literalmente lo que tienen en sus notas. Por otra parte, al realizar correcciones de varias tareas durante el Practicum pude observar cómo las habilidades de comunicación escrita de algunos de ellos necesitaban mejorar, con expresiones incorrectas para lo que querían decir realmente, o poco orden al exponer sus ideas. Mediante comentarios intentaba proporcionales *feedback* acerca de cómo mejorar en este aspecto, pero temo que cayeran en saco roto puesto que mi estancia en el centro era pasajera (y virtual).

En resumen, la capacidad de adaptación del docente a las circunstancias de los estudiantes es fundamental, y muchas veces ha de realizarse sobre la marcha, incluso si el grupo tiene un buen rendimiento académico.

### **4.3. Sobre los docentes**

La tendencia actual en educación es que los estudiantes sean los protagonistas de su aprendizaje, pero esto no significa que los docentes pasemos a tener un rol en la segunda fila. Simplemente hemos cambiado nuestro papel como poseedores y transmisores de conocimiento para ser gestores del conocimiento. Es decir, hemos de ayudar a los estudiantes en su aprendizaje atendiendo a sus necesidades y dificultades, a gestionar los

contenidos debido a la ingente cantidad de información a la que se tiene acceso hoy en día, y a que aprendan a aprender. Es responsabilidad de los docentes guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Otro punto que considero crucial es la necesidad tener una buena formación tanto científica como didáctica, y aquí el Máster juega un rol esencial. Diseñar propuestas didácticas requiere de un extenso análisis del contenido científico que se quiere enseñar que incluya las dificultades de aprendizaje más habituales y cómo superar. Para ello existe, por norma general, numerosa bibliografía de investigación educativa del tema que nos interese. También han de conocerse las distintas metodologías para poder aplicarlas adecuadamente según el contexto, y realizar una buena planificación y evaluación de las propuestas. Todo este proceso es laborioso y requiere un gran esfuerzo, pero es necesario si queremos sacar el máximo provecho al proceso de enseñanza-aprendizaje.

El docente, además de ser gestor de aprendizaje, también ha de ser educador. Esto significa que debe enseñar más allá de, en este caso, Física y Química. Debe enseñar valores: igualdad, respeto, tolerancia...Y para ello es fundamental el lenguaje, tanto verbal como no verbal. Tan importante es el mensaje como la manera de transmitirlo. Es importante conocer el contenido que se imparte, pero también tener una buena actitud frente a las preguntas, las interrupciones o cualquier incidencia. Y también hemos de dar ejemplo: no podemos exigir tranquilidad si somos un manojo de nervios dando clase.

El último punto que me gustaría destacar es el que concierne a las herramientas, técnicas y recursos de que disponemos los docentes en la actualidad. Por una parte, la realización del Máster provee de técnicas y metodologías de aprendizaje que han sido estudiadas por investigadores de didáctica de las ciencias experimentales, como pueden ser el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en proyectos, o el aprendizaje-servicio. Además de estas metodologías generales, en ciencias experimentales también tenemos los trabajos prácticos, que incluyen prácticas de laboratorio, experiencias de cátedra donde el docente realiza pequeñas experiencias demostrativas, actividades de ampliación o salidas programadas a museos de ciencia o la universidad, por ejemplo. De este modo los estudiantes pueden construir su propio conocimiento resolviendo problemas o afianzando conceptos mediante un aprendizaje visual.

Por otra parte, el uso de la tecnología está cada vez más extendido entre los centros y los docentes debemos saber utilizar las herramientas TIC de manera que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje. El uso exclusivo de tiza y pizarra está obsoleto y

debemos complementarlo con presentaciones para reforzar un aprendizaje visual, con vídeos explicativos, o con simuladores informáticos para poder realizar experimentos de manera segura tanto en el aula como cada estudiante en su hogar.

En conclusión, para llevar a cabo la práctica docente son varios los aspectos a considerar, algunos de los cuales se adquieren trabajándolos en cursos o mediante el Máster, y otros con la experiencia de varios años dedicándote a la profesión.

## 5. Conclusiones

Tras realizar una reflexión de las razones que me llevaron a realizar el Máster y haber reflexionado sobre dos importantes trabajos del mismo, se pueden extraer algunas conclusiones acerca de lo aprendido y de mi perfil como futuro docente.

En primer lugar, abordaré las cuestiones de formación específica del Máster, la base para poder enseñar se sustenta en poseer un gran conocimiento de la materia que se pretende enseñar, en este caso Física y Química y Cultura Científica. Para ello es necesario hacer una revisión completa de los conocimientos, en especial de la química por mi formación como físico, para que las futuras clases que imparta tengan una buena fundamentación y que los estudiantes no se queden con ideas alternativas.

Para completar el proceso de enseñanza-aprendizaje, mis clases tendrán que tener una buena base en didáctica de las ciencias experimentales. Toda propuesta didáctica en este ámbito requerirá de una buena planificación además de un estudio de las ideas previas de los estudiantes y los problemas de aprendizaje más habituales para cada temática. Así, podrán diseñarse actividades y hacer propuestas acordes a las necesidades de los estudiantes a los que vaya a impartir clase.

Es por ello que, con ánimo de mejorar constantemente en mi labor docente, deberé permanecer actualizado tanto en materia de conocimientos como en materia de didáctica de las ciencias experimentales, ya que la ciencia y la investigación avanzan día a día y cambian continuamente.

Pasando a la formación general del Máster, un aspecto muy importante es la atención a la diversidad. Las propuestas didácticas que realice en mi futura labor profesional deberán tener en cuenta las características de los estudiantes porque se deben satisfacer las necesidades de todas y todos. Para compensar las distintas capacidades, ritmos de aprendizaje o dificultades habré de variar las metodologías, los recursos y las actividades para lograr el mayor aprendizaje posible en los estudiantes. Como profesor de una ciencia experimental, haré todo lo que esté en mi mano para poder realizar experiencias de laboratorio y que las clases tengan el mayor contenido práctico posible (demostraciones o experiencias de cátedra breves), ya que soy de la opinión de que la ciencia se aprende haciéndola, y está demostrado que la metodología activa consigue un mayor grado de aprendizaje en los estudiantes.

Por último, me gustaría considerar las características personales que creo que todo

docente debería tener y desarrollar a lo largo de su trayectoria profesional. La primera de ellas es la paciencia, puesto que en el día a día toca lidiar con adolescentes. Son seres humanos en pleno desarrollo, y hay que saber entenderlos, comprenderlos y ayudarlos, ya que los fuertes cambios emocionales y hormonales que se sufren en esa edad hacen florecer comportamientos difíciles. El requisito de que te guste tratar con adolescentes lo doy por hecho para cualquiera que vaya a realizar el Máster y dedicarse a la docencia, pero la paciencia es una virtud que hay que desarrollar. La segunda característica que me gustaría desarrollar son las habilidades comunicativas, sobre todo si espero lo mismo de los estudiantes. Considero de vital importancia saber transmitir lo que quiero transmitir, sin perder el mensaje por el camino, y para ello deberé esforzarme en mejorar mis habilidades tanto verbales como no verbales. Además, el hecho de que la audiencia sea adolescente también hace que tenga que modificar mi discurso y mis gestos. En definitiva, dar ejemplo a los estudiantes y ser coherente con mi discurso, transmitir no sólo con lo que digo, sino con mi comportamiento y mis expresiones.

Todas estas consideraciones finales han surgido a raíz de cursar el Máster, ya que desde el inicio la pregunta era qué clase de docente quiero ser. Antes de ello, pensaba que con saber el temario bastaba, posiblemente influenciado por el tipo de educación que recibí. Y por ello es fundamental que se realice el Máster antes de pasar a ser educador, porque la educación ha de renovarse continuamente. Todos hemos sido estudiantes, pero ello sólo nos hace ver el prisma desde una perspectiva, y la realización del Máster y de las prácticas ayuda a cambiar esa percepción y valorar el esfuerzo, la motivación y la entrega de aquellos y aquellas que se dedican a la profesión docente.

## 6. Bibliografía

- Alonso Sánchez, M. (2017). Experimentos de Física con Modellus. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 663-670.
- Angel, H. y Clavijo, N. (2006). Ideas previas del estudiante sobre corriente eléctrica. *Revista de la Sociedad Colombiana de Física*, 38(2), 671-673.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian H. (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo*. México: Trillas.
- Campanario, J.M. y Mora, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Doménech, J.L., Gil Pérez, D., Gras, A., Guisasola, J., Martínez Torregrosa, J., Salinas, J., Trumper, R. y Valdés, P. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(3), 285-311.
- Fernández César, R., Pinto Solano, N. y Muñoz Hernández, M. (2018). ¿Mejoran los proyectos de divulgación con experimentación la actitud hacia las clases de ciencias? *Revista de Educación*, 381, 285-307.
- García Palacios, E.M., González Galbarte, J.C., López Cerezo, J.A., Luján, J.L., Martín Gordillo, M., Osorio, C. y Valdés, C. (2001). Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual. *Cuadernos de Iberoamérica, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)*.
- García Ramírez, J.M. (2016). La motivación de logro mejora el rendimiento académico. *ReiDoCrea: Revista electrónica de investigación y docencia creativa*, 5, 1-8.
- Hurovich, V.L., Azpiazu, S., Cucci, G. y Joselevich, M. (2015). Hacia la integración de las TIC en el aula: una propuesta de trabajo sobre cinemática utilizando sensores electrónicos de distancia. *Revista de enseñanza de la física*, 27(1), 525-531.
- Núñez, G., Maturano, C., Mazzitelli, C.A. y Pereira, R. (2005). ¿Por qué persisten las dificultades en el aprendizaje del concepto de energía? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 18, 105-120.
- Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la

Comunidad Autónoma de Aragón.

Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

PhET Interactive Simulations (2020). Física: Trabajo, Energía y Potencia. Universidad de Colorado, USA. Recuperado de: <https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics/work-energy-and-power>

Ruiz Sáenz de Miera, A., Oliva Martínez, J.M. y Rosado Barbero, L. (1991). Investigación de las ideas de los alumnos de enseñanza secundaria sobre la corriente eléctrica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 9(2), 155-162.

Sinarcas, V. y Solbes, J. (2016). Dificultades en el aprendizaje y la enseñanza de la física cuántica en Bachillerato. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(3), 9-25.

Sirur Flores, J. y Benegas, J. (2016). Determinación mediante pruebas de respuestas de opción múltiple del aprendizaje profundo y superficial. *Revista de enseñanza de la física*, 28(1), 229-234.

Torres Climent, A.L. (2010). Empleo del laboratorio asistido por ordenador en la enseñanza de la física y química de secundaria y bachillerato. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(3), 693-707.

Villareal Rodríguez, C.A. y Segarra Alberú, P. (2017). La experimentación para detonar el interés en la física. *Latin American Journal of Physics Education*, 11(2), 2311-1-8.

## **7. Anexos**

### **Anexo I. Proyecto de Innovación Docente**

#### **Introducción**

Antes de que se declarase el estado de alarma en España debido a la emergencia sanitaria provocada por el coronavirus covid-19, este proyecto de innovación estaba programado para ser implementado durante el Prácticum II del Máster de Profesorado de la Universidad de Zaragoza en la especialidad de Física y Química. A pesar de la imposibilidad de realizar prácticas presencialmente en el centro, he podido realizar mis prácticas de manera telemática mediante video-conferencia con los estudiantes. Debido a la situación excepcional, se han podido realizar pequeñas intervenciones durante la sesión con los escasos medios disponibles, y por ello este trabajo se quedará en un ejercicio puramente teórico con pequeños resultados de las mínimas intervenciones realizadas, dando todas las pautas y guías para poder ser implementado en el futuro.

