



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO,
FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE
IDIOMAS**

Especialidad de Tecnología e Informática

**Diseño de actividades
conceptuales para la asignatura
de Tecnología de 1º de E.S.O.**

Autor:

D. Rafael Caballero Alonso

Tutor:

Dr. D. César Chamorro Camazón

Dra. Dña. Rosa Villamañán Olfos

Valladolid, 11 de junio de 2018



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO,
FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE
IDIOMAS**

Especialidad de Tecnología e Informática

**Design of conceptual activities for
class technology of the first year
Secondary Education**

Author:

D. Rafael Caballero Alonso

Tutor:

Dr. D. César Chamorro Camazón

Dra. Dña. Rosa Villamañán Olfos

Valladolid, June 11, 2018.

RESUMEN

Se ha observado cierta dificultad en los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria a la hora de asimilar los conceptos eléctricos. El presente Trabajo Fin de Máster propone un diseño de actividades concebidas con el fin de hacer frente a este problema facilitando la comprensión y el aprendizaje conceptual en el área de la Electricidad.

Este trabajo analiza las ideas previas que tienen los alumnos en electricidad a través de distintos autores y establece unas pautas para el diseño y desarrollo de actividades utilizando las analogías como recurso didáctico. Como aplicación final se crea una secuencia de actividades apta para poner en práctica con el alumnado de 1^{er} curso de la Educación Secundaria Obligatoria, dentro de la asignatura de TECNOLOGÍA. La secuencia se plantea con un orden creciente de complejidad, bajo el cual se prepara a los alumnos con actividades iniciales a culminar introduciendo los conceptos eléctricos básicos.

Para concluir se presentan las reflexiones finales y las conclusiones alcanzadas tras el desarrollo de este trabajo, sugiriendo las posibles líneas de actuación futuras.

ABSTRACT

It is observed that Students in Secondary Education have certain degree of difficulty when acquiring electric concepts. To tackle this difficulty, this Master's Thesis proposes the design of activities conceived to facilitate the comprehension and conceptual learning in the area of Electricity.

This Thesis analyses the previous ideas that students have in electricity through different authors and establishes alternative guidelines for the design and development of activities. To put this into practice the Thesis creates, starting from zero, a sequence of activities suitable to implement with the students of the first year Secondary Education in the class of TECHNOLOGY. The sequence is suggested with an increasing order of complexity, which prepares the students with initial activities to culminate presenting basic electric concepts.

Last, this document presents the final reflections and the conclusions reached after the development of this Thesis; it also suggested the possible future lines of action.

Agradecimientos a

mis tutores del TFM, por sus valiosas sugerencias y correcciones,
los profesores del máster, quienes demostraron gran interés por formar docentes,
mi hermana por su ayuda y colaboración,
y sobre todo a mis compañeros de máster por su contribución al buen ambiente creado en el aula.

“Explicar toda la naturaleza es una tarea demasiado difícil para cualquier hombre e incluso para cualquier era. Es mucho mejor hacer un poco con seguridad, y dejar el resto a los que vengan después de ti, que explicar todas las cosas conjeturando sin estar seguros de nada”
Isaac Newton.

Índice de contenido

1 - INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 Presentación.....	4
1.2 Justificación.....	5
2 - PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO.....	7
2.1 Identificación del Problema.....	7
2.2 Marco Teórico.....	9
2.3 Ideas Previas de los Alumnos de Electricidad.....	11
2.4 Contexto y Ámbito de Aplicación.....	12
2.5 Planteamiento del Problema.....	14
2.6 Análisis del Problema.....	14
3 - PROPUESTA.....	15
3.1 Propuesta Didáctica.....	15
3.2 Objetivos.....	15
4 - OTRAS EXPERIENCIAS.....	16
4.1 Introducción.....	16
4.2 Experiencia: Electricidad en Casa.....	17
4.3 Las Analogías como recurso didáctico.....	18
4.4 Estrategias de Confrontación o Choque.....	19
4.5 Combinación de Estrategias.....	20
5 - DISEÑO PROPUESTO.....	21
5.1 Metodología.....	21
5.2 Conocimiento previo.....	23
5.3 Diseño de Actividades.....	23
5.4 Actividades Propuestas.....	25
1- Descripción de la Analogía Persona-Carga.....	25
2- Fichas de las Actividades.....	28
5.5 Temporalización.....	38
5.6 Contenido Evaluable.....	40
6 - CONCLUSIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXO: GUIONES DE LAS ACTIVIDADES.....	45
1- ¿Por qué se mueven los Electrones?.....	45
2- El Camino de los Electrones.....	48
3- Los Electrones también Trabajan.....	49
4- El electrón encuentra Resistencia.....	52
5- La barrera Infranqueable.....	53
6- Las Dificultades se Suman.....	54
7- ¿Por qué Camino irás hoy?.....	55
8- ¡Carrera de Electrones!.....	56
9- ¡Hoy tenéis más Ansias de Escapar!.....	57
10- ¿Con cuántas ganas os movéis?.....	58

1 - INTRODUCCIÓN

1.1 PRESENTACIÓN

Este trabajo corresponde al Trabajo Fin de Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, dependiente de la Universidad de Valladolid, España, para el curso 2017/2018 con el propósito de poner a prueba los conocimientos adquiridos. En concreto se pretende desarrollar un tipo de diseño de actividades relacionadas con conceptos básicos del área de la electricidad.

Se ha observado que una cantidad nada despreciable de alumnos que finalizan la Educación Secundaria Obligatoria no tienen claro qué es la electricidad. Confunden términos básicos a pesar de haber estudiado electricidad a lo largo de los años en distintas asignaturas. La electricidad manifiesta un nivel de abstracción que hace a los alumnos confundir el sentido de su aprendizaje y su trascendencia.

En este Trabajo Fin de Máster analiza el problema de las ideas previas a través de distintos autores y se establece unas pautas para el diseño y desarrollo de actividades utilizando las analogías como recurso didáctico. La finalidad es ayudar a los alumnos a construir el conocimiento científico desde su conocimiento previo.

Como aplicación final y de forma original se ha creado una secuencia de actividades apta para poner en práctica con el alumnado de 1^{er} curso de la Educación Secundaria Obligatoria, dentro de la asignatura de TECNOLOGÍA. Es en este contexto cuando, la mayoría de las veces, el alumnado toma contacto en el aula por primera vez con la electricidad práctica.

Varios autores han diseñado secuencias de actividades para el aprendizaje de la electricidad. Este trabajo propone una secuencia de actividades alternativa, utilizando las analogías como recurso didáctico, fundamentada en la adquisición de los conceptos eléctricos básicos y programando la presentación de estos conceptos en un orden alejado del orden convencional. Además se trabaja involucrando de forma activa al alumno y haciendo participe a su percepción para llevarle a sentir en primera persona la coherencia de los conceptos y procesos eléctricos estudiados.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. En su CAPÍTULO I, los dos primeros artículos establecen las siguientes disposiciones de carácter general:

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación.

1. La presente orden tiene por objeto establecer el currículo y regular la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

2. Esta orden será de aplicación en todos los centros docentes de la Comunidad de Castilla y León que impartan enseñanzas de educación secundaria obligatoria.

Artículo 2. Finalidad, objetivos y principios generales.

1. De acuerdo con el artículo 22 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, y el artículo 10.1 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, la finalidad de la educación secundaria obligatoria consiste en lograr que los alumnos y alumnas adquieran los elementos básicos de la cultura, especialmente en sus aspectos humanístico, artístico, científico y tecnológico; desarrollar y consolidar en ellos hábitos de estudio y trabajo; prepararles para su incorporación a estudios posteriores y para su inserción laboral y formarles para el ejercicio de sus derechos y obligaciones en la vida como ciudadanos.

Y en lo referente a la asignatura de TECNOLOGÍA de 1º curso de la E.S.O. para el bloque concreto «Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas» se apunta a que:

“Los contenidos de este bloque proporcionan el conocimiento por una parte, de las fuerzas que soportan una estructura y los esfuerzos a los que está sometida. Por otra, enseñan el funcionamiento de máquinas y operadores simples para la transmisión y transformación del movimiento. También acompaña a este bloque el estudio de la electricidad como principal energía utilizada para el movimiento de máquinas.”

Entrando en detalle, veamos cómo está definido el bloque 4 “Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas” en la Orden en cuanto a contenidos y evaluación de la parte Eléctrica.

En este bloque, Tabla 1, se establece el primer contacto del alumnado con la electricidad en formato práctico, apartado del ámbito teórico de la electricidad estudiada en las asignaturas de Física. Presumiblemente es de esperar que sobre este bloque se asentarán las bases del conocimiento que desarrollará el alumno en el área de la electricidad y electrónica a lo largo de su vida. Me podría arriesgar a decir, pienso que sin demasiada pretensión, que el equivalente a este bloque se correspondería con la asimilación profunda del concepto de producto en la asignatura de Matemáticas, independientemente de la capacidad del alumno para memorizar y aplicar la tabla de multiplicar.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>Estructuras resistentes: elementos y tipos. Esfuerzos básicos a los que están sometidas.</p> <p>Estructuras de barras. Perfiles. Triangulación. Aplicaciones en maquetas y proyectos.</p> <p>Máquinas simples.</p> <p>Mecanismos básicos de transmisión y transformación de movimientos.</p> <p>Análisis de la función de operadores mecánicos en máquinas usuales.</p> <p>Análisis de sistemas mecánicos básicos mediante programas informáticos de simulación.</p> <p>Aplicaciones en maquetas y proyectos.</p> <p>Introducción a la corriente eléctrica continua: definición y magnitudes básicas.</p> <p>Circuitos eléctricos simples: funcionamiento y elementos. Introducción al circuito en serie y en paralelo. Análisis de circuitos eléctricos básicos mediante programas informáticos de simulación.</p> <p>Efectos de la corriente eléctrica: Análisis de objetos técnicos que apliquen estos efectos.</p>	<p>1. Analizar y describir los esfuerzos a los que están sometidas las estructuras experimentando en prototipos</p> <p>2. Observar y manejar operadores mecánicos responsables de transformar y transmitir movimiento en máquinas y sistemas, integrados en una estructura.</p> <p>3. Relacionar los efectos de la energía eléctrica y su capacidad de conversión en otras manifestaciones energéticas.</p> <p>4. Diseñar y simular circuitos con simbología adecuada y montar circuitos con operadores elementales.</p>	<p>1.1 Describe apoyándose en información audiovisual o digital, las características propias que configuran las tipologías de estructura.</p> <p>1.2. Identifica los esfuerzos característicos y la transmisión de los mismos en los elementos que configuran la estructura.</p> <p>2.1. Describe mediante información escrita y gráfica como transforma el movimiento o lo transmiten los distintos mecanismos.</p> <p>2.2. Explica la función de los elementos que configuran una máquina o sistema desde el punto de vista estructural y mecánico.</p> <p>2.3. Simula mediante software específico y mediante simbología normalizada circuitos mecánicos.</p> <p>3.1. Explica los principales efectos de la corriente eléctrica y su conversión.</p> <p>3.2. Utiliza las magnitudes eléctricas básicas.</p> <p>4.1. Diseña utilizando software específico y simbología adecuada circuitos eléctricos básicos y experimenta con los elementos que lo configuran.</p> <p>4.2. Diseña y monta circuitos eléctricos básicos empleando bombillas, zumbadores, diodos led, motores, baterías y conectores.</p>

Tabla 1. *TECNOLOGÍA 1º ESO: Bloque 4. Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas.*

Con esta idea se quiere dejar patente la importancia que en esta asignatura de Tecnología de 1º, alcanza la parte dedicada a estudiar la electricidad y fundamentado en la citada ORDEN EDU/362/2015, se siente necesario el desarrollo de una serie de actividades que ayude al alumno de esta etapa a asimilar con éxito los conceptos eléctricos básicos, y consolidarlos como soporte para sus estudios posteriores.

2 - PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Para los alumnos de 1º de la E.S.O. el contenido de la asignatura de Tecnología no suele suponer grandes inconvenientes, excepto cuando en el bloque 4 se imparte la parte eléctrica. Cuando el alumno estudia las unidades didácticas correspondientes a la parte de electricidad, se ha observado que es habitual la aparición de problemas de asimilación de los conceptos eléctricos básicos, confundiendo términos, mezclando conceptos y no llegando a tener claro ni cada uno de los conceptos ni siquiera como para responder a preguntas tan elementales del tipo ¿qué es la electricidad?, ¿cómo se comporta una resistencia? He comprobado que estas ideas fruto de mi experiencia docente viene abalada por numerosos autores.

Tal y como indican Sánchez y Merino (2013) en su trabajo de investigación expuesto en el IX ENPEC en Águas de Lindóia en Brasil, las dificultades en el aprendizaje de conceptos de electricidad vienen marcadas por problemas en la interpretación de ciertos conceptos, como son corriente eléctrica, potencia, incluso se habla de forma errónea de electricidad o circuito eléctrico. En ese mismo estudio se indica que la mayoría de estudiantes que aprueban la asignatura aprenden a resolver ejercicios, sin embargo, lo hacen sin comprender ni haber asimilado los conceptos básicos.

También autores como McDermott y Shaffer (1992) y Engelhardt y Beichner (2004), en lo que respecta a aprendizaje de conceptos de electricidad, han observado dificultades de aprendizaje concretas, del tipo entender qué es la intensidad y qué sentido tiene la resistencia equivalente de un circuito y distinguir los circuitos en serie y paralelo.

Aunque los alumnos están habituados a utilizar la electricidad en sus vidas, el concepto de corriente eléctrica puede alcanzar un carácter abstracto e incluso podría ser increíble para el pensamiento de los alumnos, puesto que, por poner un ejemplo, ¿cómo hace circular electrones por cables macizos?

El sentir que tiene parte de la sociedad sobre la electricidad lo constató Roberto Benigni(2006) en su discurso de la víspera de San Valentín 2006 en Terni, Italia, con la frase *“Vosotros me diréis que el amor ya existía. ¡Es verdad! También las ondas de radio y la electricidad existen desde siempre, pero si no había alguien que las descubriera, no lo hubiéramos sabido”*.

Para los alumnos y para la sociedad en general, el sentir la electricidad como un ente abstracto acarrea graves consecuencias que perjudican a su estudio y entendimiento.

Distintos autores han realizado estudios con el objetivo de conocer, concretar y clasificar los errores conceptuales. Incluso han determinado que estos errores persisten en alumnos en niveles preuniversitarios y universitarios. Principalmente se han encontrado dificultades conceptuales de origen “no-macroscópico” aunque también aparecen dificultades de comprensión macroscópicas. Como ejemplo para detallar la

situación, a continuación me refiero a opiniones de alumnos que distintos autores han recogido en sus trabajos y se consideran bastante generalizadas.

¿Cuándo un material está cargado eléctricamente? La distinción entre ‘tener carga’ y ‘estar cargado’ suele plantear dificultades a alumnos de ESO, Rosado y García-Carmona (2004). Llegan a asumir que un sólido está cargado por el hecho de poseer cargas, sin tener en cuenta si el efecto global es el estado neutro.

¿Cómo se electrizan los materiales? Rosado y García-Carmona (2004) han encontrado que alumnos de ESO creen que un cuerpo cargado positivamente es aquel que ha ganado protones.

¿Qué causa origina corrientes eléctricas en un material? La diferencia de potencial como causa que origina una corriente eléctrica, suele generar dificultades de aprendizaje. Es frecuente que los alumnos creen que es el efecto de una corriente, en lugar de su causa, así lo considera Guisasola, J.(2008).

El brillo de una serie de bombillas situadas consecutivamente va disminuyendo paulatinamente a lo largo del circuito. Razonamiento bastante habitual, según el cual la corriente se comporta como si fuera agotando a medida que avanza por el circuito, ha sido observado por Closset (1983) y Shipstone (1984, 1985) y recibe el nombre de razonamiento secuencial.

Una resistencia sólo es capaz de afectar al brillo de la bombilla contigua. Shipstone (1984, 1985) estudió las opiniones de los alumnos de la escuela secundaria sobre la corriente eléctrica en circuitos que constan de varios elementos.

Para concluir, cabe señalar que los resultados de la investigación realizados por Ruiz-Saéns de Miera A. (1991) se pueden interpretar en el sentido que en el alumno coexisten dos modelos conceptuales de corriente eléctrica, uno bajo el conocimiento cotidiano, que les sirve para desenvolverse en aspectos de la vida relacionados con la electricidad, y otro bajo el conocimiento científico, adquirido en el aula.

2.2 MARCO TEÓRICO

Desde la teoría del socio-constructivista se indica que para que una persona aprenda siempre necesita activar los conocimientos previos, Ausubel, D.(1978), además de tener en cuenta el contexto social del alumno. Partiendo de estas ideas se concluye que para desarrollar un proceso de enseñanza-aprendizaje adecuado es fundamental partir de los conocimientos del alumno.

Teniendo en cuenta el uso que hace de los conocimientos del alumno el constructivismo y por otro lado atendiendo a la definición que realiza Solano Macías, F (2003) para clasificar los conocimientos científicos del alumnado, se puede separar el conocimiento que posee el alumno en dos tipos de conocimiento. De esta forma y centrándome en el área de electricidad se propone definir dos tipos de conocimiento.

- 1. *Idea previa:*** Son las concepciones que tienen los alumnos sobre diferentes fenómenos antes de recibir la enseñanza científica. Se trata de explicaciones que el alumno va construyendo al interactuar con su medio tanto natural como social.
- 2. *Conocimientos previos:*** los conocimientos científicos de electricidad que posee el alumno.

Así las ideas, o como lo llama Solano Macías, F. (2003) el conocimiento cotidiano, que adquirimos tienen características que las diferencian del conocimiento científico. Estas características están abaladas por numerosos trabajos, las cuales, según interpreta Solano Macías, F. (2003) son:

1º. Su persistencia. Se mantienen a lo largo de los años las ideas que tenían los alumnos antes de recibir la enseñanza formal. La dificultad para cambiarlas es mayor en aquellas que están relacionadas con hechos y fenómenos que los alumnos observan con frecuencia.

2º. Los alumnos tienden a explicar únicamente los cambios, las situaciones estables no necesitan explicación. Por ejemplo, las fuerzas actúan cuando se produce movimiento y nunca cuando un cuerpo está en reposo, Calvo y col., (1992); Galili y Bar (1992).

3º El pensamiento de los alumnos está dominado por la percepción. Únicamente tiene sentido aquello que podemos observar. Por ejemplo, la luz solo existe cuando sus efectos son observables (Guesne, 1989).

4º. Las explicaciones causales nos hacen buscar una semejanza entre causa y efecto, de forma que ante un efecto nuevo siempre buscamos una causa parecida. Según Pérez y col. (2002) una de las implicaciones de esta regla es que las personas tendemos a creer que existe una semejanza entre los hechos y los modelos que los explican.

5º. *Regla de la contigüidad espacial causa-efecto. Tendemos a buscar las causas cerca o en contacto con los efectos, tanto en el espacio como en el tiempo.* Por ejemplo, en el estudio de los circuitos eléctricos, los alumnos creen que cuanto más alejada está una bombilla de la batería con menos intensidad brillará (Solano y col., 2002).

Estas características originan un verdadero problema porque la formación de conocimiento cotidiano o ideas previa llega a alcanzar, en el alumno, el valor de un verdadero conocimiento, Claxton, N. G. (1984).

Dentro del alumnado, según propone Montanero y col. (1991), el origen del conocimiento preconcebido se debe tanto al contexto socio-cultural de los alumnos como a la formación escolar y establece la siguiente clasificación de las posibles causas:

1- Los libros de texto:

No contemplan las ideas previas de los alumnos y las dificultades de aprendizaje que pueden entrañar.

Incluye terminología imprecisa.

Incluye esquemas gráficos que inducen a errores graves.

En el artículo llamado “La electricidad y la electrónica en los libros de tecnología en 3ºESO.” Pro Chereguini, C., (2011) analiza seis libros de texto de tecnología de distintas editoriales concluye que algo parece haber cambiado ya que el “viejo estilo” de un texto acompañado de actividades ha quedado obsoleto, en favor de “experiencias”, “actividades guiadas y sin guiar”, “ejercicios resueltos y sin resolver”, “búsqueda de información”, “proyecto guiado y sin guiar”, “tecnología paso a paso” etc. aunque sostiene que aun así presentan otros problemas.

Los principales problemas de los libros de texto actuales citados por Pro Chereguini, C., (2011) vienen a ser:

- Problemas conceptuales en los contenidos.
- Actividades cuantitativas.
- Actividades cerradas.
- Actividades de aplicación directa de ejercicios.
- Discrepancias importantes entre contenidos de actividades y de aplicación.
- La heterogeneidad de intenciones de sus autores.

2- Experiencias y observaciones en la vida cotidiana.

Muchas veces los alumnos en su vida cotidiana adquieren ideas de forma espontánea y debida a una primera intuición que intenta dar una respuesta a lo observado. Por ejemplo, una clásica idea intuitiva es pensar que “los cuerpos más pesados caen a mayor velocidad”.

3- Interferencia del lenguaje científico con el lenguaje cotidiano.

Existen bastantes palabras del lenguaje cotidiano imprecisas y que no significan lo mismo que en el lenguaje científico. Por ejemplo es habitual confundir términos como la fuerza y la potencia, la luz y la corriente eléctrica.

4- La cultura propia de cada civilización y los medios de comunicación.

El entorno familiar y social del alumno, y los medios de comunicación, juegan un papel importante como causa del origen de un conocimiento preconcebido sobre lo que le rodea.

Como curiosidad quiero mencionar el sentir que ya hace un considerable tiempo, manifestaba Bachelard (1938) escribiendo: *“me ha sorprendido siempre que los profesores de ciencias, en mayor medida, si cabe, que los otros, no comprendan que no se comprenda. No han reflexionado sobre el hecho de que el adolescente llega a la clase de física con conocimientos empíricos ya constituidos: se trata, pues, no de adquirir una cultura experimental, sino más bien de cambiar la cultura experimental, de derribar los obstáculos ya acumulados por la vía cotidiana”*.

Y en la misma que línea también añadir lo que declaraba el constructivista Ausubel (1978): *“si yo tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: averíguese lo que el alumno ya sabe y enséñese consecuentemente”*.

2.3 IDEAS PREVIAS DE LOS ALUMNOS DE ELECTRICIDAD

Las características de la electricidad hacen que sea este campo un área donde abundan las ideas previas que los alumnos han preconcebido. Según enumera Solano, F. (2003) en su tesis, un ejemplo de las ideas previas más comunes son:

- La corriente eléctrica está formada por electrones que van a la velocidad de la luz por el interior de los conductores.
- La corriente eléctrica está formada por un fluido en movimiento en el interior de los conductores.
- Los circuitos eléctricos no son caminos cerrados.
- La corriente eléctrica circula únicamente desde un polo hasta la bombilla, el otro cable es de seguridad, Osborne (1985).
- La luz es consecuencia del choque en la bombilla de las dos corrientes que llegan desde cada polo, Osborne (1985).
- La corriente eléctrica se va debilitando a través del circuito. La última bombilla luce menos que la primera, Shipstone (1984, 1985).
- La intensidad no se conserva, se va perdiendo cuando pasa por una bombilla.

2.4 CONTEXTO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Contexto Social

No es difícil deducir que una de las bases del modo de vida moderno es la existencia y uso que se da a la electricidad. Nuestra vida está rodeada por una cantidad considerable de dispositivos eléctricos/electrónicos. Aun así se puede fácilmente comprobar que la mayoría de personas manifiestan cierto temor a la electricidad. No se puede considerar como un simple respeto a la electricidad sino, más bien, un nada despreciable miedo irracional.