El grupo clase fue analizado durante el Prácticum I de manera presencial. Está compuesto por 29 estudiantes, de los cuales 22 son chicos y 7 son chicas, un grupo no muy heterogéneo. Se encuentran en la etapa de 4º de la ESO y, aunque han elegido seguir el itinerario de ciencias académicas y cursar Física y Química, se encuentran desmotivados y su comportamiento presencial en clase era francamente mejorable. En cuanto a las clases telemáticas por video-conferencia, parecían comportarse mejor, posiblemente debido a la imposibilidad de hablar entre sí.

Dicha situación puede deberse en gran medida a que la metodología que se sigue en clase es muy tradicional. Las clases son magistrales, siguiendo y copiando lo que la profesora escribe en la pizarra; muy pocas veces se emplean recurso TIC en clase como pueda ser una presentación en PowerPoint. A veces, incluso la profesora dicta directamente lo que los estudiantes deben aprender de memoria. Sin embargo, a la hora de gestionar tareas y asistencia sí que se emplean herramientas TIC como Google Classroom, entre otras. Además de las clases magistrales tradicionales, la profesora realiza sesiones dedicadas a la resolución de ejercicios teórico-prácticos y la realización y corrección de exámenes. No se realizan prácticas o actividades experimentales ni en el laboratorio, porque el centro no dispone de instalaciones, ni en clase a modo de experiencias de cátedra.

Por ello, en este trabajo se propone llevar experimentos al aula de manera que los estudiantes vean experiencias de cátedra realizadas por el docente y también sean capaces de manipular y realizar experimentos sencillos, dentro de lo posible. Esto permitirá, además, mejorar su motivación y actitud hacia las ciencias experimentales (Fernández-Cézar, Pinto-Solano y Muñoz-Hernández, 2018, y Villareal-Rodríguez y Segarra-Alberú, 2017), y hacia las clases de Física y Química en particular, de modo que mejore su rendimiento académico siendo capaces de conectar los conceptos teóricos vistos en clase con la realidad (García Ramírez, 2016).

#### **Objetivos**

Los objetivos de esta investigación educativa son tres y están claramente diferenciados. El objetivo primordial es cambiar y mejorar la dinámica de las clases,

hacerlas variadas y amenas para reactivar el interés y la motivación de los estudiantes hacia la Física y la Química. Recordemos que ellos y ellas eligieron el itinerario de ciencias académicas, por lo que a priori su actitud hacia las ciencias es buena.

En segundo lugar, y aunque el nivel del grupo es medio, siempre se puede mejorar el rendimiento académico a través de la conexión de los conceptos teóricos con la realidad, haciendo que los estudiantes más aventajados afiancen sus conceptos, pero ayudando además a los que presentan más dificultades a superarlas y adquirir las competencias clave en materia científica y matemática.

Por último, y en la medida de lo posible, aumentar las habilidades manipulativas de los estudiantes, mejorando su destreza y desempeño al realizar experimentos y remarcar el carácter experimental de la Física y la Química y el método científico de éstas. Concienciar a los estudiantes de que la ciencia es experimental y no resolver problemas sin sentido en una hoja de papel.

## **Marco teórico**

Un punto de vista particularmente interesante, y a menudo ignorado, es el de las emociones asociadas a las ciencias, y en particular a los contenidos de energía, que es el tema que nos concierne. Dávila-Acedo, del Rosal-Sánchez y Bermejo-García (2016) realizaron un estudio acerca de las emociones que despiertan en los estudiantes ESO los contenidos de Física y Química, y los resultados que obtuvieron establecen que existe un descenso de emociones positivas hacia los contenidos de los bloques de Energía y Electricidad, y en general un aumento de emociones negativas al pasar de 2º a 4º. Esto es, la Física y la Química no gusta, en general. Por ello, nuestra reacción como docentes sería intentar responder a la pregunta: ¿cómo mejorar su interés, su actitud, su motivación, y hacemos que la Física y la Química sea apreciada por los estudiantes? (Llopis-Castelló, Llorens, Edwards-Schachter, García-Gregorio, Pelegero-García, Bertomeu y Anglés-Márquez, 2009).

En el trabajo de Fernández-César et al. (2018) se llevó a cabo un estudio valorando el interés y actitud hacia las ciencias de los estudiantes antes y después de llevar a cabo una intervención científica, de carácter divulgativo, llevada a cabo por investigadores (no el docente habitual). El estudio medía dicha actitud hacia las ciencias mediante un cuestionario de forma cuantitativa, y se correlacionaba con factores como: sexo, etapa educativa y entorno del centro (rural y urbano). Tras la participación en este estudio, la actitud hacia las ciencias había mejorado en líneas generales, con un efecto en los estudiantes de tal manera que se mejora su rendimiento, actitud y motivación. Sin embargo, existe un punto negativo que tiene que ver con la duración de los experimentos, y es que tal y como establecen Fernández-César et al. (2018) el efecto que tienen en los estudiantes es breve y se difumina rápido en el tiempo debido a la ingente cantidad de información que reciben los estudiantes en este periodo educativo.

Otro efecto de la incorporación de experimentos en el aula de ciencias es la motivación que se genera en los estudiantes. Muchos docentes explican la materia como fin para realizar ejercicios posteriores, sin contextualizar con problemas cotidianos que estimulen a los estudiantes. Esto crea desmotivación y desinterés en las ciencias. Villareal-Rodríguez et al. (2017) y de la Gándara-Gómez y Cortés-Gracia (2018) proponen una serie de experimentos sencillos que detonen interés en las ciencias mientras crean un problema real a los estudiantes, de manera que sean partícipes directos de la ciencia y estén motivados a resolverlo, y, por tanto, a aprender. De hecho, también se aprecia una

mejora en el rendimiento académico de los participantes. Por ejemplo, en el estudio de Villareal-Rodríguez et al. (2017) la mejor estudiante al finalizar el curso fue la alumna que al principio más dificultades presentaba.

Más ejemplos de experimentación en el aula que además tienen un segundo propósito pueden ser el trabajo de Vila y Sierra (2009) para concienciar sobre seguridad vial o el trabajo de Crujeiras-Pérez y Jiménez-Aleixandre (2012) para aprender el método científico y diseñar un experimento. Una herramienta que está extendiéndose a día de hoy por su facilidad de uso e implementación son las simulaciones (Alonso-Sánchez, 2017) y que serán de gran utilidad para complementar la propuesta de este trabajo.

### **Dificultades de aprendizaje**

La principal dificultad que encontraremos tiene que ver con la propia energía, ya que ni siquiera los propios científicos y científicas tienen un convenio colectivo y cada docente lo puede explicar de una manera distinta (Doménech, Gil-Pérez, Gras, Guisasola, Martínez-Torregrosa, Salinas, Trumper y Valdés, 2003). De hecho, a menudo se emplean varias definiciones de energía, asociadas a un tipo de sistema. Doménech et al. (2003) también hablan de la problemática asociada a los conceptos de trabajo, calor y temperatura y su relación con la energía.

Núñez, Maturano, Mazzitelli y Pereira (2005) establecen las dificultades de los estudiantes en 3 puntos: las ideas previas que tienen, los conceptos que aparecen en los libros de texto, y las propias concepciones de los docentes, que pueden ser erróneas y por tanto provocar complicaciones en los estudiantes a la hora de aprender.

Para superar estas dificultades, Núñez et. al (2005) proponen abandonar el enfoque tradicional de abordar la energía a partir del concepto de trabajo de una fuerza y evitar la confusión que provoca entre los estudiantes mezclar los conceptos de fuerza, trabajo y energía. Proponen tomar un enfoque general de energía y transformaciones para después particularizar a los distintos sistemas.

## **Metodología**

### **Contenido de la investigación**

La intervención tendrá lugar durante el periodo de Prácticum II, donde al grupo clase habrá que impartirle los contenidos relacionados con el Bloque 5: Energía. En primer lugar, y con el objetivo de mejorar la motivación, se intercalarán en las explicaciones teóricas experiencias de cátedra para mostrar la conservación de la energía mecánica con una pelota que rebote. De este modo podemos visualizar mejor la transformación de energía potencial en cinética y la pérdida de energía en el rebote. Además de ello, podemos emplear vídeos o simuladores web para mostrar escenarios más complejos, como por ejemplo el ofrecido por la Universidad de Colorado (PhET Interactive Simulations, 2020). Las simulaciones más interesantes para nuestra propuesta son las que llevan por título: “Formas y Cambios de Energía”, “Ley de Hooke” y “Energía en la pista de patinaje: Intro” (Figura 1).

En segundo lugar, se propone una experiencia muy sencilla relacionada con el calor y la temperatura. Se propone a los estudiantes llevar a cabo un experimento en casa con el microondas. En primer lugar, han de calentar una cantidad conocida de agua en un vaso,

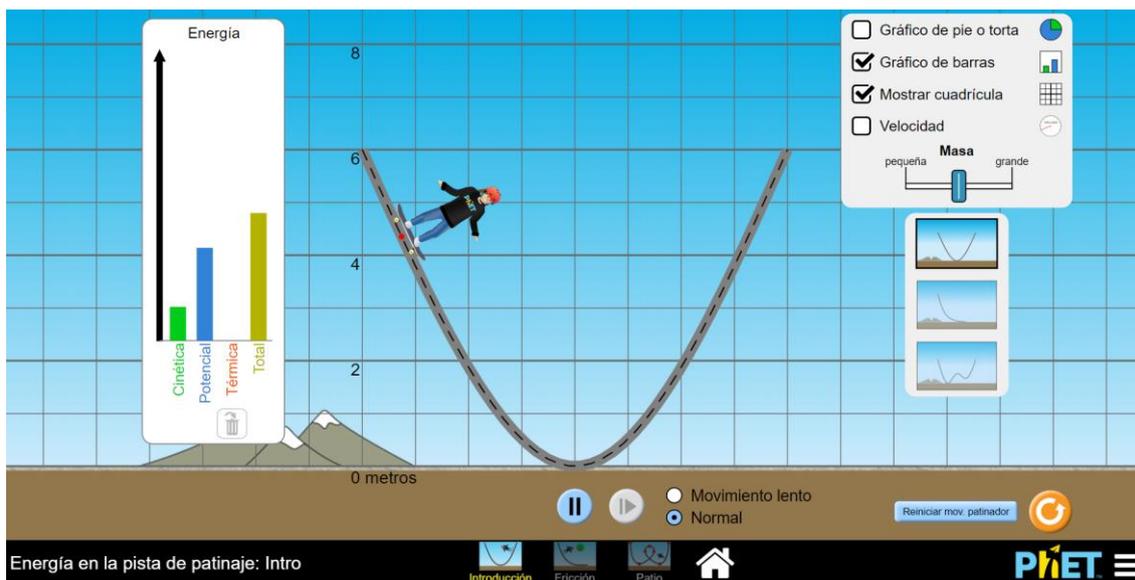


Figura 3. Simulación en línea para estudiar la conservación de la energía mecánica. Como opciones podemos incluir rozamiento para observar la pérdida de energía cinética y potencial en forma de calor, mientras la energía total mecánica se conserva. Además, se pueden emplear distintas configuraciones de rampa para diseñar el circuito que más nos convenga.

por ejemplo 200 ml, anotando la potencia y el tiempo de calentado, la temperatura antes de calentar, y después medir la temperatura final del agua. A continuación, pueden calcular la energía suministrada por el microondas, y estimar la temperatura que debería haber alcanzado haciendo uso del calor específico. Pueden repetir este proceso 10 veces para tener una muestra estadística y realizar la media con su error. Después, y sabiendo la pérdida de energía (o la eficiencia energética al calentar) pueden calentar un volumen de agua desconocido y estimarlo a partir de las medidas de tiempo, potencia y eficiencia energética del microondas, habiendo medido la temperatura inicial y final. De este modo se plantea un experimento sencillo mientras se afianzan los conceptos, y sobre todo la diferencia, entre calor y temperatura.

Con todo esto se espera mejorar también el rendimiento académico, afianzando los conocimientos de los estudiantes en temas de energía.

### Contextualización

El grupo clase consta de 29 estudiantes, de las cuales 7 son chicas y 22 son chicos. Se encuentra en 4º de ESO, por lo que están a punto de acabar etapa. Sin embargo, a pesar de que han elegido cursar ciencias académicas, en general están desmotivados y hablan mucho en clase, perdiendo la atención. De hecho, sistemáticamente hay 5 estudiantes que no hacen las tareas. Además, no se realizan prácticas ni en el aula (la profesora no dispone de tiempo y/o ganas) ni en el laboratorio, porque el centro no dispone de uno.

A partir del confinamiento por la emergencia sanitaria, el número de clases semanales se redujo por norma del Gobierno de Aragón. A pesar de ser un grupo afortunado, en mi opinión, porque la profesora imparte clases por video-conferencia y los estudiantes pueden realizar preguntas y resolver dudas, las cámaras y los micrófonos están desconectados y sólo intervienen por chat para realizar preguntas. Es decir, no hay ningún tipo de control de atención, sólo de asistencia a la teleconferencia.

Los contenidos curriculares sobre los que se va a realizar la intervención son, como se ha comentado anteriormente, los del Bloque 5: Energía.

## **Metodología de la investigación**

En primer lugar y antes de realizar la intervención, realizaría un cuestionario inicial a los estudiantes acerca de lo que saben de energía, por un lado, y de su motivación y actitud hacia la Física y la Química por otro, siguiendo las directrices de Bravo-Andrade, Tamayo-Batista y Pinargote-Jiménez (2019).

A lo largo de la realización de la intervención recogería *feedback* a través de preguntas directas con los estudiantes y de notas anónimas al finalizar las sesiones. De este modo se obtendría información muy valiosa acerca de si les parece interesante y si hay algo que cambiarían.

Para finalizar, se realizaría un cuestionario final acerca de la motivación y el interés y de cuestiones básicas de energía. También se revisarían las tareas relacionadas con el contenido de energía para comprobar el rendimiento académico de los estudiantes, especialmente aquellos que iban descolgados. Estas tareas estarían relacionadas con el uso de simuladores web que complementen las explicaciones teóricas por video conferencia.

Empleando los instrumentos anteriormente desarrollados, se podría evaluar la evolución a lo largo del tiempo en su motivación y en su rendimiento académico.

## **Evaluación**

Los instrumentos de evaluación que se emplearán a lo largo de la intervención son los cuestionarios iniciales y finales, como se ha descrito en el apartado anterior, así como notas anónimas y entrevistas directas con los estudiantes para conocer su opinión y dudas al respecto de las actividades. También se recogerán diferentes tareas relacionadas con los contenidos de energía y un informe de su experimento en casa con el microondas.

### **Coherencia entre la evaluación y los objetivos del PID**

Mediante el análisis de los cuestionarios y las entrevistas se pretende valorar el grado de evolución de su interés y motivación hacia las ciencias, y hacia la Física y Química en particular, tal y como se planteaba como objetivo prioritario de la intervención.

A continuación, con el análisis de las tareas entregadas y los correspondientes comentarios y sugerencias de vuelta hacia los estudiantes se pretende que mejoren su rendimiento académico mientras se les alienta a seguir mejorando y a preguntar y consultar sus dudas al docente en todo momento.

Por último, revisando el informe del experimento se pretende conocer su grado de implicación con la materia, es decir, su motivación, evaluando cómo se expresan y analizando el contenido del discurso (no simplemente rellenando datos para entregarlo de prisa y corriendo). Además, también se evaluará el método científico empleado en las medidas y su rigor a la hora de medir. Por último, se podrá evaluar también su rendimiento académico, especialmente en los conceptos de temperatura y energía.

### **Información de la evaluación a los alumnos**

Con el objetivo de ser totalmente transparentes, los estudiantes conocerán en todo momento las actividades que deberán realizar y cómo serán evaluados. Los cuestionarios serán meramente informativos, y no tendrán calificación. Las tareas para casa tendrán una puntuación y sabrán en todo momento cuál es la calificación máxima de cada tarea. Por

último, el informe del experimento será corregido mediante una rúbrica (CEDEC, 2020) que tendrán a su disposición desde el momento en que se explique en clase el experimento a realizar en casa. Esta rúbrica puede consultarse en el Anexo I.

### **Evaluación del proceso de aprendizaje**

Para controlar el aprendizaje mediante una observación sistemática se propone emplear escalas de observación para evaluar aspectos valorativos, listas de control para la asistencia y entrega de tareas y registros anecdóticos de preguntas, dinámicas o comportamientos no previstos. Mediante el diálogo y las entrevistas también se pretende obtener información no sólo de su actitud y motivación sino de lo que los estudiantes van aprendiendo. Para finalizar, se realiza un análisis de las producciones de los estudiantes, es decir, de las tareas para casa y del informe del experimento.

### **Evaluación del proceso de enseñanza**

Para evaluar al docente se propone ir realizando entrevistas o pequeños diálogos que sirvan para recibir información acerca de la intervención, de si es acogida de buen grado o qué cosas cambiarían los estudiantes, además de ser empleadas por el docente para recoger datos acerca de la motivación de los estudiantes y su rendimiento en cuanto a conceptos relacionados con la energía.

Con notas anónimas al finalizar cada sesión se recogerá también mucha información acerca de lo más interesante de casa una y qué cosas mejorarían los estudiantes. Por último, en el último cuestionario realizado por los estudiantes se incluyen algunas preguntas acerca de la labor docente, de manera que también puedan evaluarlo. Para garantizar unas respuestas honestas, estas preguntas se realizarían de manera totalmente anónima en una hoja aparte del cuestionario principal (Anexo II).

## **Discusión y conclusiones**

En primer lugar, y dadas las circunstancias actuales de emergencia sanitaria, distanciamiento social y confinamiento en los hogares, las sesiones han debido hacerse mediante video-conferencia. A pesar de ello, las actividades planteadas en este proyecto podían realizarse sin problema, y la dificultad para el docente radicaba en las adecuadas explicaciones en cada sesión.

Sin embargo, desde el Gobierno de Aragón hubo un recorte tanto en el número de horas semanales como en el contenido, y del bloque de contenidos de energía correspondiente a 4º de ESO, únicamente debían impartirse los siguientes:

- Analizar las transformaciones entre energía cinética y energía potencial, aplicando el principio de conservación de la energía mecánica cuando se desprecia la fuerza de rozamiento, y el principio general de conservación de la energía cuando existe disipación de la misma debida al rozamiento (2 sesiones).
- Relacionar los conceptos de trabajo y potencia en la resolución de problemas, expresando los resultados en unidades del Sistema Internacional, así como en otras de uso común (1 sesión).
- Halla el trabajo y la potencia asociados a una fuerza, incluyendo situaciones en las que la fuerza y el desplazamiento tienen la misma dirección o direcciones perpendiculares, expresando el resultado en las unidades del Sistema Internacional u otras de uso común como el kWh y el CV (1 sesión).

Es decir, los contenidos de calor y temperatura han sido eliminados debido a la situación excepcional y por tanto ni se han explicado ni se ha podido realizar el experimento del microondas.

Por consenso con la tutora de centro, las fechas en la que se iba a realizar la intervención fueron los días 7, 8, 14 y 15 de mayo. Una vez con material preparado para la misma (Anexo III), el Gobierno de Aragón decretó que no se podían impartir contenidos nuevos ni evaluarlos, siendo informado el día 30 de abril. Finalmente, la intervención realizada durante el Prácticum II ha sido la de repasar conceptos de cinemática con los estudiantes, y este proyecto de energía ha quedado en un mero ejercicio teórico.

A pesar de ello, a la hora de repasar conceptos de cinemática se han podido reutilizar ideas planteadas en este proyecto y se ha empleado el uso de simuladores y ejemplos online para afianzar la cinemática en los estudiantes. Se ha recibido información cualitativa de los estudiantes y de la tutora a través de preguntas y entrevistas, y el balance general ha sido positivo, consiguiendo salir de la monotonía de las clases magistrales. En cuanto al rendimiento académico, no se ha podido comprobar porque la fecha de evaluación online de tareas está fijada para el día 19 de mayo (después de las cuatro intervenciones de las semanas anteriores) y este trabajo debe entregarse el día 17 de mayo, por lo que no se pueden arrojar datos cuantitativos y comprobar su validez.

Para finalizar, y aunque este trabajo tiene un marcado enfoque teórico y no se ha podido llevar a la práctica, se ha planteado como una idea realista, útil y de fácil aplicación y reproducibilidad para realizarse en el futuro en las aulas de un centro de secundaria.

## **Bibliografía**

- Alonso Sánchez, M. (2017). Experimentos de Física con Modellus. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 663-670.
- Bravo Andrade, B.D.M., Tamayo Batista, M. y Pinargote Jiménez, J.A. (2019). Criterios para medir la motivación de los estudiantes universitarios en formación, como docentes en matemática. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 10(1), 193-206.
- CEDEC. (2020). Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas No Propietarios. Recuperado de: <https://cedec.intef.es/banco-de-rubricas-y-otros-documentos/>
- Crujeiras Pérez, B. y Jiménez Aleixandre, M.P. (2012). Participar en las prácticas científicas: aprender sobre la ciencia diseñando un experimento sobre pastas de dientes. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 72, 12-19.
- Dávila Acedo, M.A., del Rosal Sánchez, I. y Bermejo García, M.L. (2016). ¿Qué emociones despiertan los contenidos relacionados de física y química en el aprendizaje de los alumnos de educación secundaria? *International Journal of Developmental and Educational Psychology: INFAD. Revista de Psicología*, 2(1), 329-336.
- de la Gándara Gómez, M. y Cortés Gracia, A.L. (2018). ¡Esto no se puede medir con los instrumentos que tenemos! *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 93, 71-75.
- Doménech, J.L., Gil Pérez, D., Gras, A., Guisasola, J., Martínez Torregrosa, J., Salinas, J., Trumper, R. y Valdés, P. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(3),

285-311.

Fernández César, R., Pinto Solano, N. y Muñoz Hernández, M. (2018). ¿Mejoran los proyectos de divulgación con experimentación la actitud hacia las clases de ciencias? *Revista de Educación*, 381, 285-307.