A parte de las personas que tienen conocimientos científicos sobre electricidad se puede considerar que existen claramente dos grupos de personas. En primer lugar los electricistas y gente afín que son capaces de manejar la electricidad con cierto grado de habilidad; y como segundo grupo tendríamos al resto de sociedad que su interacción con la electricidad es mínima y básica, de forma que únicamente se ven capacitados a pulsar bonitos interruptores, pero no se ven capaces de cambiar una bombilla o un casquillo de su casa por el temor “a lo que pudiera pasar...”. Se llega al punto de que la mayoría de personas rehúsan pulsar un interruptor si su aspecto es algo extraño o distinto del resto de interruptores del hogar. Ese hecho queda patente en ocasiones al ver que en el hogar suele haber una persona, como responsable principal, encargada de subir o bajar los magnetotérmicos de la vivienda.

Por otro lado, en la sociedad, se puede observar la enredada confusión de términos y conceptos relacionados con la electricidad que existen en el lenguaje cotidiano. Conceptos que se desarrollan y llegan a madurar por sí solos. Este hecho se manifiesta a menudo en el lenguaje cotidiano como por ejemplo con expresiones del tipo “no hay luz”, refiriéndose a la corriente eléctrica.

La confusión de términos es mayúscula especialmente entre tensión y potencia. La expresión *alto voltaje* y *alta tensión* se utiliza para aludir a la potencia (y también a la carga emocional o erótica), algunos ejemplos son:

“La actuación de anoche de los The Rolling Stones fue de alto voltaje”.

“Una experiencia de alto voltaje”

“La película tenía escenas de alto voltaje”.

Existen frases imprecisas que sin duda confundirán al alumno y dificultarán la asimilación de conceptos. Estas son del tipo:

¿Gastas mucha electricidad?,

¡No toques ese enchufe que tiene corriente!

También el cable eléctrico ha dado origen a la expresión “cruzársele los cables”, que alude a un estado de confusión mental. Por su parte la expresión “cortocircuitar” en el diccionario se recoge como “obstaculizar o bloquear algo”. Y cabe mencionar que a los

electricistas se les denomina popularmente “los chispas”, expresión que alude a cierto riesgo en la profesión.

La situación queda manifiesta con la pregunta "científica" que realiza el humorista Dave Barry "*¿Qué demonios es la electricidad? ¿Y a dónde va cuando sale de la tostadora?*". Parece claro que esta cuestión se corresponde con segunda de las causas del origen de las *ideas previas* que proponía Montanero y col. (1991): *Experiencias y observaciones en la vida cotidiana*

La situación del alumnado en el aula, al igual que en la sociedad en general, se plasma en el sentir la electricidad como un ente abstracto y esto acarrea graves consecuencias para su entendimiento. Los problemas conceptuales parecen venir provocados por las *ideas previas* que tienen los alumnos sobre conceptos como tensión, corriente eléctrica, potencia eléctrica, circuito eléctrico, etc.

Ámbito de Aplicación

Como ya se ha mencionado en los apartados introductorios, en el presente trabajo se realizan las propuestas dirigidas a un ámbito de aplicación a nivel de las clases de la asignatura de Tecnología de 1^{er} curso de la Educación Secundaria Obligatoria aplicable a centros Castilla y León. Aun así, debo añadir, que, para poder mantener un orden y una organización adecuada en clase, interesa que los grupos no sean demasiado concurridos, entonces se espera grupos que no sobrepasen los 20 alumnos por clase, aunque esta cantidad variaría dependiendo de la capacidades del profesor en cuestión.

En este nivel la edad de los alumnos ronda principalmente 12 y 13 años, y según se observa en las aulas de distintos centros los grupos suelen estar repartidos de forma equilibrada entre chicos y chicas. El 1^{er} curso de la E.S.O., supone un cambio de etapa para el alumnado y es necesario señalar que se encuentran en la fase de inicio de la adolescencia. El alumno se encuentra inmerso en proceso de cambios físicos, psíquicos y sociales y en un periodo de incertidumbre. Quizás por esta causa me ha parecido observar que, tanto en este curso como en 2^o de E.S.O., se hace más patente la diferencia entre los alumnos en cuanto a capacidades y actitudes.

2.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el análisis socio-constructivista que se ha desarrollado se concluye que la adquisición de conocimientos depende del conocimiento que tiene el alumno, formado tanto por sus conocimientos previos como por sus ideas previas:-

El primer factor, la existencia de *conocimientos previos* por parte del alumnado plantea un problema al docente pues implica que antes de proceder a enseñar debería conocer que sabe su alumnado en relación a la materia que se le trata de enseñar. Para el docente se convertiría en una tarea de investigación exclusiva para con cada alumno, lo cual requeriría un esfuerzo en progresión ~~con el~~ número de alumnos.

Realmente es el segundo factor, *las ideas previas*, el que interesa en este trabajo. *Las ideas previas*, en lo que concierne al área de la electricidad está ampliamente extendido entre la sociedad y en concreto entre el alumnado. Habría que eliminar o hacer que evolucione hacia el conocimiento científico estas *ideas previas*, pero ¿cómo hacerlo si sobre el conocimiento que tiene el alumno se construye el aprendizaje? Esta tarea es compleja pero debe tenerla en cuenta el docente para que sea lo más eficaz posible el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El problema que se plantea resolver es púes ¿cómo puede el docente abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje haciendo al alumno elimine las ideas previas o haga que evolucionen hacia el *conocimiento científico*?

2.6 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

El problema definido en el apartado anterior sugiere que la solución está en conseguir que se sustituya las ideas previas o hacer que evolucionen hacia el conocimiento científico. Esta es una labor complicada, ya que implica que se produzca un cambio en los esquemas mentales del alumno. Revisando trabajos anteriores sobre este problema aparecen las condiciones que deben de cumplirse para que se produzca este cambio que son analizados por Hewson (1981) y Posner (1982) y las puedo sintetizar en:

- Llegar a una insatisfacción de las ideas propias por parte del alumno.
- Presentación al alumno de nuevas concepciones, verosímiles y útiles, que puedan sustituir a las anteriores y encajen con otros conocimientos del alumno.

Por ejemplo, White y Gunstone (1989) piensan que lo más difícil es conseguir que se produzca la insatisfacción de sus teorías. En todo este proceso el profesor juega el papel de guía, siendo el propio alumno quien debe construir sus conocimientos.

3 - PROPUESTA

3.1 PROPUESTA DIDÁCTICA

Conocemos la situación en el aula, el origen y las posibles causas del problema que se quiere abordar, además se añade el *temor social* a la electricidad. Se proponen las analogías como recurso didáctico con el fin de lograr en el alumno al aprendizaje conceptual y significativo. Teniendo en cuenta lo anteriormente indicado se desarrollará una secuencia concreta de actividades centradas en unos objetivos definidos.

3.2 OBJETIVOS

Clarificado el problema sobre las ideas previas en la enseñanza centraré mi atención en los conceptos básicos de electricidad que aparecen definidos en el currículo de la asignatura de Tecnología en 1º de E.S.O.

Con este trabajo persigo fundamentalmente dos objetivos. El primero reflexionar sobre ¿qué requisitos debe de cumplir una metodología para permitir cambiar las ideas previas del alumno? El segundo objetivo es desarrollar una serie de actividades acordes a la idea anterior y que acompañen al alumno hacia un aprendizaje conceptual significativo, de tal forma que suponga una mejora de su rendimiento.

Estos objetivos en parte contradicen al Sistema Educativo Español, que propone un aprendizaje significativo a partir del conocimiento previo de los alumnos. Realmente se ha ido en oposición a esta idea, pues se pretende alcanzar la misma meta pero teniendo en cuenta además las ideas previas. Se ha detectado un problema que aparece en el área de electricidad y se pretende poner los medios para llegar al resultado deseado.

4 - OTRAS EXPERIENCIAS

4.1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la parte de electricidad en la ESO han sido objeto de estudio y han conducido a la aparición de distintas experiencias para mejorar el aprendizaje. Las principales líneas propuestas que se han seguido son:

- La enseñanza se concentra sobre aplicaciones importantes, por ejemplo la electricidad en la casa, Van de Berg & Grosheide(1993).
- Propuestas que se apoyan en las analogías como medio para inducir el cambio conceptual en los alumnos, Shwedes H.(1995).
- Enfoques que utilizan las estrategias de confrontación Scott, P.H.(1993) como un medio de facilitar el cambio conceptual en los alumnos Shipstone, D.M. (1988); Licht P.(1991).
- Utilizar estrategias de confrontación en secuencias de actividades en taller según los diferentes aspectos de la enseñanza de la electricidad.
- Y actualmente utilizar software de simulación de circuitos eléctricos.

El docente en el aula se apoya en varios tipos de estrategias para enseñar electricidad a los alumnos. El uso de una estrategia no conlleva a la exclusión del resto de estrategias, sino al contrario hace la enseñanza más efectiva. Por ejemplo, la utilización de algunas analogías parece inevitable para hacer comprensible algunos conceptos eléctricos pero eso no implica que también se apoye en secuencias de actividades en el taller.

Así se puede precisar que la cuarta estrategia es habitual en los talleres de enseñanza donde se trabajan con una secuencia de actividades bien definida. Actualmente también es de uso común el uso de software de simulación eléctrica donde los alumnos recrean sobre un PC la secuencia de prácticas que hacen o podrían hacer en el taller. No en pocas ocasiones se opta por adoptar varias líneas metodológicas, por ejemplo el trabajo de montaje de circuitos en el taller junto con la simulación en PC, aportando una visión más amplia del proceso y una competencia digital.

Mención especial requiere la segunda propuesta que plantea establecer analogías con otras áreas o procesos para explicar la electricidad. Por ejemplo, la analogía hidráulica fue sugerida como manera para facilitar la comprensión de los de los conceptos eléctricos por los alumnos, Shwedes, H. (1995).

4.2 EXPERIENCIA: ELECTRICIDAD EN CASA

Dentro de la línea de propuesta basada en “La enseñanza se concentra sobre aplicaciones importantes”, Van de Berg & Grosheide (1993) mantiene que una comprensión adecuada de los circuitos eléctricos es complicada. Por eso argumenta que se hace necesario una la enseñanza, por ejemplo, a través del modelo de la electricidad en la casa.

Esta metodología es la más adecuada al alumno que cursa Formación Profesional ya que este alumno requiere un aprendizaje lo más funcional posible y buscando su interés en el oficio como técnico en el área de electricidad. En esta clase de alumno es conveniente evitar la excesiva teorización de los contenidos y que el alumno llegue a la abstracción a través de la aplicación reiterada de cada actividad en el taller en diferentes situaciones.

Para el alumno de Formación Profesional, en un principio la electricidad consiste en manejar herramientas, montar circuitos, instalar dispositivos eléctricos, y realizar mediciones y mantenimiento, y al final ser capaz de realizar trabajos de instalaciones integrales. El alumno queda inmerso en el proceso mientras se familiariza con la terminología y asimila los conceptos eléctricos elementales mediante el manejo reiterado de los mismos.

Ciertamente se realiza un aprendizaje fundamentalmente práctico, incluso en la asimilación por parte del alumno de los conceptos eléctricos. Este alumno aprende a manejar los conceptos eléctricos bajo una postura práctica sin profundizar en la visión científico-matemática de los mismos

Esta es la metodología más presente en los estudios de Formación Profesional ya que se requiere una metodología didáctica que se adapte a la adquisición de las capacidades y competencias del alumnado en esta etapa. La metodología didáctica de las enseñanzas de Formación Profesional busca que el alumno adquiera una visión global de los procesos propios de la actividad profesional del técnico en formación profesional.

4.3 LAS ANALOGÍAS COMO RECURSO DIDÁCTICO

Las analogías han constituido siempre una valiosa herramienta como recurso didáctico en las aulas. Haciendo uso de analogías se introducen nuevas ideas y conceptos adaptándolos al nivel de desarrollo y comprensión del alumno, Aragón, M.M. (1999). Desde el punto de vista de un modelo constructivista, se puede destacar el aporte de utilizar analogías para desarrollo de las destrezas de razonamiento que permitan la transferencia de conocimientos a otros dominios.

Las analogías contribuyen a la búsqueda del conocimiento científico sin que este modelo sustituya al anterior, sino que lo complementa. En este marco, las analogías pueden jugar un doble papel: como instrumento de asimilación y como uso de modelos científicos.

La adquisición de modelos requiere pasar de lo particular a lo general, de lo concreto a lo abstracto, Aragón, M.M. (1999), y es aquí donde juegan un papel fundamental las analogías, permitiendo conectar los conocimientos familiares y conocidos con lo desconocido y abstracto de la electricidad. El alumno ha de tener en cuenta que la analogía no es la finalidad del aprendizaje, sino un instrumento de fijación y comprensión que sirve para alcanzar los conocimientos objeto de enseñanza.

Un ejemplo es la analogía hidráulica, sugerida como camino para facilitar la comprensión de los circuitos eléctricos, Shwedes, H. (1995). Resulta muy socorrido para el docente en el aula adoptar esta clase de analogía en sus exposiciones magistrales y según los resultados obtenidos salta a la vista que ayuda a una parte importante de alumnos a la comprensión de la electricidad.

La utilización de ciertas analogías parece inevitable para hacer comprensible algunos conceptos eléctricos. La analogía hidráulica es ampliamente utilizada para hacer entender al alumno de forma intuitiva los conceptos básicos de electricidad. Como la corriente eléctrica es invisible se pueden representar la corriente eléctrica como un flujo hidráulico, y considerar otros componentes eléctricos como elementos hidráulicos equivalentes sobre los cuales el alumno puede más fácilmente visualizar los procesos hidráulicos/eléctricos.

Existen dos versiones de la analogía hidráulica:

- 1) Presión inducida por la gravedad. Se parte de un depósito lleno hasta un nivel del agua y esa altura representa el potencial eléctrico (representado con la energía potencial del agua como fuente de movimiento).
- 2) Circuito hidráulico cerrado y con una bomba proporcionando presión: Representa el circuito eléctrico con una fuente de tensión que provoca la circulación y los cables representados por las tuberías.

Además el docente se puede apoyar con el uso de internet para que el alumno visualice los procesos eléctricos, ya que existen multitud videos donde se exponen comportamientos hidráulicos en relación con los conceptos eléctricos que representan.

De todas formas se tiene que considerar que siempre existirá algún límite entre analogías de diferentes áreas. El docente no puede expandir el ámbito de la analogía sin establecer límites pues podría crear conceptos erróneos. Se tiene que ser consciente y o perder de vista las diferencias entre una la analogía y la realidad estudiada.

A pesar de los grandes éxitos logrados en la enseñanza de los conceptos eléctricos mediante el uso de la analogía hidráulica, en mi experiencia como docente he podido observar que ciertos alumnos no alcanzan a visualizar y comprender los conceptos, y es más, parecían llegar al punto de rechazar esta analogía. La causa pienso puede ser debido a la insistencia y el abuso de de esta analogía hemos hecho los docentes.

4.4 ESTRATEGIAS DE CONFRONTACIÓN O CHOQUE

Para la enseñanza-aprendizaje en el área de la electricidad el autor Psillos D.(1998) propone utilizar estrategias de confrontación en las secuencias de actividades en taller. Estas estrategias se basan en la adquisición de conocimientos mediante la confrontación de contra-evidencias reconocidas y la presentación vinculada a una mejor explicación alternativa.

Plantea desarrollar modelos adaptados al razonamiento causal de los alumnos, e introducir inicialmente los conceptos de tensión y energía. Así desarrolla una secuencia de experimentos eléctricos para realizar en el taller apropiados para exhibir los fenómenos eléctricos con el propósito de demostrar la relación con cada nueva idea o concepto eléctricos.

La secuencia de experimentos en el taller está diseñada para asimilar la diferenciación de los conceptos “Tensión”, “Intensidad” y “Resistencia”, mediante el ampliación progresiva de las actividades.

El concepto de resistencia es introducido en una actividad conceptual microscópica, en la que el alumno puede tocar y percibir su temperatura, para posteriormente en otra actividad relacionarla con el mecanismo microscópico, y finalmente se estudia la resistencia según sus valores. Así presenta los aspectos de una estrategia de conflicto cognitivo progresivo y orientado a facilitar la construcción por los alumnos de un concepto claro de resistencia.

Este enfoque que hace participe al alumno y a sus sensaciones, empuja a los alumnos a entender que una bombilla es una resistencia “mejorada”. Esta idea es diferente en la enseñanza habitual en la cual se tratan los efectos térmicos de la corriente separadamente del uso de las resistencias.

4.5 COMBINACIÓN DE ESTRATEGIAS

Existen docentes innovadores que combinan todo tipo de recursos y estrategias buscando llegar a todo tipo de alumnos y dificultando que alguno quede rezagado y al margen del aprendizaje. En Valladolid tenemos un claro ejemplo, el docente e investigador Prieto-Pariente, J.(2014), que en su blog expone su experiencia docente e investigadora como profesor de Tecnología en Media del Campo bajo el título de "Iniciando el estudio de la electrónica: Secuencia de actividad, documento puente e indicadores de logro, "Principios básicos de la electrónica".

El docente divide cada actividad en tres partes, que de forma simplificada se indican a continuación:

1- Aula de Informática: Los alumnos estudian los conceptos fundamentales de la unidad didáctica apoyados por el libro de texto y por actividades de software interactivo. Los propios alumnos examinan el libro de texto en búsqueda de las respuestas a las actividades, y comprobando las respuestas a través del PC. Existe una plantilla de anotación de respuestas que es objeto de evaluación.

2- Simulación eléctrica mediante PC: Los alumnos comprueban el comportamiento de algunos de los circuitos que aparecen dentro de las actividades.

3- Taller: Los alumnos construyen y analizar circuitos electrónicos en el aula-taller.

Por su parte Prieto-Pariente, J.(2014) aclara que el diseño de actividades esta orientado a la concreción de los indicadores de logro de las competencias y también dirigen el diseño de los instrumentos de evaluación.

Este tipo de metodología que combina estrategias y cambios constantes de espacios, formas y recursos puede en principio plantear tiempos muertos, pero una vez que se ha establecido la dinámica en clase, sabemos que impide al alumno bajar la atención y que el aburrimiento se apodere de él.

También decir tiene que el hecho de trabajar la misma actividad reiteradamente cada vez desde una perspectiva distinta puede, en cierta manera, ayudar a la comprensión por parte de los alumnos de determinados conceptos eléctricos.

5 - DISEÑO PROPUESTO

5.1 METODOLOGÍA

Para el área que nos ocupa, “Electricidad: conceptos básicos”, necesitamos una estrategia de enseñanza-aprendizaje a nivel conceptual y metodológico, pues además de tratar de cambiar lo que piensa y cómo lo aprende el alumno se tendrá que cambiar también el cómo se enseña. Esta idea viene apoyada sobre la metodología que Gil, D. (1986) defiende en la enseñanza de ciencias.

Según recoge Pintó, R., Aliberas, J y Gómez, R. (1996) el cambio conceptual sólo se dará cuando en el alumno:

- Exista una coherencia entre sus concepciones y las evidencias empíricas.
- Se sienta la objetividad fuertemente.

En definitiva, cuando el alumno adquiriera una validación tan fuerte que las nuevas concepciones le aparezcan irrefutables. Esta condición se tratará de satisfacer mediante la percepción del conocimiento. El alumno tiene que percibir objetivamente las evidencias empíricas. Para ello se presentará al alumno los nuevos conceptos, verosímiles y útiles, que encajen con otros conocimientos que alumno ya tenga, según indicaba Hewson (1981) y Posner (1982) y también se le hará sentir la objetividad.

Así, y fundamentado en la Orden EDU/362/2015 y en la Orden ECD 65-2015 para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje adecuado al contenido que trata sobre electricidad en Tecnología de 1º de la E.S.O. y combinándolas con los objetivos marcados se establecen a las condiciones que la metodología debe cumplir:

1. El alumno debe de ser el principal responsable de su aprendizaje.
Aprende el alumno. El verbo aprender lleva implícito como sujeto al alumno. Desde este punto de vista el docente adquiere el papel de guía que acompaña y estructura el aprendizaje del alumno.
2. El aprendizaje final del alumno debe de ser significativo.
Desde el punto de vista constructivista estudiado en la asignatura APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE LA PERSONALIDAD, sabemos que el alumno adquiere aprendizaje significativo cuando construye los nuevos conceptos de acuerdo a su experiencias. Pues se tratará que el alumno tenga experiencias dinámicas.
3. El aprendizaje debe ser colaborativo entre los alumnos.
De forma que, a través de la resolución conjunta de las tareas, los miembros del grupo conozcan las estrategias de aprendizaje utilizadas por sus compañeros.
4. El aprendizaje debe ser independiente del conocimiento que el alumno ya tenga en el campo de la electricidad.
En este proceso de aprendizaje no busco conocimientos eléctricos previos. Pretendo desechar el conocimiento general en lo que respecta al campo de la electricidad si queremos que los nuevos conocimientos adquiridos no se vean contaminados por los esquemas mentales preconcebidos por los alumnos. Para

ello construiré desde abajo los nuevos conocimientos y así no se verán corrompidos por las ideas previas.

5. El pensamiento del alumno está basado en la percepción.
 Para el alumno tiene más sentido lo que puede observar y en lo que se puede involucrar que los conceptos eléctricos “abstractos”. Con esto persigo una coherencia entre las evidencias empíricas y las concepciones siendo la objetividad fuertemente sentida por el alumno.

Considerando la tabla 2, graficada a partir de los trabajos de Ausubel D. (1978), y situándonos en las coordenadas del aprendizaje que quiero conseguir en función de la estrategia, podemos aproximar que tipo de estrategia emplear.

Tipo de APRENDIZAJE	SIGNIFICATIVO	Clasificación de las relaciones entre los conceptos	Enseñanza audiotutelar bien estructurada	Investigación científica o creativa
		Conferencias y exposiciones	Prácticas de laboratorio	Investigación rutinaria
	POR REPETICIÓN	Tablas de Multiplicar	Resolución de problemas mediante fórmulas	Ensayo y error
	<i>Guiado</i>		<i>Guiado</i>	<i>Autónomo</i>
	RECEPCIÓN		DESCUBRIMIENTO	
	ESTRATEGIA EMPLEADA			

Tabla 2. Relaciones entre la Estrategia y del tipo de Aprendizaje buscado.

Se pretende alcanzar un aprendizaje significativo mediante una estrategia de descubrimiento guiado. Dicho esto la metodología habrá de ser activa y de indagación, ya que se trata de que el alumno aprenda a partir de la experiencia y de sus propias percepciones pero sin olvidar que el profesor tendrá el papel de guía y orientador para poner nombre y definir los nuevos términos/conceptos eléctricos “descubiertos”. Además la secuencia de enseñanza ha de estar adecuadamente estructurada.

Debido a la existencia de las ideas previas se piensa que no es viable un modelo didáctico de enseñanza tradicional como una simple transmisión de conocimientos. El modelo de enseñanza-aprendizaje ha de consistir en cambiar la forma de ver las cosas para pasar de las ideas previas al conocimiento científico. Para eso se plantea un modelo didáctico de cambio conceptual de manera que permita al alumno alcanzar los estándares de aprendizaje mediante una construcción firme de los conceptos eléctricos básicos.

Se necesita una metodología de aprendizaje por descubrimiento en la que el alumno se mantenga conectado con la actividad. Se requiere que el alumno participe de forma dinámica en la actividad de descubrimiento guiado y de esta manera entren en juego sus propias percepciones personales.

Además se opta por combinar varias estrategias didácticas con el propósito de mejorar el aprendizaje. Se empleará el uso de las analogías como un recurso didáctico para lograr una estrategia para la confrontación-choque contra las ideas previas.

5.2 CONOCIMIENTO PREVIO

Dado que la mayoría de los alumnos de 1º de ESO no han recibido previamente enseñanza sobre electricidad en Educación Primaria (aunque debería de haberse dado), y además no se ha realizado con el planteamiento didáctico que proponemos aquí. A fin de motivar y conocer las ideas previas del alumnado, durante la primera sesión se les plantea una serie de preguntas con la intención de provocar una demanda de aprendizaje. Las preguntas pueden ser del tipo:

- ¿Sabéis que es la electricidad? ¿y cómo viaja?.
- ¿Los móviles tienen electricidad?, ¿de dónde viene?, ¿para qué la necesitan?.
- En los electrodomésticos de casa ¿podéis diferenciar los materiales que son conductores y los que son aislantes de la electricidad?.
- ¿De dónde viene la electricidad a tu casa?.
- En vuestra casa ¿Cómo enciendes una bombilla?, ¿y por qué se enciende así?.
- ¿Sabéis qué hay detrás de un enchufe?.