García Ramírez, J.M. (2016). La motivación de logro mejora el rendimiento académico. *ReiDoCrea: Revista electrónica de investigación y docencia creativa*, 5, 1-8.

Llopis Castelló, R., Llorens, J., Edwards Schachter, M., García Gregorio, M., Pelegero García, V., Bertomeu, M. y Anglés Márquez, M. (2009). Cómo motivar a los estudiantes de secundaria mediante actividades de ciencias atractivas y divertidas. *VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 1289-1295.

Núñez, G., Maturano, C., Mazzitelli, C.A. y Pereira, R. (2005). ¿Por qué persisten las dificultades en el aprendizaje del concepto de energía? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 18, 105-120.

PhET Interactive Simulations (2020). Física: Trabajo, Energía y Potencia. Universidad de Colorado, USA. Recuperado de: <https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics/work-energy-and-power>

Vila, J. y Sierra, C.J. (2009). Un experimento de física útil para la educación vial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 140-145.

Villareal Rodríguez, C.A. y Segarra Alberú, P. (2017). La experimentación para detonar el interés en la física. *Latin American Journal of Physics Education*, 11(2), 2311-1-8.

## Anexos

### Rúbrica de evaluación

Esta rúbrica está disponible online en un banco de documentos públicos para el uso de quien las necesite (CEDEC, 2020). Emplearemos la rúbrica de informe científico para evaluar el informe del experimento del microondas.

Escala de valoración para un informe escrito científico

ASPECTOS	1	2	3	4	5
Completa satisfactoriamente todos los apartados solicitados en el informe.					
Muestra una correcta interpretación de la información ligada al tema científico.					
Se expresa usando correctamente el vocabulario y lenguaje científicos.					
Explica y expone con coherencia y claridad las ideas.					
Argumenta de forma razonada en base a evidencias científicas, orientadas hacia la confirmación o no de una hipótesis.					
Expresa opiniones personales que aportan un valor añadido al informe (curiosidad, interés, rigor y precisión, pensamiento crítico...).					
Aporta datos que acompañan al informe, organizados en tablas, gráficas, etc.					
Aporta imágenes significativas que acompañan al informe.					
Acompaña el informe con bibliografía y/o enlaces web.					
Muestran creatividad en la búsqueda de respuestas a los interrogantes planteados.					

## Cuestionario de evaluación al docente

Responde las siguientes cuestiones sobre tu profesor/a rodeando o subrayando la respuesta que consideres oportuna:

- El docente explica de manera clara y ordenada, y hace que se entienda la materia:  
1. Sí.                                  2. No.                                  3. A veces.
- Los contenidos de Energía tienen una dificultad:  
1. Baja.                                  2. Media.                                  3. Alta.
- Los trabajos y tareas para casa son:  
1. Pocos.                                  2. Suficientes.                                  3. Muchos.
- El experimento del microondas tuvo una dificultad:  
1. Baja.                                  2. Normal.                                  3. Alta.
- Mi actitud hacia la Física y la Química es:  
1. Mala.                                  2. Indiferente.                                  3. Buena.
- Mi motivación hacia la Física y la Química es:  
1. Baja.                                  2. Normal.                                  3. Alta.
- La Física y la Química me parece útil:  
1. Sí.                                  2. No.                                  3. Depende.

## Material preparado para la intervención

2

**Energía**  
Alejandro Márquez  
Email: amarquez@unizar.es

**Contenido**

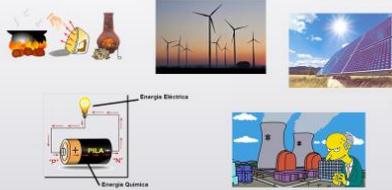
- ¿Qué es la energía?
  - Unidad SI
  - Tipos
- Energía cinética
- Energía potencial
- Energía mecánica
  - Conservación
- Trabajo y energía
- Potencia
- Resumen
- Ejercicios

## ¿Qué es la energía?

- La **energía** es la capacidad que tienen los cuerpos para producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos.
- La energía **no es la causa** de los cambios. Las causas de los cambios son las Interacciones (fuerzas), y su consecuencia las **transformaciones de energía**.
- Ejemplos en la naturaleza donde hay cambios y está presente la energía:
  - Cambiar un objeto de posición
  - Mover un vehículo
  - Realizar las funciones vitales en cualquier ser vivo
  - Mandar un whatsapp
  - Encender la luz
- En el **Sistema Internacional** la energía se mide en **Julios (J)**.

## Tipos de energía

- Existen muchos tipos de energía. Algunos ejemplos son:
  - Térmica
  - Eléctrica
  - Solar
  - Química
  - Nuclear
  - Eólica
- Nosotros estudiaremos:
  - **Cinética**
  - **Potencial**
  - **Mecánica**

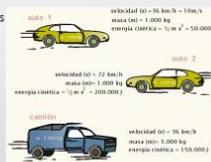


## Energía cinética

- La **energía cinética** es la energía que tienen los cuerpos por el hecho de estar en **movimiento**. Su valor depende de la masa del cuerpo (m) y de su velocidad (v).

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

- Unidades: energía cinética en Julios (J), masa en kilogramos (kg) y velocidad en metros por segundo (m/s).
- Ejemplo: la energía cinética de varios vehículos. ¿A igual velocidad, qué tiene más energía cinética, un camión o un coche?
- Reflexión: ¿Por qué las vías pacificadas son a 30 km/h en vez de a 50 km/h?



## Energía potencial

- Es la energía que tiene un cuerpo por ocupar una determinada posición.
- **Energía potencial gravitatoria**
  - Es la energía que tiene un cuerpo por estar situado a una cierta altura sobre la superficie terrestre. Su valor depende de la masa del cuerpo (m), de la gravedad (g) y de la altura sobre la superficie (h).

$$E_{p,g} = mgh$$

- Unidades: energía potencial en Julios (J), masa en kilogramos (kg), la gravedad en metros por segundo al cuadrado ( $m/s^2$ ) y altura en metros (m).
- Ejemplo: cuanto mayor sea la altura, mayor será la energía potencial gravitatoria. Mi vecino del 4º (altura de 12 m) tiene menos energía potencial que yo en el 7º (21 m), teniendo los dos la misma masa, 70 kg.

$$E_{p,4^\circ} = 70 \cdot 9,8 \cdot 12 = 8232 \text{ J} \quad E_{p,7^\circ} = 70 \cdot 9,8 \cdot 21 = 14406 \text{ J}$$



## Energía potencial

- **Energía potencial elástica**
  - Es la energía que tiene un cuerpo que sufre una deformación. Su valor depende de la constante de elasticidad del cuerpo (k) y de lo que se ha deformado ( $\Delta x$ ).

$$E_{p,e} = \frac{1}{2}k\Delta x^2$$

- Unidades: energía potencial elástica en Julios (J), constante elástica en newtons por metro (N/m) y alargamiento en metros (m).
- Ejemplo: el tirachinas. Cuando se estira una goma elástica, almacena energía potencial elástica. En el momento en que se suelta, la goma tiende a recuperar su posición y libera la energía.
- Reflexión: ¿Un cuerpo puede tener asociados varios tipos de energía simultáneamente?



## Energía mecánica

- La **energía mecánica** es aquella que está ligada a la posición o al movimiento de los cuerpos. Por ejemplo, es la energía que posee un arco que está tensado o un coche en movimiento o un cuerpo por estar a cierta altura sobre el suelo. Es decir, es la energía total de un sistema mecánico:

$$E_m = E_c + E_{p,g} + E_{p,e}$$

- Conservación de la energía mecánica:**

Cuando sobre un sistema actúan sólo fuerzas conservativas, la energía mecánica total del sistema permanece constante.

$$\Delta E_m = E_{m,final} - E_{m,inicial} = 0 \Rightarrow E_{m,final} = E_{m,inicial}$$

¿Qué ocurre cuando hay rozamiento? La energía mecánica disminuye:

$$\Delta E_m = E_{m,final} - E_{m,inicial} = W_{roz} \Rightarrow E_{m,final} = E_{m,inicial} - W_{roz}$$



## Energía mecánica

- Simulador online: [el patinador y la rampa en U](#)



## Energía mecánica

- ¿Cómo hacer los ejercicios?
  - Paso 1: identificar los datos que me dan.
  - Paso 2: dibujar el problema.
  - Paso 3: identificar qué nos piden.
  - Paso 4: resolver aplicando el teorema de conservación de la energía:
    - Sin rozamiento:  $E_{m,final} = E_{m,inicial}$
    - Con rozamiento:  $E_{m,final} = E_{m,inicial} - W_{roz}$

## Energía mecánica

- Ejemplo 1: Se lanza una partícula de 300 g con una velocidad de 20 m/s, que sube por un plano inclinado como se muestra en la figura. Calcula la altura  $h$  a la que llega si:

- a. No hay rozamiento.

Datos:

$$m = 0,3 \text{ kg}$$

$$v_i = 20 \text{ m/s}$$

$$v_f = 0$$

$$h_i = 0$$

$$h_f = h?$$

$$E_{m,final} = E_{m,inicial}$$

$$E_{c,f} + E_{p,f} = E_{c,i} + E_{p,i}$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i$$

$$gh_f = \frac{1}{2}v_i^2 \Rightarrow h_f = \frac{v_i^2}{2g} = \frac{20^2}{2 \cdot 9,8} = 20,4 \text{ m}$$



## Energía mecánica

- Ejemplo 1: Se lanza una partícula de 300 g con una velocidad de 20 m/s, que sube por un plano inclinado como se muestra en la figura. Calcula la altura  $h$  a la que llega si:

- b. Debido al rozamiento, se disipa la cuarta parte de la energía inicial.

Datos:

$$m = 0,3 \text{ kg}$$

$$v_i = 20 \text{ m/s}$$

$$v_f = 0$$

$$h_i = 0$$

$$h_f = h?$$

$$W_{roz} = E_{m,i}/4$$

$$E_{m,f} = E_{m,i} - W_{roz} = E_{m,i} - \frac{E_{m,i}}{4} = \frac{3}{4}E_{m,i}$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i\right)$$

$$gh_f = \frac{3}{8}v_i^2 \Rightarrow h_f = \frac{3v_i^2}{8g} = \frac{3 \cdot 20^2}{8 \cdot 9,8} = 15,3 \text{ m}$$



### Energía mecánica

Ejemplo 2: Una bola se mueve por el tobogán del esquema de la figura. Si en el punto A la velocidad de la bola es 4 m/s, calcula su velocidad en el punto B. No hay rozamiento.

Datos:  
 $m = \delta?$   
 $v_i = 4 \text{ m/s}$   
 $v_f = \delta?$   
 $h_i = 3 \text{ m}$   
 $h_f = 2 \text{ m}$

$$E_{m,final} = E_{m,inicial}$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i$$

$$v_f^2 + 2gh_f = v_i^2 + 2gh_i$$

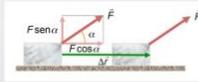


$$v_f = \sqrt{v_i^2 + 2g(h_i - h_f)} = \sqrt{4^2 + 2 \cdot 9,8 \cdot (3 - 2)} = 6 \text{ m/s}$$

### Trabajo

El **trabajo** es la forma en que los cuerpos intercambian energía cuando existe una fuerza que provoca un **desplazamiento**. Atención: en física el trabajo de una fuerza no es lo mismo que "hacer fuerza". Si no hay movimiento el trabajo realizado es nulo.