En esa sesión inicial, se espera que los alumnos expresen sus opiniones en el aula, interactuando entre ellos y con el propio profesor. También se intenta que este proceso genere una inquietud en el alumnado que a su vez provoque la búsqueda de un conocimiento capaz de satisfacerles. Como efecto secundario, este debate inicial es válido para orientar al docente, de modo que pueda valorar la situación del alumnado, sopesando tanto los conocimientos como su actitud ante la electricidad.

5.3 DISEÑO DE ACTIVIDADES

A tenor de la estrategia didáctica seleccionada se plantea un tipo de diseño de actividades que atienda a las condiciones de la metodología planteada y faciliten un cambio conceptual.

Partiendo de la metodología de aprendizaje por descubrimiento, utilizando las analogías se han diseñado actividades en las que el alumno simula la realidad a través de una representación en la que interviene activamente y experimenta el equivalente de los procesos eléctricos al tratar en su propia persona.

Se prescinde de actividades de simulación de circuitos por software, pues se piensa que no involucra al alumno, ni vive la experiencia a nivel de percepción empírica

coherente. Se busca que los alumnos representen un papel dentro de una escena en cada actividad. Esto supondrá, como señala Dykstra (1992), construir un conocimiento provisional, situado entre el inicial del alumno y el aceptado científicamente.

Cada escena/actividad conlleva añadir un escalón más la comprensión. Serán actividades realizadas en corto espacio de tiempo, que no excedan los 15 minutos de atención plena. Cada la representación contendrá solo un único concepto nuevo que se tratará de forma lo más simple posible.

Haciendo concreción de lo analizado y orientándonos ya a la finalidad de este trabajo, se enumeran las pautas que se van a seguir para el desarrollo adecuado de las actividades.

- Se inicia con una primera actividad que parte de conocimiento CERO.
- Cada actividad se apoya en la asimilación de las anteriores.
- El grupo recrea una escena que simula un único concepto principal.
- Vive una experiencia de descubrimiento en la representación.
- El alumno colabora con el grupo.
- El profesor pone nombre a los nuevos conceptos eléctricos descubiertos.

Hay que añadir como pretensión que la actividad sea económicamente viable. En la propuesta se utilizaran los recursos disponibles en un aula convencional, de esta forma se persigue que la metodología efectivamente se lleve a cabo, sin suponer mayor problema implantarla y que por otra parte no represente una serie de inconvenientes tanto al docente como al centro.

Ahora solo nos queda diseñar una secuencia de actividades que sigan estas pautas.

5.4 ACTIVIDADES PROPUESTAS

1- Descripción de la Analogía Persona-Carga.

En toda actividad se emplea el aprendizaje colaborativo entre los alumnos. Con esto se pretende conseguir que profesor y el grupo de alumnos trabajen conjuntamente pero que el grupo de alumnos, cuando ya hayan asimilado la dinámica de las actividades, no sea demasiado dependiente del profesor, y así disfrutar del aprendizaje. Para ello tendrá, unas fichas guion destinadas a los alumnos con la explicación de las actividades.

Para el desarrollo de las actividades siempre se requiere un aula donde haya un espacio libre en consonancia con el número de alumnos que van a intervenir. Para 20 alumnos se estima un espacio mínimo de 40 m² libres. Además se necesitan un determinado número de sillas en función de los alumnos que participan.

Para las actividades se ha desarrollado expresamente una analogía persona-carga eléctrica, de tal forma que se pueden referenciar los conceptos eléctricos según la correspondencia de la tabla 3.

CONCEPTOS	REAL	ANALOGÍA
	Carga eléctrica (electrón)	Persona
	Protón	Silla
	Fuente de Alimentación	Sillas + Personas
	Cableado	Cuerda
	Resistencia	Obstáculo (mesa)
	Interruptor	Puerta
	Trabajo	Tarea a realizar
	Tensión	Nivel de carga de la silla
	Intensidad	Velocidad de paso

Tabla 3. Correspondencia en la analogía Persona-Carga Eléctrica.

Para este trabajo se han creado doce actividades didácticas en las que se van introduciendo los conceptos de forma paulatina.

Para enseñar electricidad la mayoría de las metodologías comienzan con la presentación de algo “abstracto” y desconocido para los alumnos, como son los conceptos de Tensión, Intensidad y Resistencia. El orden propuesto para las actividades se considera importante. No sigue una estructura arbitraria sino que es el fruto de una reflexión profunda fundamentada en alcanzar los objetivos siguiendo las pautas

señaladas para el desarrollo de la secuencia. En esta propuesta planteo un orden diferente. El orden seleccionado para la secuencia de las actividades y el correspondiente concepto que trabaja se expone en la tabla 4.

ORDEN	TÍTULO	CONCEPTO
1ª PARTE	1 ¿Por qué se mueven los electrones?	Fuente de Alimentación - Cargada - Descargándose - Descargada
	2 El camino de los electrones	Circuito Eléctrico
	3 Los electrones también trabajan.	Trabajo. - Efecto Luminoso - Efecto Calorífico - Efecto Magnético - Efecto Químico
	4 El electrón encuentra resistencia.	Resistencia
	5 La barrera infranqueable.	Interruptor
	6 Las dificultades se suman	Resistencias en Serie
	7 ¿Por qué camino irás hoy?	Resistencias en Paralelo
2ª PARTE	8 ¡Carrera de electrones!	Intensidad (A)
	9 Hoy tenéis más ansias de escapar	Tensión (V)
	10 ¿Con cuantas ganas os movéis?	Ley de Ohm

Tabla 4. Lista de Actividades

Las analogías propuestas nos permitirán pasar de lo concreto a lo abstracto. Con estas analogías se busca, en base a los conocimientos familiares, acercar al alumno los conceptos abstractos de la electricidad.

Aun así, el alumno siempre ha de tener en cuenta que la analogía representada no es un juego, sino un instrumento para facilitar la fijación y comprensión de los conceptos trabajados.

En la metodología desarrollada se propone un cambio del punto de vista, un inicio trabajando desde conocimiento general CERO. Se comienza una primera parte introduciendo los conceptos de “Fuente de alimentación” (o Fuente de Tensión) y de “Circuito Eléctrico”, para continuar con “los efectos de la electricidad” y después “la Resistencia”. La forma en que el alumno descubrirá estos conceptos se basa en un aprendizaje por percepciones desde su propio cuerpo y el espacio que maneja. Como partimos de CERO, el aprendizaje no se construirá sobre un conocimiento previo formal del alumno, sino que emergerá exclusivamente de una percepción que pretende ser una

actividad de confrontación o choque para hacer que cambien o evolucionen sus ideas previas.

Una vez establecidos y afianzados los aprendizajes de la primera parte, se propone subir de nivel y pasar a trabajar conceptos de “mayor abstracción” para el alumno como son la “Intensidad”, la “Tensión” y la “Potencia”. En esta parte también se busca la relación entre estos conceptos buscando definir la Ley de Ohm.

Con el fin de evitar situaciones conflictivas y altercados durante la actividad se establecen unas NORMAS básicas que serán presentadas previamente al alumnado,

NORMAS

- i.No es obligatorio que el alumno participe directamente en la actividad.
- ii.En necesario un consentimiento por parte del alumno para que otro se sienta sobre él y viceversa.
- iii.Se requiere que exista cierta confianza entre los implicados.
- iv.La actitud del alumnado debe de ser responsable.

De no cumplirse se anularía la actividad.

Además los alumnos requieren disponer de ciertas HABILIDADES. Se precisa que los alumnos sean capaces de moverse con cierta soltura y de soportar a otro compañero sentado sobre él.

Se prevé, para el alumno que no puede o ha decidido no participar directamente en la actividad, la obligación de colaborar ayudando activamente en su desarrollo de la misma, acondicionando el espacio, aportando sugerencias o siendo un observador que participa tomando notas de la representación.

2- Fichas de las Actividades

- 1 -	Descripción
Título	“¿Por qué se mueven los electrones?”
Concepto	Fuente de Alimentación
Aprendizaje	Conocerán qué es una” Fuente de Alimentación Eléctrica” y por qué tiende a un estado de equilibrio. Sentirán que los electrones se han de mover para acomodarse estableciendo así el equilibrio de la Fuente de Alimentación.
Descripción	Los alumnos construyen una Fuente de Alimentación formada por ellos mismos que harán el papel de electrones. Las sillas serán los huecos (protones) para los electrones. Los electrones se moverán entre los 2 polos, las sillas no se moverán. Representaran 3 fases: - Fuente de tensión cargada. - Fuente de tensión descargándose. - Fuente de tensión descargada.
Duración	20 minutos
Etapas	Actividad de Iniciación (contenido conceptual).
Técnica didáctica	Descubrimiento guiado. Analogías, representación y colaboración.
Evaluación	Evaluación directa por parte del profesor.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> •Número sillas/asientos como alumnos participantes. •Hojas de papel y rotuladores. •Fichas con instrucciones.

- 2 -	Descripción
Título	“El camino de los electrones”
Concepto	Circuito eléctrico
Aprendizaje	Descubrirán el “Circuito Eléctrico” como el único camino posible para que los electrones lleguen al polo positivo.
Descripción	Los alumnos construyen una Fuente de Alimentación cargada. Las sillas serán los huecos para los electrones y la cuerda el único camino que pueden seguir.
Duración	10 minutos
Etapa	Actividad de Iniciación.
Técnica didáctica	Descubrimiento guiado. Analogías, representación y colaboración.
Evaluación	Evaluación directa por parte del profesor.
Recursos	<ul style="list-style-type: none">•Tantas sillas/asientos como alumnos participantes.•Hojas de papel y rotuladores.•1 cuerda de unos 8 metros. de longitud aproximada.

- 3 -	Descripción
Título	“Los electrones también trabajan”
Concepto	Trabajo
Aprendizaje	Descubrirán los distintos tipos de efectos que se pueden conseguir con un circuito eléctrico. Verán los distintos trabajos que pueden realizar los electrones
Descripción	Los alumnos construyen una “Fuente de Alimentación cargada”. Los electrones deben de realizar una tarea de camino a los huecos. Se realizan varias tareas según el efectos a definir: - Luminoso. - Calorífico. - Magnético. - Químico.
Duración	20 minutos
Etapa	Actividad de Iniciación.
Técnica didáctica	Descubrimiento guiado. Analogías, representación y colaboración.
Evaluación	Evaluación directa por parte del profesor.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> •Tantas sillas/asientos como alumnos participantes. •Hojas de papel y rotuladores. •1 cuerda de unos 8 m. de longitud aproximada.

- 4 -	Descripción
Título	“El Electrón encuentra Resistencia”
Concepto	Resistencia (Ohmios)
Aprendizaje	Experimentarán la “Resistencia” de un circuito eléctrico, y cómo afecta su valor al paso de los electrones. También conocerán la unidad de medida Ohmio.
Descripción	<p>Con la “Fuente de Alimentación cargada” los electrones deben esforzarse para completar su camino.</p> <p>Se propone realizar la actividad repitiéndola con distintos valores de resistencia y relacionándola con los ohmios.</p>
Duración	10 minutos
Etapas	Actividad de Iniciación.
Técnica didáctica	Descubrimiento guiado. Analogías, representación y colaboración
Evaluación	Evaluación directa por parte del profesor.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> •Tantas sillas/asientos como alumnos participantes. •Hojas de papel y rotuladores. •1 cuerda de unos 8 m. de longitud aproximada. •Mesa u otro obstáculo.

- 5 -	Descripción
Título	“La barrera infranqueable”
Concepto	Interruptor
Aprendizaje	Descubrirán como funciona un interruptor y como afecta a un circuito eléctrico.
Descripción	Con la “Fuente de Alimentación cargada” los electrones deben intentar completar un circuito con un interruptor.
Duración	5 minutos
Etapas	Actividad de Iniciación.
Técnica didáctica	Descubrimiento guiado. Analogías, representación y colaboración.
Evaluación	Evaluación directa por parte del profesor.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> •Tantas sillas/asientos como alumnos participantes. •Hojas de papel y rotuladores •1 cuerda de unos 8 m. de longitud. •Aula + Pasillo (se hará uso de la puerta). •Ficha con instrucciones

- 6 -	Descripción
Título	“Las dificultades se suman”
Concepto	Resistencias en serie
Aprendizaje	Descubrirán cómo las “Resistencias colocadas en serie” afectan a un circuito, y cómo podrán calcular su valor total.
Descripción	Desde el polo negativo los electrones completan un circuito eléctrico con resistencias en serie.
Duración	15 minutos
Etapas	Actividad de Iniciación.
Técnica didáctica	Descubrimiento guiado. Analogías, representación y colaboración.
Evaluación	Evaluación directa por parte del profesor.
Recursos	<ul style="list-style-type: none">•Tantas sillas/asientos como alumnos participantes.•Hojas de papel y rotuladores.•1 cuerda de unos 8 m. de longitud aproximada.•Mesa u otro obstáculo.

- 7 -	Descripción
Título	“¿Por qué camino irás hoy?”
Concepto	Resistencias en paralelo
Aprendizaje	Descubrirán las posibilidades que plantean en un circuito eléctrico la existencia de Resistencias colocadas en paralelo.
Descripción	Desde la Fuente los electrones completan un circuito por caminos paralelos.
Duración	20 minutos
Etapas	Actividad de Iniciación.
Técnica didáctica	Descubrimiento guiado. Analogías, representación y colaboración.
Evaluación	Evaluación directa por parte del profesor.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> •Tantas sillas/asientos como alumnos participantes. •Hojas de papel y rotuladores •1 cuerda de unos 8 m. de longitud. •2 cuerdas de unos 4 m. de longitud. •Ficha con instrucciones

- 8 -	Descripción
Título	“¡Carrera de Electrones!”
Concepto	Intensidad (Amperios)
Aprendizaje	<p>Experimentarán la velocidad a la que circula la carga y se introducirá el concepto de Intensidad y su magnitud de medida, Amperios.</p> <p>Además se experimentará viendo cómo se ve afectada la intensidad bien en un circuito en serie o en paralelo.</p>
Descripción	<p>Desde la Fuente la población de electrones completa un circuito en el que tendremos instalados varios “contadores de Amperios”. Se representaran 2 casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Circuito serie. - Circuito paralelo. <p>Al término de la representación se debatirán las ideas sacadas.</p>
Duración	1 sesión.
Etapas	Actividad de Iniciación.
Técnica didáctica	Descubrimiento guiado. Analogías, representación y colaboración.
Evaluación	Evaluación directa por parte del profesor.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> •Tantas sillas/asientos como alumnos participantes. •Hojas de papel y rotuladores •1 cuerda de unos 8m de longitud. •2 aros de tipo Hula-Hoop. •Fichas con instrucciones.

- 9 -	Descripción
Título	“Hoy tienes más ansias de escapar”
Concepto	Tensión (Voltios)
Aprendizaje	Experimentarán la tensión a la que están sometidos los electrones y se introducirá el concepto de Tensión Eléctrica y su unidad de medida, el Voltio.
Descripción	Desde la Fuente cargada, los electrones completan un circuito en el que tendremos instalados unos “medidores de Voltios”. En esta actividad se representarán 2 casos: - Circuito serie. - Circuito paralelo.
Duración	1 sesión.
Etapa	Actividad de Iniciación.
Técnica didáctica	Descubrimiento guiado. Analogías, representación y colaboración.
Evaluación	Evaluación directa por parte del profesor.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> •Tantas sillas/asientos como alumnos participantes. •Hojas de papel y rotuladores •1 cuerda de unos 8 m de longitud. •Fichas con instrucciones.

- 10 -	Descripción
Título	“¿Con cuantas ganas os movéis?”
Concepto	Ley de Ohm.
Aprendizaje	Experimentarán la relación entre la Tensión, la Resistencia y la Intensidad en un circuito eléctrico.
Descripción	Desde la Fuente los electrones completan un circuito con dos resistencias distintas en paralelo. Se representaran 2 casos: - Fuente cargada con la tensión habitual. - Fuente cargada con más tensión. Se mide la intensidad que pasa por cada resistencia.
Duración	1 sesión.
Etapa	Actividad de Iniciación.
Técnica didáctica	Descubrimiento guiado. Analogías, representación, colaboración y debate.
Evaluación	Evaluación directa por parte del profesor.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> •Tantas sillas/asientos como alumnos participantes. •Hojas de papel y rotuladores •1 cuerda de unos 8 m de longitud. •Fichas con instrucciones.

5.5 TEMPORALIZACIÓN

La temporalización que se ha considerado mínima y necesaria para poder realizar las actividades se indica en la tabla 5.

ORDEN	ACTIVIDAD	CONCEPTO	DURACIÓN	SESIÓN	
1	¿Por qué se mueven los electrones?	Fuente	20'	1 ^a	
2	El camino de los electrones	Circuito	15'	1 ^a	
1ª PARTE	3	Los electrones también trabajan.	Trabajo	30'	2 ^a
	4	El electrón encuentra resistencia.	Resistencia	15'	2 ^a
	5	La barrera infranqueable.	Interruptor	15'	3 ^a
	6	Las dificultades se suman	R. en Serie	15'	3 ^a
	7	¿Por qué camino irás hoy?	R. Paralelo	30'	4 ^a
2ª PARTE	8	¡Carrera de electrones!	Intensidad (A)	50'	5 ^a
	9	Hoy tenéis más ansias de escapar	Tensión (V)	50'	6 ^a
	10	¿Con cuantas ganas os movéis?	Ley de Ohm	50'	7 ^a

Tabla 5. Temporalización de Actividades

En todas las actividades, para el cálculo de la duración indicada, se ha considerado un margen de tiempo fijo de 10 minutos destinado a operaciones de preparación del aula, preparación y recogida de los recursos didácticos, y para dejar el aula como estaba originalmente. Esta labor la deben de realizar los alumnos y a partir de la tercera sesión se tendrá que haber establecido un hábito de actuación.

Por su menor duración, algunas de las actividades de la primera parte se han podido agrupar para consumir una sola sesión. Para completar la duración de una sesión de clase, las actividades conceptuales pueden ir seguidas de explicaciones en pizarra y acompañadas de planteamientos y resolución de problemas y dudas hasta dar por concluida la clase.

Se ha incrementado la duración de las últimas actividades. Las actividades conceptuales de la segunda parte requieren más coordinación, mayor tiempo de representación y un mayor esfuerzo reflexivo por parte del alumno. A su vez es necesario que el docente ejerza el papel de guía y orientador con más empeño. Se considera que estas actividades completarán la sesión junto con las explicaciones y necesarias para su entendimiento.

En la tabla 6, se expone el planning de las actividades representadas en el tiempo. Tras finalizar las 7 sesiones, se considera concluida la fase de explicación teórica de los conceptos eléctricos básicos. En la asignatura de TECNOLOGÍA existen también clases de trabajo a realizar en el taller, con herramientas y dispositivos eléctricos. Los alumnos, a través de las correspondientes prácticas, pondrán a prueba la comprensión de conceptos y fenómenos eléctricos trabajados.

ORDEN	CONCEPTO	PLANNING SESIONES			
1ª PARTE	1	Fuente	1ª		
	2	Circuito	1ª		
	3	Trabajo		2ª	
	4	Resistencia		2ª	
	5	Interruptor			3ª
	6	R. en Serie			3ª
	7	R. Paralelo			4ª
2ª PARTE	8	Intensidad (A)			5ª
	9	Tensión (V)			6ª
	10	Ley de Ohm			7ª

Tabla 6. Temporalización de Actividades.

5.6 CONTENIDO EVALUABLE

En las siete sesiones necesarias para realizar la secuencia de actividades se han cubierto los siguientes puntos del contenido del currículo:

- Circuitos eléctricos simples: funcionamiento y elementos.
- Introducción al circuito en serie y en paralelo.
- Efectos de la corriente eléctrica: Análisis de objetos técnicos que apliquen estos efectos.

Teniendo en cuenta los Criterios de Evaluación, para la calificación positiva de los alumnos estos deberían de ser capaces de:

- Relacionar los efectos de la energía eléctrica y su capacidad de conversión en otras manifestaciones energéticas.
- Diseñar y simular circuitos con simbología adecuada y montar circuitos con operadores elementales.

Con el fin de evaluar el logro del proceso de enseñanza-aprendizaje alcanzado mediante pruebas estandarizadas y comparables, los Criterios de Evaluación se pueden hacer medibles y concretos con los Estándares de Aprendizaje Evaluables definidos en la LOMCE.

La relación de los contenidos trabajados en la secuencia de actividades con los matices para su evaluación vienen recogidos en la siguiente tabla extraída de la ORDEN EDU/362/2015

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>Circuitos eléctricos simples: funcionamiento y elementos. Introducción al circuito en serie y en paralelo.</p> <p>Análisis de circuitos eléctricos básicos mediante programas informáticos de simulación.</p> <p>Efectos de la corriente eléctrica: Análisis de objetos técnicos que apliquen estos efectos.</p>	<p>3. Relacionar los efectos de la energía eléctrica y su capacidad de conversión en otras manifestaciones energéticas.</p> <p>4. Diseñar y simular circuitos con simbología adecuada y montar circuitos con operadores elementales.</p>	<p>3.1. Explica los principales efectos de la corriente eléctrica y su conversión.</p> <p>3.2. Utiliza las magnitudes eléctricas básicas.</p> <p>4.1. Diseña utilizando software específico y simbología adecuada circuitos eléctricos básicos y experimenta con los elementos que lo configuran.</p> <p>4.2. Diseña y monta circuitos eléctricos básicos empleando bombillas, zumbadores, diodos led, motores, baterías y conectores.</p>

Tabla 7. Contenidos trabajados y los aspectos para su evaluación.

6 - CONCLUSIONES

El trabajo presentado es una muestra de que, además de la habitual clase magistral y las concurridas prácticas en el taller, otra enseñanza es posible.

Sabemos de la importancia de construir el saber del alumno desde los conocimientos previos y también hemos visto cómo actúan las *ideas previas* preconcebidas siendo un obstáculo al proceso de enseñanza-aprendizaje. Hemos considerado posibles soluciones al respecto y de esta forma se han desarrollado las actividades descritas.

En este trabajo se ha desarrollado una metodología de secuencia de actividades planteando un orden diferente, dando un giro al orden habitual de la enseñanza de conceptos electrónicos. Se ha pretendido introducir los conceptos eléctricos más simples al inicio de la secuencia y los más abstractos al final de la misma. De esta forma, y en base a la analogía desarrollada, el alumno puede llegar a los conceptos abstractos después de haber trabajado previamente sus conocimientos familiares que les permite pasar de lo concreto a lo abstracto.

Destaco la importancia de realizar una implementación ya que este trabajo se ha quedado únicamente en un desarrollo teórico y no se ha llevado a cabo el trabajo de campo, es difícil establecer reflexiones sobre su puesta en práctica y el nivel de eficiencia. Dicho esto, más que proponer futuras líneas de trabajo, me propongo llevar al aula el método planteado y trabajarlo dentro de una investigación cualitativa desde la cual se podría perfeccionar mientras se ayuda a los alumnos a que aprendan electricidad de una forma diferente.

Si bien considero que la analogía desarrollada puede apoyar al proceso de entendimiento, no hay que olvidar que tiene sus limitaciones y que el docente deberá de ser consciente de ello en el momento de aclarar conceptos a los alumnos y evitar posibles errores y mal entendidos.