El trabajo depende del valor de la fuerza,  $F$ , aplicada sobre el cuerpo, del desplazamiento,  $\Delta x$ , y del coseno del ángulo  $\alpha$  que forman la fuerza y el desplazamiento.



$$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$$

Unidades: trabajo en Julios (J), fuerza en newtons (N) y desplazamiento en metros (m). El coseno de un ángulo es adimensional.

Reflexión: ¿Puede haber trabajo negativo? ¿Cómo es el trabajo del rozamiento?

### Trabajo y energía

Teorema de las fuerzas vivas: La **variación de energía cinética** que experimenta un cuerpo es igual al **trabajo** realizado por la fuerza resultante que actúa sobre él.

$$W = \Delta E_c = E_{c,final} - E_{c,inicial}$$

Cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza vertical que le hace desplazarse en esa misma dirección con velocidad constante, el **trabajo** desarrollado coincide con la **variación de energía potencial** que experimenta el cuerpo.

$$W = \Delta E_p = E_{p,final} - E_{p,inicial}$$

De manera general, si sobre un cuerpo actúa una fuerza que provoca cambios en su velocidad y en su posición, el **trabajo** de esa fuerza será igual a la **variación de energía mecánica** que sufre el cuerpo.

$$W = \Delta E_m = E_{m,final} - E_{m,inicial}$$

### Potencia

La **potencia (P)** es una magnitud que relaciona el trabajo realizado con el tiempo empleado en hacerlo.

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

Su unidad en el Sistema Internacional es el **vatio (W)** en honor a James Watt, inventor de la máquina de vapor. En el mundo del motor se emplea la unidad de los **caballos de vapor (CV)**.

$$1 \text{ CV} = 736 \text{ W}$$

Unidad alternativa para la energía: el **kilovatio-hora (kWh)**. En esta unidad viene la factura eléctrica a casa.

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$$



### Resumen

**La energía**  
 Es una propiedad de los cuerpos que les permite producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. En el Sistema Internacional se mide en Julios (J).

**Propiedades de la energía**

- Se transfiere
- Se almacena y transporta
- Se transforma
- Se degrada
- Se conserva

**Tipos de la energía**

- Energía cinética: movimiento.  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$
- Potencial: posición. Gravitatoria:  $E_p = mgh$  y elástica:  $E_p = \frac{1}{2}k\Delta x^2$
- Térmica: movimientos de las partículas
- Eléctrica: movimiento de cargas
- Química: enlaces químicos
- Nuclear: núcleos de los átomos

**Conservación de la energía mecánica**  
 La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma de unas formas a otras. En estas transformaciones, la energía total permanece constante.

$$E_{c,i} + E_{p,i} = E_{c,f} + E_{p,f} \text{ constante} \Rightarrow E_{m,final} = E_{m,inicial}$$

Si hay rozamiento:  
 $E_{m,final} = E_{m,inicial} - W_{roz}$

**El trabajo**  
 Es la energía que se transfiere de un cuerpo a otro por medio de una fuerza que provoca un desplazamiento. En el SI se mide en Julios (J).

$$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$$

**La potencia**  
 Relaciona el trabajo realizado con el tiempo empleado en ello. En el SI se mide en vatios (W).

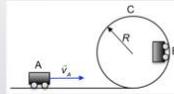
$$P = \frac{W}{t}$$

## Ejercicios

1. Una gota de lluvia de masa  $m = 1$  g cae partiendo del reposo desde una altura  $h = 2$  km.
  - a. Calcula a qué velocidad llegaría al suelo si no existiera rozamiento de la gota con el aire.
  - b. Si la gota llega al suelo con una velocidad  $v = 1$  m/s, calcula la energía disipada en la caída por efecto del rozamiento.
2. Se lanza una pequeña pelota de masa  $m = 15$  g mediante una pistola de juguete que posee un muelle cuya constante recuperadora es  $K = 600$  N/m. El muelle se comprime hasta  $\Delta x = 5$  cm. ¿Qué altura alcanzará la pelota si se apunta verticalmente? (Disparamos hacia arriba)

## Ejercicios

3. Un carro de masa  $m = 1000$  kg avanza horizontalmente y sin rozamiento sobre un carril con una velocidad  $v_A = 10$  m/s, según se muestra en la figura (posición A). A continuación entra en un bucle vertical de radio  $R = 4$  m.
  - a. Calcula la velocidad que lleva el carro al pasar por el punto B.
  - b. ¿Lleva el carro suficiente velocidad en A para alcanzar el punto más alto del lazo, C? Justifica tu respuesta.
  - c. Calcula la velocidad que debería llevar el carro en A para que se quede parado en B.



## Ejercicios

4. Un vehículo de 1000 kg circula por una carretera recta y horizontal a 72 km/h, y acelera para ponerse a 90 km/h.
  - a. ¿Cuál es el trabajo que realiza el motor?
  - b. Si acelera durante 5 m, ¿qué fuerza realiza el motor?
  - c. Por último, sabiendo que el coche tiene una potencia de 50 CV, ¿durante cuánto tiempo acelera?
5. Explica si realizas, o no, trabajo cuando:
  - a. Empujas una pared.
  - b. Sostienes un libro a 2 metros de altura.
  - c. Desplazas un carrito hacia delante.

## Anexo II. Proyecto Didáctico



# Electricidad, electrónica y aplicaciones: El electrón en la sociedad

## Introducción

Los conceptos de electricidad han sido tradicionalmente una tarea ardua y difícil de enseñar a los estudiantes debido a su complejidad conceptual y a los elevados procesos cognitivos que requieren los estudiantes para entenderlos completamente. En este proyecto didáctico se realiza una propuesta de actividades para 1º de Bachillerato, en la materia de Física y Química, donde se ahondará en esta temática además de ampliar contenido hacia la electrónica y sus aplicaciones en la sociedad de la información y la comunicación.

Se pretende conseguir un aprendizaje significativo y motivador para lograr la adquisición de contenidos curriculares al mismo tiempo que se fomentan la actitud, el interés y la motivación hacia la ciencia. Para este fin se elige dotar a este proyecto de un enfoque CTS “ciencia, tecnología y sociedad”, CTS (García Palacios, E.M., González Galbarte, J.C., et al., 2001), en el que los conocimientos que se adquieran puedan tener un significado en la sociedad actual de los alumnos. Con este tipo de dinámicas se busca trabajar más competencias que la puramente matemática, tecnológica y científica fomentando la educación social y cívica y hacer la ciencia más cotidiana, próxima y útil.

El énfasis principal de la propuesta didáctica radica en la experimentación e indagación por parte de los estudiantes, de su participación activa en las tareas de manera que se rompa la monotonía de las clases magistrales donde son meros receptores de información ya procesada sin necesidad de que ellos y ellas saquen sus propias conclusiones. Pretendemos involucrar a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje planteando actividades que les permitan formarse como ciudadanos críticos capaces de tomar decisiones propias y plantear medidas para solucionar problemas relacionados con la electricidad y la electrónica.

## **Justificación e intención educativa**

La temática de esta propuesta gira en torno al electrón y dos ramas de conocimiento: la electricidad y la electrónica. En primer lugar, la electricidad forma parte de currículo tradicional del sistema educativo y constituye uno de los pilares de la sociedad. Si electricidad no funciona ningún dispositivo y esto da cuenta su tremenda importancia. Sin embargo, los conceptos a menudo entendidos de manera incorrecta por los estudiantes, ya sea por complejidad conceptual o por mala práctica docente (Ruiz-Sáenz de Miera, Oliva-Martínez y Rosado-Barbero, 1991 y Angel y Clavijo, 2006). En cualquier caso, en esta propuesta se pretende incidir en este tema para afianzar correctamente estos conocimientos en los estudiantes mientras adquieren al mismo tiempo destrezas en el ámbito práctico de medida de magnitudes eléctricas y manipulación de circuitos, extrapolable al ámbito cotidiano (Sirur-Flores y Benegas, 2016).

Por otro lado, la electrónica no forma parte del contenido curricular, o al menos no explícitamente. Sin embargo, su importancia en la actual sociedad de la información y la comunicación es esencial, la base de la era digital que vivimos. Los estudiantes emplean las tecnologías de la comunicación y la información (TICs), los teléfonos inteligentes, ordenadores y demás dispositivos electrónicos sin entender realmente cómo funcionan o de dónde viene. Aprovechando este desconocimiento de los estudiantes y la experiencia en el campo de la electrónica del docente, en especial en el ámbito de sensores y aplicaciones, se pretende ampliar conocimientos con objeto de que conozcan de dónde proviene todo aquello que emplean a diario, al menos de manera divulgativa (Torres-Climent, 2010, y Hurovich, Azpiazu, Cucci y Joselevich, 2015).

## **Objetivos generales**

Esta propuesta es un diseño de una secuencia didáctica para el aprendizaje de los conceptos de electricidad, electrónica y aplicaciones en el contexto del aprendizaje de la Electricidad en la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato, utilizando para ello sesiones prácticas de indagación y experiencias de cátedra o demostraciones llevadas a cabo por el o la docente.

La secuencia de actividades de este proyecto didáctico pretender ser realista para ser implementada en el aula en el futuro. Además, con el objetivo de integrar conocimientos y aumentar la multidisciplinariedad, se propone trabajar en conjunto con la materia de tecnología para la realización de determinadas prácticas.

En definitiva, los objetivos de esta propuesta didáctica son los siguientes:

- Afianzar conceptos eléctricos básicos. Por ejemplo: ¿cómo se produce la corriente eléctrica? ¿Qué es la resistencia eléctrica? ¿Cómo podemos medir magnitudes eléctricas?
- Realizar montajes de circuitos eléctricos y medir adecuadamente magnitudes eléctricas, de manera que se conecte con experiencias cotidianas como puede ser cambiar un enchufe.
- Aplicar el método científico para demostrar las leyes de la electricidad y modelar distintos dispositivos, como una resistencia o un diodo.
- Conocer los elementos semiconductores y toda la rama de conocimiento, la electrónica, que hay detrás, así como los procesos de fabricación y sus aplicaciones.
- Mejorar el interés, la actitud y la motivación hacia las ciencias.
- Aplicar una metodología más activa en el aula de manera que la participación de los estudiantes aumente y mejore su comprensión de los contenidos.

## Contexto didáctico del proyecto

Para definir correctamente el contexto didáctico se realizará un análisis del marco curricular, de las dificultades conceptuales de aprendizaje, y de la metodología y enfoque de la propuesta.

### Contenido académico

Debido al carácter multidisciplinar de este proyecto didáctico, los contenidos del marco curricular oficial de Aragón están recogidos en distintas materias (Orden ECD/494/2016). Centraremos nuestro proyecto en 1º de Bachillerato, seleccionando contenidos de Física y Química y de Cultura Científica.

Dentro de Física y Química, nos interesan los siguientes contenidos:

#### **Bloque 1:** La actividad científica.

**Contenidos:** Estrategias necesarias en la actividad científica. Tecnologías de la Información y la Comunicación en el trabajo científico. Proyecto de investigación.

Crit.FQ.1.1. Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica como: plantear problemas, formular hipótesis, proponer modelos, elaborar estrategias de resolución de problemas, diseños experimentales y análisis de los resultados.

Crit.FQ.1.2. Conocer, utilizar y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el estudio de los fenómenos físicos y químicos.