Al margen de lo anterior, y por otro lado, pienso que las actividades desarrolladas se pueden adaptar para poderlas trasladar a niveles educativos inferiores, por ejemplo en la etapa de Educación Primaria, en la cual desde el Real Decreto 126/2014 se establece en el currículo un bloque de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza dedicado a la Electricidad tocando temas como la corriente, los circuitos eléctricos y los efectos magnéticos. Este método puede constituir un comienzo eficaz para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos básicos sobre electricidad a edades tempranas. En el mismo camino, me consta que los estudiantes de Magisterio, los cuales han de ser los profesores de Educación Primaria del futuro, también presentan algunas dificultades al tratar de comprender y dar sentido a la electricidad. Sospecho que este método también les podría brindar beneficios en su labor docente.

BIBLIOGRAFÍA

- ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la E.S.O. en la Comunidad de Castilla y León.
- Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.
- Aragón, M.M. (1999). “*Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias*”, Ed. Alambique. Revista Alambique 22.
- Ausubel, D.P. (1978): “*Educational Psychology. A cognitive view*”. Nueva York : Holt, Rineheart and Winston, Inc.
- Barry D. <https://akifrases.com/autor/dave-barry> [Fecha de consulta: 21 mayo 2018].
- Bell T., Witten I.H. y Fellows M. (2008), “*Computer Science Unplugged*” (www.csunplugged.org), [Fecha de consulta: 23 abril 2018].
- Benigni, R. (2008) en su discurso de la víspera de San Valentín 2006 en Terni, Italia, https://es.wikiquote.org/wiki/Roberto_Benigni [Fecha de consulta: 22 mayo 2018].
- Claxton, N. G. (1984): “*Vivir y aprender*”. Alianza Editorial, España.
- Dykstra JR. (1992): “Studying conceptual change in learning physics”. <https://doi.org/10.1002/sce.3730760605>, [Fecha de consulta: 2 junio 2018].
- García-Carmona, A, “*Comprensión del comportamiento eléctrico de los sólidos a partir de un conocimiento básico sobre la materia. Un estudio exploratorio con alumnos de secundaria*”. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias [en línea] 2010, 7 (Sin mes) : [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92013012004>
- Gil, D. (1986). “La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas”. Enseñanza de las Ciencias. ISSN 0212-4521.
- Guisasola, J.(2008). ”*Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica*” Dep. de Física Aplicada I. Universidad del País Vasco (UPV/EHU).
- Hewson, P.W. (1981), “*A Conceptual Change Approach to Learning Science*”. European Journal of Science Education, Published online: 11 Feb 2011. <https://doi.org/10.1080/0140528810304004>, [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2018]

- Licht, P. (1991). *“Teaching electrical energy, voltage and current: an alternative approach”*. Physics Education.
- Londoño Londoño, F. (2014) *“Propuesta didáctica para promover el aprendizaje de los conceptos básicos de la electricidad, fundamentada en las instalaciones eléctricas domiciliarias”*, Trabajo Final. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Bogotá. D.C, Colombia.
- McDermott, L. C., & Shaffer, P. S. (1992). *“Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity”*. Part I: Investigation of student understanding. American journal of physics, 60, 994-1003.
- Moya Otero, J. (2008). *“Las competencias básicas en el diseño y el desarrollo del currículo”*. Qurriculum: Revista de teoría, investigación y práctica educativa, 21, 57-78. <http://publica.webs.ull.es/publicaciones/volumen/revista-qurriculum-volumen-21-2008/> [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2018].
- Pérez Lizar, J.M. (2015), Trabajo fin de máster *“Enseñanza de electricidad en 2º de ESO utilizando el software de simulación Crocodile Clips”*. Universidad Internacional de La Rioja Facultad de Educación.
- Pintó, R., Alibeiras, J. y Gómez, R.(1996) *“Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas”*. Publica Enseñanza de las Ciencias, ISSN 0212-4521.
- Posner, G.J.; Strike, A.; Hewson, P.H. y Gertzog, W.A. (1982): *“Acomodations of scientific conception: Toward a theory of conceptual change”*. Ed. Science Education .
- Prieto-Pariente, J. (2014), “Blog: Reflexiones sobre mi práctica docente”, <http://reflexionandosobremipracticadocente.blogspot.com.es/search/label/Secuencia%20actividades> [Fecha de consulta: 29 mayo 2018].
- Prieto Pariente, J., Martínez-Monés A. & M. Jorrín, I. (2014) *“El Diseño Curricular por Competencias: Una Experiencia de Investigación-Acción en la Asignatura de Tecnología en Educación Secundaria Obligatoria”*. Publica Hipatiapress.com, <http://dx.doi.org/10.17583/qre.2016.1713> [Fecha de consulta: 20 abril 2018].
- Prieto-Pariente, J. (2014) *“Propuesta para la elaboración de la programación didáctica LOMCE”*, [Fecha de consulta: 5 de junio de 2018]. https://es.slideshare.net/javitecnotic/propuesta-para-la-elaboracin-de-la-programacin-didctica-lomce?qid=5477b1b1-5ea3-4355-90d5-e2cf8bc83d8f&v=&b=&from_search=2
- Pro Chereguini, C. (2011) *“La electricidad y la electrónica en los libros de tecnología en 3º ESO”*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Universidad de Cádiz.
- Psillos D.(1998) *“Teaching introductory electricity”*, Aristotle University of Thessaloniki, Greece, <https://www.univie.ac.at/pluslucis/Archiv/ICPE/E4.html> [Fecha de consulta: 8 mayo 2018].

- Rosado, L. y García-Carmona, A. (2004). “*Concepciones y dificultades de aprendizaje de estudiantes de Secundaria sobre el comportamiento eléctrico de los semiconductores y otros materiales*”. Libro de los XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (273-280). San Sebastián: Universidad del País Vasco.
- Ruiz-Saéns de Miera, A. (1991) “*Investigación de las ideas de los alumnos de enseñanza secundaria sobre la corriente eléctrica*”. Ed. Revistes Catalanes amb Accés Obert (RACO).
- Sánchez, J. y Merino, C. (2013). “*Diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje sobre electricidad para la promoción de competencias en ciencias, basado en el aprendizaje cooperativo*”. [Fecha de consulta: 1 de mayo 2018]. <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1222-1.pdf>
- Schwedes, H.(1995). “*Teaching with Analogies*”. In Psillos D. (Ed.) Proceedings of the second PhD Summerschool on European Research in Science Education, Thessaloniki: Art of Text.
- Scott, P.,H. (1993). “*Teaching for conceptual change: A review of strategies*”. In Duit, R, F. Goldberg and H. Niedderer (eds) Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies, *Proceedings of an International Workshop*.
- Shipstone, D.M. (1988).”*Students' understanding of simple electrical circuits*”. Ed. Physics Education.
- Solano Macías, F. (2003), “*Enseñanza de la Electricidad desde una perspectiva constructivista en los diferentes niveles del sistema educativo: determinación de preconcepciones y propuesta de la utilización de nuevas metodologías didácticas para su corrección de la Electricidad*”. Tesis Doctoral, Universidad de Badajoz.
- Van de Berg, Ed & Grosheid, W. (1993). “*Electricity at home: Remediating alternative conceptions through redefining goals and concept sequences and using auxiliary concepts and analogies in 9th grade electricity education*”. In Novak, J. (ed.): Proceedings of the Third Intern. Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Maths, Ithaca, N.Y.: Cornell Univ.

ANEXO: GUIONES DE LAS ACTIVIDADES

1- ¿Por qué se mueven los Electrones?

INTRODUCCIÓN

Esta primera actividad está dividida en tres representaciones conceptuales. En primer lugar se representa qué es una Fuente de Alimentación estacionaria y se analiza la necesidad de movimiento para lograr un equilibrio.

En la segunda representación, y ya con movimiento, se ve cómo y por qué la fuente de alimentación genera el movimiento de los electrones, que llamaremos fluido eléctrico. Para terminar en la tercera representación se alcanza el equilibrio.

JUSTIFICACIÓN

Se sabe que se deben de tratar las dificultades conceptuales de origen “no-macroscópico”, es decir a nivel de protón/electrón, para que posteriormente puedan comprender conceptos eléctricos básicos. Se ha expuesto anteriormente, como por imprecisiones conceptuales, que algunos alumnos piensan que un cuerpo cargado positivamente es aquel que ha ganado protones. La idea se superará si los alumnos antes asumen que los protones, no viajan por la materia.

Fuera del contexto de los circuitos eléctricos, el movimiento de cargas puede explicarse en términos de un desequilibrio eléctrico entre dos puntos: cuando se unen habrá movimiento de electrones desde el cuerpo negativo al positivo, hasta lograr el equilibrio. Hay que evitar que este planteamiento nos induzca a pensar que la tensión es simplemente una diferencia de cargas.

APRENDIZAJE

Se trabajará el concepto principal de Fuente de Alimentación Eléctrica como causa del movimiento de los electrones (electricidad/flujo eléctrico). Además se definirá el polo positivo y el negativo

GUIÓN

Los alumnos construyen una Fuente de Alimentación formada por ellos mismos que harán el papel de electrones.

En el aula se definen dos zonas claramente diferenciadas en las que se reparten de forma equitativa las sillas. A los alumnos se les permite sentarse solo en una zona haciendo uso de las escasas sillas según indica la imagen 1.

Se representan 3 fases:

FASE 1: Fuente Cargada



Imagen 1. Fuente de Alimentación cargada.

Esa zona contiene a dos alumnos por silla. Algunos alumnos están **cargados** con otro encima a pesar de que en la otra zona existen asientos vacíos. En cambio en la otra zona todos los asientos están libres. No se permite que los alumnos pasen a la zona de sillas vacías, ver imagen 1..

Se define la situación como una Fuente de Alimentación CARGADA. El alumno siente “la carga eléctrica” sobre su propio cuerpo, es decir el peso del compañero. Además el alumno sentado arriba tampoco se siente cómodo/estable.

Usando las dos hojas de papel marco con el rotulador y defino cada zona, ver imagen 2:

Polo NEGATIVO: Existe más de un alumno por silla. Es una situación negativa para la silla que sufre demasiado y los propios alumnos que están inestables.

Polo POSITIVO: Es una situación positiva para las sillas, nunca se romperán!



Imagen 2. Polo positivo y Polo negativo en una Fuente de Alimentación.

FASE 2: Fuente Descargándose

Los alumnos se preguntan ¿por qué habiendo asientos vacíos no pueden pasar a la otra zona?. Están incómodos e inestables y progresivamente se les permite trasladarse a una silla vacía de la otra zona, ver imagen 3.



Imagen 3. Fuente de Alimentación descargándose.

El profesor define la situación como una Fuente de Alimentación DESCARGÁNDOSE.

Los alumnos inestables buscan su asiento. Ya solo existen algunos alumnos **cargados**, no lo están todos como al principio. Se ha jugado con la tendencia natural de los cuerpos a estabilizarse.

FASE 3: Fuente Descargada

Para finalizar los alumnos están perfectamente repartidos cada uno estable y con su propio asiento, imagen 4.



Imagen 4. Fuente de Alimentación descargada.

Se define esta situación como una Fuente de Alimentación DESCARGADA.

Cada alumno tiene su asiento. Ya no existen sillas demasiado cargadas, tampoco quedan alumnos cargados con otro alumno encima, más bien tendríamos que decir que están “descargados”.

La fuente de alimentación ya no es inestable. Existe un equilibrio, ya a nadie le interesa moverse de su silla. ¡Ya no se produce movimiento!

2- El Camino de los Electrones

INTRODUCCIÓN

Partiendo de la fuente de alimentación cargada del punto anterior se establece el camino que pueden seguir los electrones. Antes apreciaron la necesidad de moverse pero no se definió el camino, ahora se delimita un camino.

Los alumnos vuelven a representar a los electrones, las sillas representan a la Fuente de Alimentación y la Cuerda extendida por el suelo representa el cableado eléctrico

APRENDIZAJE

Se trabajará el concepto de Circuito Eléctrico.

GUIÓN

Se parte de la Fuente de Alimentación cargada formada por sillas y alumnos, como lo hicieron en la actividad 1.

Ahora los alumnos construyen un Circuito Eléctrico con su Fuente de Alimentación cargada. Se coloca la cuerda uniendo los polos POSITIVO y NEGATIVO y los alumnos deberán descargar la Fuente desplazándose como electrones recorriendo el circuito eléctrico, la cuerda, imagen 5.