#### **Bloque 6:** Dinámica.

**Contenidos:** Interacción electrostática: ley de Coulomb.

Crit.FQ.6.8. Conocer la ley de Coulomb y caracterizar la interacción entre dos cargas eléctricas puntuales.

#### **Bloque 7:** Energía.

**Contenidos:** Diferencia de potencial eléctrico.

Crit.FQ.7.3. Vincular la diferencia de potencial eléctrico con el trabajo necesario para transportar una carga entre dos puntos de un campo eléctrico y conocer su unidad en el Sistema Internacional.

Dentro de la materia de Cultura Científica:

#### **Bloque 1:** Procedimientos de trabajo.

**Contenidos:** El método científico. Tratamiento y transmisión de la información científica: bases de datos y búsqueda bibliográfica científica. La divulgación científica. La ciencia y la investigación como motores de la sociedad actual. El impacto de la ciencia en la sociedad.

Crit.CCI.1.1. Obtener, seleccionar y valorar informaciones relacionadas con temas científicos de actualidad.

Crit.CCI.1.2. Valorar la importancia que tiene la investigación y el desarrollo tecnológico en la actividad cotidiana.

#### **Bloque 5:** Nuevas tecnologías en comunicación e información

**Contenidos:** Fundamentos básicos de los avances tecnológicos más significativos: dispositivos digitales como GPS, telefonía móvil, tecnología LED, etc. Beneficios

y problemas del constante avance tecnológico en la sociedad actual. Internet y los cambios en la sociedad actual.

Crit.CCI.5.2. Determinar el fundamento de algunos de los avances más significativos de la tecnología actual.

Crit.CCI.5.3. Tomar conciencia de los beneficios y problemas que puede originar el constante avance tecnológico.

Crit.CCI.5.6. Demostrar mediante la participación en debates, elaboración de redacciones y/o comentarios de texto, que se es consciente de la importancia que tienen las nuevas tecnologías en la sociedad actual.

### **Dificultades conceptuales de aprendizaje**

Los conceptos científicos de electricidad y electrónica son conceptos especialmente complejos y difíciles, y generan ideas alternativas en los estudiantes. Estas ideas influyen en su aprendizaje, y las experiencias cotidianas (como por ejemplo al encender la luz) refuerzan estas ideas alternativas. Además, tanto el material escolar con sus explicaciones y simplificaciones y el propio docente pueden influir negativamente y reforzar estas ideas alternativas. Un ejemplo de ello es el funcionamiento de la corriente eléctrica, donde la idea, muchas veces extendida por los libros de texto, es la de que los electrones están esperando a que se cierre el circuito para moverse y recorrerlo (Ruiz-Sáenz de Miera et al., 1991 y Angel et al., 2006).

Además, el contenido de ampliación de electrónica y aplicaciones puede ser de difícil comprensión conceptual, requiriendo elevados niveles cognitivos, como por ejemplo los materiales semiconductores o la fabricación de circuitos integrados sobre silicio, requiriendo además y matemáticas avanzadas: transformada de Fourier y componentes frecuenciales.

Por tanto, las dificultades principales que podríamos encontrar son el sesgo cognitivo, es decir, que se aferren a sus ideas previas y alternativas y no se paren a pensar y razonar, y el factor visceral, que va de la mano con la anterior ya que es difícil separar para ellos la parte racional y objetiva de la emocional o lo que creen que debería ser.

### **Metodología y enfoque**

Ciencia y tecnología han de ser vistas con una actitud más crítica debido al gran avance que han supuesto para la sociedad y los riesgos que ello conlleva. La expresión “ciencia, tecnología y sociedad” (CTS) suele definir un ámbito de trabajo académico, cuyo objeto de estudio está constituido por los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que concierne a los factores sociales que influyen sobre el cambio científico-tecnológico, como en lo que atañe a las consecuencias sociales y ambientales (García-Palacios et al., 2001).

Los estudios CTS tienen un carácter crítico respecto a la tradicional imagen esencialista de la ciencia y la tecnología; y además un carácter interdisciplinar por integrar distintas ramas de conocimiento como la filosofía y la historia de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía del cambio técnico. Los estudios CTS buscan comprender la dimensión social de la ciencia y la tecnología, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes sociales como de sus consecuencias sociales y ambientales; es decir, cómo los cambios sociales han influido en la evolución de la ciencia y la tecnología, y cómo estos avances afectan e influyen en nuestro día a día.

Por todo ello, la principal finalidad de este enfoque es que los estudiantes sean conscientes de la importancia de las aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad y la utilidad de lo que se les enseña.

## Organigrama

### Secuenciación de objetivos

La secuencia y orden de actividades en este proyecto didáctico propone poner el foco en la indagación de los alumnos para fomentar su autonomía. El primer objetivo es afianzar los conceptos eléctricos, como la corriente eléctrica, la intensidad y la tensión o diferencia de voltaje.

A continuación, daremos un salto a las nuevas tecnologías, los elementos semiconductores, sensores y fabricación de dispositivos electrónicos presentes en la vida cotidiana.

Después, para mejorar la destreza en el laboratorio y trabajar con el método científico realizaremos sesiones prácticas para aprender a medir correctamente magnitudes eléctricas y comprobar experimentalmente dos leyes físicas, de modo indagativo, aunque siempre guiados por el docente.

Para finalizar, se realizará una demostración en clase de una aplicación de una resistencia dependiente de la luz (LDR, *Light Dependent Resistor*) como medidor de pulso cardíaco y se propondrá a los estudiantes que busquen información acerca de otros sensores y sus posibles aplicaciones para exponerlo en clase en la siguiente sesión y debatirlo entre todos y todas.

### Secuencia de actividades

Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5	Sesión 6
<u>Actividad 1: Divulgación</u>		<u>Actividad 2: Experimentación</u>		<u>Actividad 3: Demostración</u>	
<i>Electricidad</i>	<i>Semiconductores y electrónica</i>	<i>Montaje de circuitos I</i>	<i>Montaje de circuitos II</i>	<i>Demostración</i>	<i>Debate y exposición</i>
- Conceptos - Medida de magnitudes eléctricas?	- Elementos semiconductores - Fabricación y aplicaciones	- Resistencias en serie y paralelo - Ley de Ohm	- Leyes de Kirchhoff - Modelado de diodos LED	- Medidor de pulso cardíaco - Propuesta de reto	- Puesta en común: aplicaciones de sensores y discusión - Evaluación

## Descripción de las actividades

### Actividad 1: Divulgación

La primera actividad será desarrollada en 2 sesiones. La primera de ella estará centrada en el tema de la electricidad, mientras que la segunda está enfocada en los semiconductores y la electrónica.

## Sesión 1: Electricidad

El énfasis en esta primera sesión se centra en afianzar conceptos relacionados con la electricidad, detallando en profundidad los conceptos de corriente eléctrica, cómo se produce, la diferencia de potencial, y la resistencia eléctrica. Además, también se trabajan las leyes de Ohm y Kirchhoff.

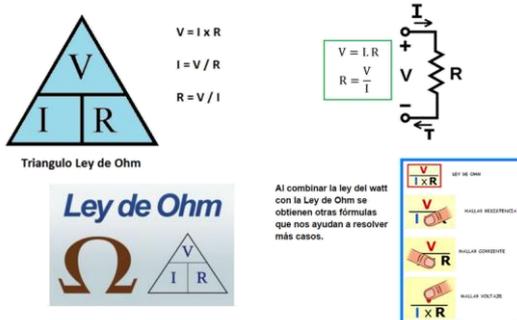


Figura 4. Ley de Ohm.

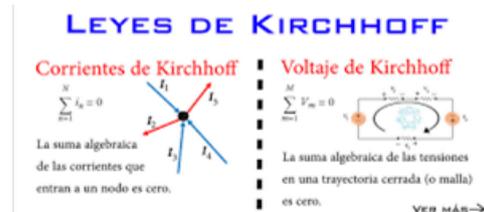


Figura 5. Leyes de Kirchhoff.

## Sesión 2: Semiconductores y electrónica

En esta segunda sesión se introducen los elementos semiconductores. Qué elementos de la tabla periódica son, por qué, cuáles son sus características, y que dispositivos se pueden fabricar con ellos. También se les pide que realicen una búsqueda bibliográfica de tipos de sensores y sus posibles aplicaciones.

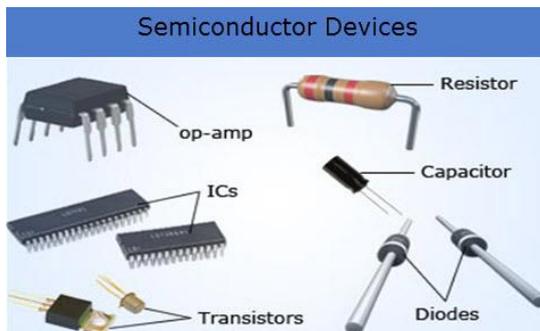


Figura 6. Dispositivos semiconductores.

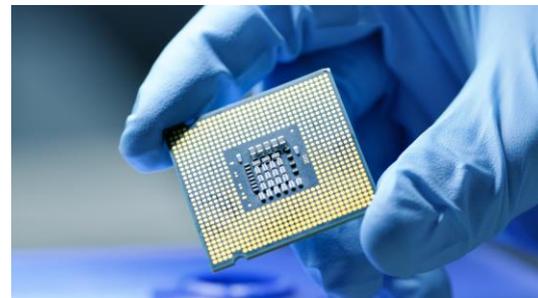


Figura 7. Fabricación de circuitos integrados.

## Actividad 2: Experimentación

Sesiones de laboratorio donde aprender a montar en placa blanca circuitos sencillos, y a emplear instrumental de medida como el multímetro y fuentes de tensión o baterías para medir magnitudes eléctricas. También se comprobará experimentalmente la ley de Ohm, las leyes de Kirchhoff, se medirán resistencias equivalentes de conexiones serie y paralelo de resistencias y se modelará un diodo LED.

## Sesión 3: Montaje de circuitos I

### A. Medida de magnitudes eléctricas

**Método para medir voltajes:** Has de poner las puntas del multímetro tocando los puntos entre los que quieras medir. Antes de medir no olvides seleccionar la posición de

medida de tensiones en el polímetro (**V**). La Figura 5 muestra un multímetro en posición de medida de tensiones para medir el voltaje de una batería o pila.

**Método para medir intensidades:** Deberás desconectar el cable del punto donde quieras medir y hacer que la corriente pase por el polímetro. Recuerda cambiar la posición del polímetro a intensidades (**A**) y empezar por los valores superiores de la escala.

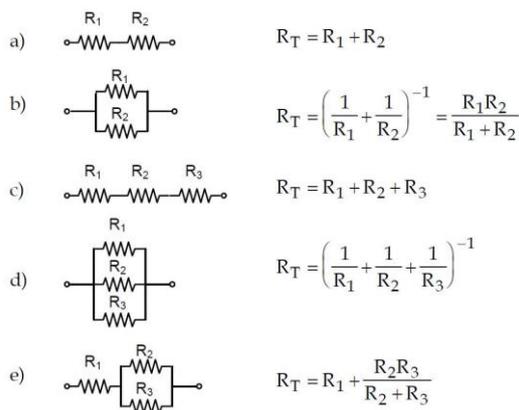
**Método para medir resistencias:** Antes de medir no olvides seleccionar la posición de medida de resistencias ( **$\Omega$** ) en el multímetro. Has de poner las puntas del polímetro tocando los puntos entre los que quieras medir. En el caso de una resistencia, tocando sus bornes; y en el caso de varias resistencias, tocando los extremos entre los que quieras medir la resistencia equivalente.



Figura 8. Multímetro en configuración de medida de voltaje.

### B. Resistencias en serie y paralelo

Monta en la placa blanca los siguientes circuitos. Para ello contarás con 3 resistencias diferentes del mismo orden de magnitud:  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$  y  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ . Para elegir las ayúdate del código de colores de las resistencias (Figura 6). Cada vez que montes uno de ellos, ve completando la Tabla 1.



COLOR	BANDA 1	BANDA 2	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	$\times 1 \Omega$	
MARRÓN	1	1	$\times 10 \Omega$	+ / - 1%
ROJO	2	2	$\times 100 \Omega$	+ / - 2%
NARANJA	3	3	$\times 1000 \Omega$	
AMARILLO	4	4	$\times 10,000 \Omega$	
VERDE	5	5	$\times 100,000 \Omega$	
AZUL	6	6	$\times 1,000,000 \Omega$	
VIOLETA	7	7	$\times 10,000,000 \Omega$	
GRIS	8	8	$\times 100,000,000 \Omega$	
BLANCO	9	9	$\times 1,000,000,000 \Omega$	
DORADO			$\times 0,1 \Omega$	+ / - 5%
PLATEADO			$\times 0,01 \Omega$	+ / - 10%

Figura 9. Código de colores de las resistencias.

Tabla 2. Valores de las resistencias empleadas.

Resistencia	Valor teórico (k $\Omega$ )	Valor medido (k $\Omega$ )
<b>R<sub>1</sub></b>		
<b>R<sub>2</sub></b>		
<b>R<sub>3</sub></b>		

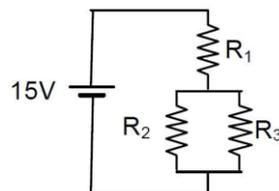
Con los valores medidos se debe completar la Tabla 2. El valor teórico se calcula con ayuda de las ecuaciones. El valor experimental son los valores reales medidos con el multímetro.

Tabla 3. Comprobación de asociación de resistencias.

Montaje	Valor teórico (kΩ)	Valor medido (kΩ)
a)		
b)		
c)		
d)		
e)		

### C. Ley de Ohm

Una vez que hemos medido resistencias con el multímetro, vamos a proceder a realizar medidas de intensidades y voltajes sobre las resistencias para comprobar que se cumple la ley de Ohm,  $V = I \cdot R$ . Para ello montaremos el circuito siguiente con las tres resistencias y una fuente de tensión a 15 V.



Ahora, completa la Tabla 3 con el voltaje y la intensidad que midas para cada resistencia, y anota la resistencia que obtendrías con la ley de Ohm y la que has medido anteriormente (apartado B, Tabla 1).

Tabla 4. Comprobación de la ley de Ohm.

Resistencia	V (V)	I (mA)	R <sub>calculada</sub> (kΩ)	R <sub>medida</sub> (kΩ)
R <sub>1</sub>				
R <sub>2</sub>				
R <sub>3</sub>				

Finalmente, responde las siguientes preguntas:

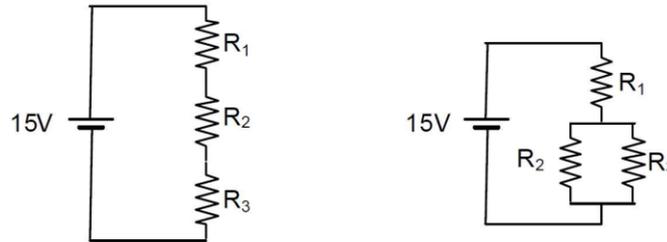
1. ¿Se cumple la ley de asociación de resistencias y coinciden los resultados medidos con los cálculos teóricos?
2. ¿Se cumple la ley de Ohm y coinciden los resultados medidos con los cálculos teóricos?
3. ¿Qué diferencia hay entre los datos teóricos y los experimentales? ¿A qué se debe?

Justifica tus respuestas con los conceptos error experimental, ruido eléctrico y variación en los procesos de fabricación.

## Sesión 4: Montaje de circuitos II

### A. Leyes de Kirchhoff

Usando la fuente de tensión y las tres resistencias de la sesión anterior, monta los siguientes circuitos. Se puede comprobar el resultado teórico, y verificar las leyes de nodos y de mallas de Kirchhoff mediante las medidas de voltajes e intensidades en las distintas resistencias.



A continuación, completa la Tabla 4. Justifica tu respuesta añadiendo los cálculos teóricos de ambos montajes.

Tabla 5. Comprobación de las leyes de Kirchhoff.

		Montaje a)	Montaje b)
<b>R<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>teór</sub> (V)</b>		
	<b>V<sub>med</sub> (V)</b>		
	<b>I<sub>teór</sub> (mA)</b>		
	<b>I<sub>med</sub> (mA)</b>		
<b>R<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>teór</sub> (V)</b>		
	<b>V<sub>med</sub> (V)</b>		
	<b>I<sub>teór</sub> (mA)</b>		
	<b>I<sub>med</sub> (mA)</b>		
<b>R<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>teór</sub> (V)</b>		
	<b>V<sub>med</sub> (V)</b>		
	<b>I<sub>teór</sub> (mA)</b>		
	<b>I<sub>med</sub> (mA)</b>		

Por último, responde las siguientes preguntas:

1. ¿Se cumplen las leyes de Kirchhoff y coinciden los resultados medidos con los cálculos teóricos?
2. ¿Hay alguna diferencia entre los datos teóricos y los experimentales, y si la hubiera, a qué se debe?

Justifica tus respuestas con los conceptos error experimental, ruido eléctrico y variación en los procesos de fabricación.

### B. Modelado de un diodo LED

La Figura 7 muestra el modelo y la curva característica de un diodo LED. Para caracterizarlo experimentalmente montaremos un circuito con el diodo, una fuente de tensión variable y una resistencia de valor  $R = 3.9 \text{ k}\Omega$  para intensidades hasta 2 mA y  $R = 390 \Omega$  para el resto de intensidades.

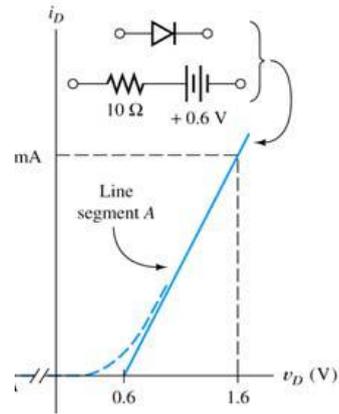
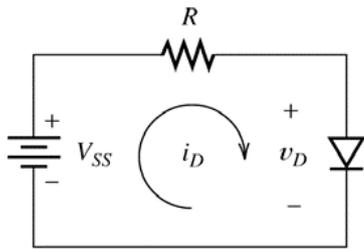


Figura 10. Modelo y curva intensidad-voltaje característica de un diodo LED.

Para medir el voltaje y la intensidad en el diodo seguiremos el siguiente procedimiento. Colocaremos el multímetro en serie con el diodo para medir la corriente que circula a través del diodo. Controlando la tensión de la fuente de alimentación variaremos dicha intensidad. Cada vez que marque los valores de la Tabla 5, desconectaremos el multímetro en serie, conectando el circuito otra vez en la posición original y mediremos la caída de tensión en el diodo. Repetiremos este proceso hasta completar la Tabla 5.

Tabla 6. Medidas para caracterizar el diodo LED.

$i_D$ (mA)	$v_D$ (V)
<b>0.05</b>	
<b>0.1</b>	
<b>0.15</b>	
<b>0.2</b>	
<b>0.3</b>	
<b>0.4</b>	
<b>0.5</b>	
<b>0.6</b>	
<b>0.7</b>	
<b>0.8</b>	
<b>0.9</b>	
<b>1.0</b>	
<b>1.5</b>	
<b>2.0</b>	
<b>3.0</b>	
<b>4.0</b>	
<b>5.0</b>	
<b>10.0</b>	
<b>20.0</b>	

Para finalizar, responde a las siguientes cuestiones:

Con las medidas de la Tabla 5, dibuja una gráfica donde en el eje de las Y pondremos la intensidad y en el eje de las X pondremos los voltajes.

1. ¿Se parece a la curva de la Figura 7? ¿Aprecias alguna diferencia? (Dibuja la gráfica tanto en escala lineal como logarítmica)
2. ¿Podrías estimar el valor de la tensión umbral del diodo LED? ¿Qué pasaría si cambiamos el LED por otro de distinto color?

### Actividad 3: Demostración e indagación

Sesión de experiencia de cátedra llevada a cabo por el docente en el que se montará un medidor del pulso cardíaco empleando un sensor LDR. Además, se planteará un breve trabajo de indagación en el que se tendrán que buscar diferentes tipos de sensores y sus posibles aplicaciones para exponer en clase en la siguiente sesión y debatirlos entre todos y todas.

### Sesión 5: Demostración

Un tipo de sensor de luz son las resistencias que cambian su valor en función de la cantidad de luz que reciben, es decir, son resistencias dependientes de luz, o LDR (*Light Dependent Resistor*). Suelen tener una forma de “peine” (Figura 8) para maximizar el área de luz que reciben y así aumentar su sensibilidad.

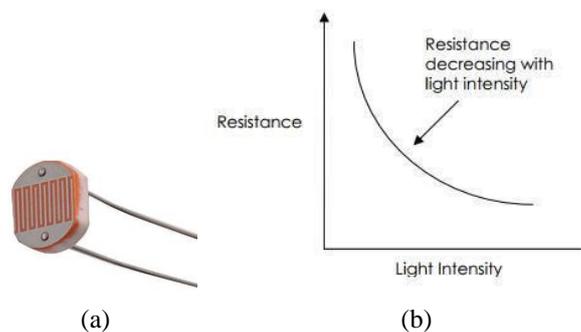


Figura 11. Resistencia dependiente de la luz (LDR): a) Dispositivo; y b) Curva característica.

Comenzamos la sesión lanzando el reto acerca de qué podemos hacer con la LDR, cómo la podemos aprovechar. De este modo estimulamos a los estudiantes y hacemos que comiencen a pensar. Tras una breve discusión de unos minutos, se les plantea la aplicación que vamos a ver en la sesión: un medidor de pulso cardíaco a partir de la LDR y demás electrónica. Lo más importante de esta sesión es hacer que entiendan que a partir de los cambios de resistencia de la LDR vamos a ser capaces de medir el pulso cardíaco.

Esto ocurre de la siguiente manera. En los dedos índice o corazón (de igual manera que hacen en los equipos médicos de los hospitales) colocamos en un extremo la resistencia LDR y en el otro una fuente de luz, que puede ser una bombilla o la linterna del móvil (en los equipos médicos es un láser). Con cada bombeo de sangre de nuestro corazón, la cantidad de sangre que pasa por los dedos es distinta, y por tanto es más opaca o más translúcida. Es decir, dependiendo de los bombeos de sangre, a la LDR le llega más o menos cantidad de luz, y por tanto su resistencia irá variando. Con el circuito electrónico de acondicionado adecuado, podemos observar dichas variaciones de resistencias, que no son más que las variaciones del pulso cardíaco. En la Figura 9 podemos observar un montaje simple para realizar esta aplicación, y observar el pulso en la pantalla.

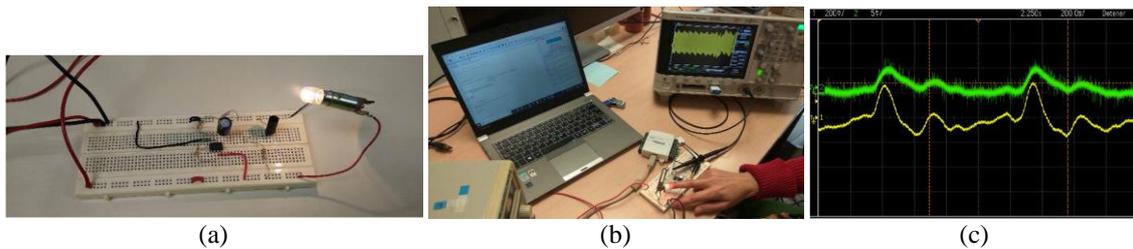


Figura 12. Medidor del pulso cardíaco: a) Montaje; b) Ejemplo de medida; y c) Señal del pulso cardíaco.

Ahora bien, en la pantalla estamos viendo una señal más o menos periódica con una cierta frecuencia, y a nosotros nos interesa medir las pulsaciones por minuto. Es decir, a la medida de frecuencia, en Hz, que se corresponde con las pulsaciones por segundo, hemos de pasarla a pulsaciones por minuto, es decir, multiplicar por 60. De este modo obtendremos un ritmo cardíaco entre 60 y 90 pulsaciones por minuto, algo que entra dentro de lo normal. Una vez explicada la aplicación, se pueden realizar algunas mediciones con algún voluntario o voluntaria para ver sus pulsos individuales.

Por último, se plantea a los estudiantes la realización de una búsqueda bibliográfica de un tipo de sensor y sus posibles aplicaciones, para que en la siguiente sesión expongan lo que han encontrado. Deberán explicar el tipo de sensor, que tipo de transducción realiza, y la aplicación. Dependiendo del número de componentes del grupo clase, este trabajo se hará de manera individual o por grupos de trabajo cooperativo, de modo que se pueda ajustar a las sesiones disponibles.

### Sesión 6: Debate y exposición

Esta sesión está dedicada por completo a la exposición y debate grupal de los tipos de sensores y aplicaciones (Figura 10). Para evaluar la calidad de las producciones de los estudiantes se empleará una rúbrica (véase apartado Evaluación).

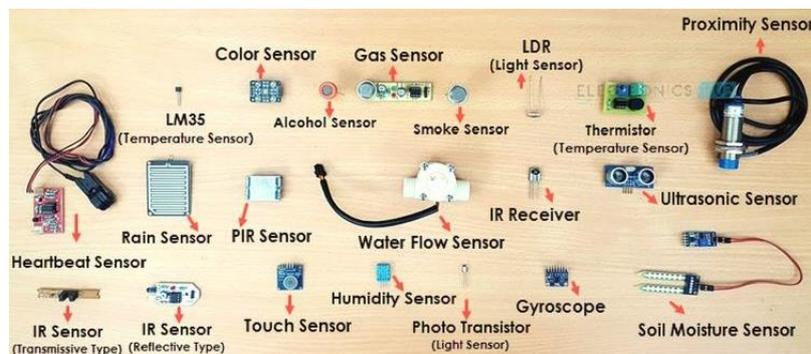


Figura 13. Ejemplo de sensores actuales.

## **Evaluación**

Además de proponer una secuencia didáctica, es importante también evaluarla para conocer el grado de alcance de los objetivos marcados, así como proponer una evaluación a los estudiantes a modo de control, asegurándonos de que se esfuerzan e intentan aprender.

Por ello, antes de comenzar con el desarrollo de la propuesta, se realizaría un cuestionario inicial para detectar el nivel de conocimientos que tienen los estudiantes (véase sub-apartado Cuestionario).

Para evaluar la parte práctica, los alumnos realizarán un breve informe exponiendo los resultados que han obtenido, explicando el procedimiento y cómo han medido. Por otra parte, mediante una rúbrica de coevaluación evaluarán entre ellos su aportación en la exposición y debate sobre sensores y aplicaciones de la última sesión.

Pasado un tiempo desde la puesta en marcha del proyecto didáctico, se realizaría un test de conocimiento idéntico al cuestionario inicial a los estudiantes para comprobar lo que han aprendido durante el proyecto, además de proponerles una nota anónima (o *one minute paper*) donde aporten *feedback* acerca de lo que ellos creen que han aprendido, lo que más les ha gustado, lo que menos, o qué cambiarían.

Una vez con todos los datos a nuestra disposición, podríamos evaluar a los estudiantes con los informes breves, la rúbrica de participación y el test final. Para evaluar el proyecto, deberíamos analizar los resultados del cuestionario inicial y del test final, así como las notas anónimas para analizar las razones acerca de cómo de bien ha funcionado el proyecto didáctico de cara a su continua mejora.

### **Cuestionario**

El siguiente cuestionario se empleará antes de empezar la secuencia didáctica y al finalizarla, con el objetivo de comprobar los conocimientos previos y evaluar el grado de adquisición de conocimientos nuevos y valorar la eficacia del proyecto.

1. ¿Qué es el voltaje, la intensidad y la resistencia eléctrica?
2. ¿Cómo funciona la corriente eléctrica, por ejemplo, cuando damos al interruptor y se enciende la luz?
3. ¿Con qué aparato se pueden medir magnitudes eléctricas y cómo se realiza la medida de cada una de ellas?
4. ¿Qué precauciones debemos tener a la hora de manipular circuitos eléctricos?
5. ¿Qué es un dispositivo semiconductor? ¿Cuál es el principal elemento químico semiconductor?
6. ¿Cómo se fabrican los dispositivos electrónicos integrados?
7. ¿Qué tipos de sensores conoces? ¿Puedes explicar el funcionamiento de alguno de ellos?
8. ¿Qué tipo de aplicaciones de sensores conoces y donde las puedes encontrar?

### **Nota anónima**

Explica brevemente qué es lo que has aprendido acerca de la electricidad y la electrónica. ¿Cuál ha sido la sesión que más te ha gustado? ¿Y la que menos? ¿Qué cambiarías de cara a futuras intervenciones?

### **Rúbricas**

Éstas rúbricas están disponibles online en un banco de documentos públicos para el uso de quien las necesite (CEDEC, 2020). Emplearemos la rúbrica de informe científico para evaluar el informe de la parte práctica y la rúbrica de la exposición oral para que los estudiantes se coevalúen.

**Escala de valoración para un informe escrito científico**

ASPECTOS	1	2	3	4	5
Completa satisfactoriamente todos los apartados solicitados en el informe.					
Muestra una correcta interpretación de la información ligada al tema científico.					
Se expresa usando correctamente el vocabulario y lenguaje científicos.					
Explica y expone con coherencia y claridad las ideas .					
Argumenta de forma razonada en base a evidencias científicas, orientadas hacia la confirmación o no de una hipótesis.					
Expresa opiniones personales que aportan un valor añadido al informe (curiosidad, interés, rigor y precisión, pensamiento crítico...).					
Aporta datos que acompañan al informe, organizados en tablas, gráficas, etc.					
Aporta imágenes significativas que acompañan al informe.					
Acompaña el informe con bibliografía y/o enlaces web.					
Muestran creatividad en la búsqueda de respuestas a los interrogantes planteados.					

**ESCALA DE VALORACIÓN. EXPOSICIÓN ORAL EN CIENCIAS**

ASPECTOS	1	2	3	4	5
Explica correctamente todos los pasos realizados en la investigación, denota un buen dominio del tema.					
Se expresa usando el lenguaje científico con exactitud.					
Argumenta de forma razonada en base a evidencias científicas.					
Mantiene el interés del público durante la exposición.					
Mantiene una buena postura y vocalización.					
Se ajusta al tiempo previsto.					
Acompaña la exposición con el soporte solicitado: imágenes, vídeos, datos, cuadros, maquetas, etc.					
Responde adecuadamente, aportando razones, a las cuestiones que se plantean.					
Muestra creatividad en la búsqueda de respuestas y conclusiones.					
Se reparte el trabajo equilibradamente entre los miembros del grupo (en caso de exposición grupal).					
Muestra esfuerzo y autonomía en el trabajo personal.					

## Reflexiones y conclusión

Aunque la propuesta se ha desarrollado como un ejercicio teórico, se ha planteado de la manera más realista posible para una posible implementación en las aulas en el futuro. La viabilidad y facilidad de implementación dependerá tanto de la destreza del docente como de los recursos del centro.

En cuanto a la propuesta de mejora sobre la secuencia didáctica, lo más probable como a menudo ocurre es que la temporalización deba ser ampliada, especialmente en los casos de experiencias de laboratorio, donde 2 sesiones se antojarían insuficientes, y en la sesión de exposición y debate, ya que el número de estudiantes determinaría el número de sesiones necesarias para que todos y todas participaran. Para llevar a cabo adecuadamente la propuesta, es necesaria por tanto una buena planificación de la misma.

Como reflexión acerca de la propuesta didáctica, creo que es importante resaltar la necesidad de realizar este tipo de actividades y cambiar la dinámica de las aulas para mejorar la actitud y la motivación de los estudiantes, no sólo en torno a las ciencias, sino en torno a la enseñanza en general. Es vital que quieran aprender, que estén dispuestos y dispuestas a adquirir conocimiento, y para ello hay que salirse de lo convencional y aplicar nuevas metodologías y actividades. Es cierto que no siempre se puede debido a restricciones de horario, tiempo, calendario, falta de recursos o habilidades del docente. Sin embargo, como decía Elías, siempre se puede hacer algo en el aula y hacer las clases divertidas. Al fin y al cabo, el proceso de aprender se lleva a cabo durante toda la vida y en todos los ámbitos, y hemos de hacerlo a gusto.

### Referencias bibliográficas

- Angel, H. y Clavijo, N. (2006). Ideas previas del estudiante sobre corriente eléctrica. *Revista de la Sociedad Colombiana de Física*, 38(2), 671-673.
- CEDEC. (2020). Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas No Propietarios. Recuperado de: <https://cedec.intef.es/banco-de-rubricas-y-otros-documentos/>
- García Palacios, E.M., González Galbarte, J.C., et al. (2001). Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual. *Cuadernos de Iberoamérica, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)*.
- Hurovich, V.L., Azpiazu, S., Cucci, G. y Joselevich, M. (2015). Hacia la integración de las TIC en el aula: una propuesta de trabajo sobre cinemática utilizando sensores electrónicos de distancia. *Revista de enseñanza de la física*, 27(1), 525-531.
- Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Ruiz Sáenz de Miera, A., Oliva Martínez, J.M. y Rosado Barbero, L. (1991). Investigación de las ideas de los alumnos de enseñanza secundaria sobre la corriente eléctrica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 9(2), 155-162.
- Sirur Flores, J. y Benegas, J. (2016). Determinación mediante pruebas de respuestas de opción múltiple del aprendizaje profundo y superficial. *Revista de enseñanza de la física*, 28(1), 229-234.
- Torres Climent, A.L. (2010). Empleo del laboratorio asistido por ordenador en la enseñanza de la física y química de secundaria y bachillerato. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(3), 693-707.