Imagen 5.Circuito eléctrico.

3- Los Electrones también Trabajan

INTRODUCCIÓN

Se representa el trabajo que pueden realizar los electrones cuando circulan por el circuito eléctrico.

APRENDIZAJE

Se trabajará el concepto de Trabajo, conociendo los distintos efectos principales que la electricidad puede tener (Efectos luminoso, calorífico, magnético y químico). Se harán conscientes de algunas de las cosas que se puede conseguir haciendo trabajar a la electricidad.

GUIÓN

Se parte de la Fuente de Alimentación cargada formada por sillas y alumnos, como lo hicieron en la actividad 1 y del circuito recreado en la actividad 2.

Ahora los alumnos se desplazaran por el Circuito Eléctrico, la cuerda, hasta descargar completamente la Fuente de Alimentación con la única peculiaridad de que esta vez deberán realizar una tarea a su paso.

A los electrones se les puede encomendar una tarea cuando están levantados y van de un lugar a otro. Son personajes muy interesados, no hacen nada sin obtener un beneficio a cambio, y su único interés es tener una silla propia en la que sentarse. Los electrones son capaces de muchas cosas y acceden a trabajar a cambio de poder sentarse en su propio silla.

Pero tened en cuenta que son muy cómodos, únicamente trabajan cuando se están desplazando para llegar al polo positivo y sentarse, no cuando ya han llegado y han conseguido sentarse.



Imagen 6. Alumno dibujando en su camino.

Los electrones realizarán varias tareas según los efectos a tratar. El trabajo consistirá en dibujar un dispositivo que realiza el efecto considerado.

- 1.Efecto Luminoso: ejemplos Bombilla, Televisión, Pantalla de móvil.
- 2.Efecto Calorífico: ejemplos Horno, Plancha.
- 3.Efecto Magnético (Mecánico): ejemplos Batidora, Lavadora.
- 4.Efecto Químico: ejemplo Descomposición de H₂O, Obtención de metales.

EFECTO 1: Luminoso

Vamos a pedirles a los alumnos que para poder pasar al lado derecho tienen que pagar un peaje: tendrán que dibujar una bombilla, imagen 7.



Imagen 7.Trabajo eléctrico con efecto luminoso.

EFECTO 2: Calorífico

En esta ocasión los alumnos para poder pasar tienen que pensar y dibujar un dispositivo que haga uso del efecto calorífico de la electricidad., imagen 8.



Imagen 8.Trabajo eléctrico con efecto calorífico.

EFECTO 3: Magnético (Mecánico)

No todos trabajos son iguales. Los electrones tienen mucho nivel y son capaces de realizar un montón de tipos de trabajo. Ahora vamos a pedirles que para poder pasar deben de dibujar un elemento que se mueva con la electricidad, imagen 9.



Imagen 9. Trabajo eléctrico con efecto mecánico.

EFECTO 4: Químico

Este efecto eléctrico está más alejado de los alumnos, aún así interesa que lo conozcan. Deberán realizar un dibujo que represente la electrolisis del agua, imagen 10.



Imagen 10. Trabajo eléctrico con efecto químico.

4- El electrón encuentra Resistencia

INTRODUCCIÓN

Se representa la resistencia al paso a la que están sometidos los electrones cuando se desplazan por el circuito eléctrico.

APRENDIZAJE

Experimentarán el concepto de Resistencia Eléctrica de un circuito y sus distintos valores. Conocerán el Ohmio como unidad de medida de resistencia eléctrica.

GUIÓN

Como siempre se parte de la Fuente de Alimentación cargada y del circuito recreado en la actividad 2.

Ahora los alumnos que se desplazarán por el Circuito Eléctrico hasta el polo positivo no lo hacen tan fácilmente. Hay obstáculos, la vida del electrón no es sencilla.

Como en la vida misma siempre ocurre que el entorno es un enemigo que plantea retos. En este caso el circuito se resiste a que el electrón consiga llegar a su destino. A esta característica del circuito lo llamamos resistencia eléctrica.

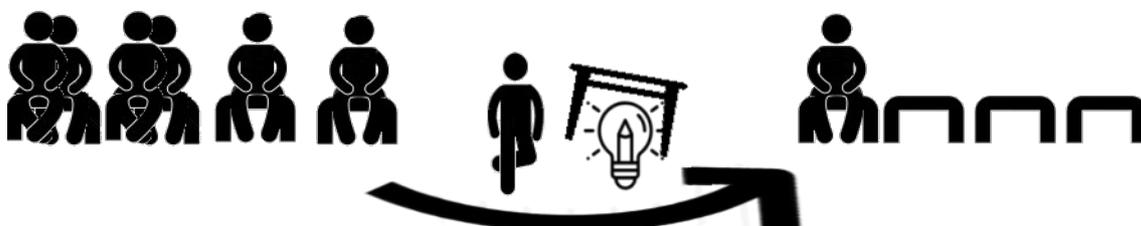


Imagen 11. Resistencia en un circuito eléctrico.

Los electrones deben de circular sorteando obstáculos, por ejemplo una mesa, imagen 11. Es un reto para él!, y se admiten apuestas. ¿Quién apuesta a favor de que la mesa impedirá el paso al electrón?.

Se plantea la actividad con obstáculos diversos. A cada tipo de obstáculo se le atribuye un valor de resistencia en consonancia con el nivel de resistencia que supone, o mejor dicho con la dificultad necesaria para superarlo. El valor de la resistencia es expresado en Ohmios y sus múltiplos.

5- La barrera Infranqueable.

INTRODUCCIÓN

Se interpone un interruptor en el circuito. El paso de los electrones solo será posible cuando el interruptor esté cerrado.

APRENDIZAJE

Experimentaran como funciona un interruptor y como afecta al resto del circuito eléctrico.

GUIÓN

El electrón no siempre encuentra todas las puertas abiertas, imagen 12. Siempre hay alguien que te cierra el acceso para que no salgas de la Fuente de Alimentación.

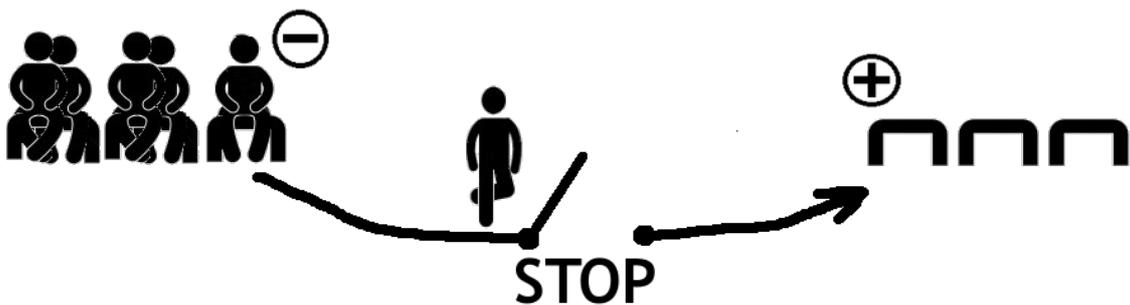


Imagen 12. Circuito eléctrico con interruptor abierto.

El electrón no puede cruzar si el interruptor está abierto, es casi imposible! En cambio si alguien o algo cierra el interruptor, cruzarlo es bastante fácil, imagen 13.



Imagen 13. Circuito eléctrico con interruptor cerrado.

6- Las Dificultades se Suman

INTRODUCCIÓN

Se representa un circuito con resistencias colocadas en serie. Los electrones atravesarán el camino sorteando todas resistencias.

APRENDIZAJE

Experimentarán el concepto de asociar Resistencias en Serie. Como segunda idea comprobarán que la resistencia total es igual a la suma de todas las resistencias que han atravesado por el circuito en serie.

GUIÓN

Se parte de la Fuente de Alimentación cargada y un circuito con 3 resistencias colocadas en serie.

Antes de comenzar la representación, se pacta con los alumnos el valor de cada resistencia, de manera que concuerde con el nivel de dificultad que ofrece cada obstáculo. Cada resistencia se expresará en Ohmios o en sus múltiplos.

Los electrones atravesarán el Circuito Eléctrico hasta el polo positivo haciendo frente a cada obstáculo individualmente pero cada electrón al completar el circuito habrá superado todos y cada uno de los obstáculos, imagen 14.



Imagen 14. Resistencias colocadas en serie en un circuito eléctrico.

El alumno comprenderá que el esfuerzo total realizado es la acumulación de los esfuerzos empleados para superar cada obstáculo, o expresado de otra forma, los obstáculos colocados en serie equivalen a un solo obstáculo que agrupa todos.

De esta forma se introduce que en un circuito con las resistencias colocadas en serie la resistencia total de un circuito es la suma de cada resistencia atravesada.

7- ¿Por qué Camino irás hoy?

INTRODUCCIÓN

Se representa un circuito con resistencias colocadas en paralelo. Los electrones atravesarán el camino que elijan según su propia conveniencia.

APRENDIZAJE

Experimentarán el concepto de circuito con Resistencias en Paralelo. Como concepto secundario comprobarán que los electrones que cruzan todo el circuito es igual a la suma de electrones de cada camino

GUIÓN

Se parte de la Fuente de Alimentación cargada y un circuito con 3 ramales, en paralelo. Cada ramal o camino tendrá una resistencia con distinto valor. Previamente, antes de comenzar la representación, se pacta con los alumnos el valor de cada resistencia de manera que concuerde con el nivel de dificultad que ofrece. Cada resistencia se expresará en Ohmios o en sus múltiplos.

Ahora los electrones que desplazarán por el Circuito Eléctrico hasta el polo positivo eligiendo por qué camino cruzarán, imagen 15. El camino más cómodo es el de menor resistencia eléctrica.

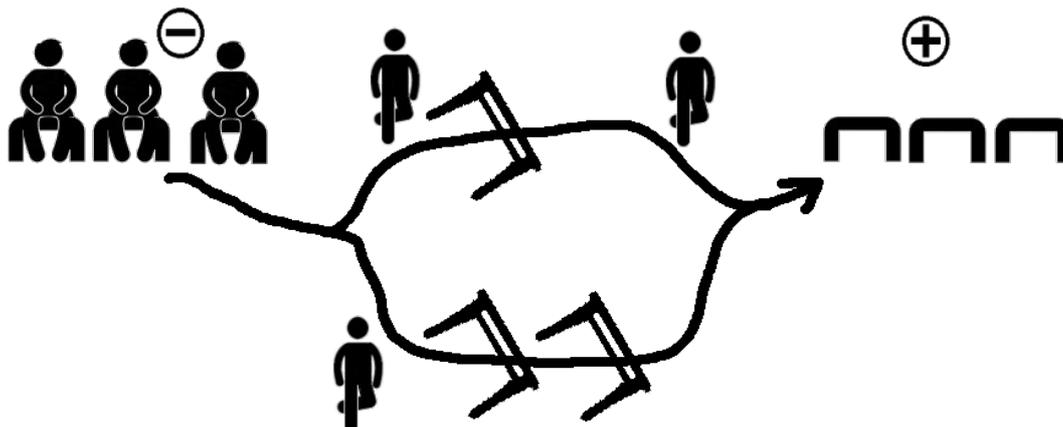


Imagen 15. Resistencias colocadas en paralelo en un circuito eléctrico.

Los electrones sortearán los obstáculos de cada camino y como es de esperar los electrones tienden a escoger al camino más cómodo para llegar a conseguir un asiento libre y solo los más temerarios se aventuran a cruzar por el camino más complicado. El camino con la resistencia más elevada será el menos transitado.

8- ¡Carrera de Electrones!

INTRODUCCIÓN

Se representa un circuito eléctrico con resistencias en serie y otro circuito con resistencias en paralelo, como en las dos actividades anteriores. En ambos casos los electrones circularán hacia el polo positivo. En cada circuito existirán dispositivos para medir el paso de los electrones en un tiempo determinado.

APRENDIZAJE

Experimentarán el concepto de Intensidad Eléctrica como medida de la velocidad a la que pasan los electrones. Comprobarán que en los caminos con mayor resistencia la intensidad de paso de electrones es menor. Conocerán el Amperio como unidad de medida de intensidad eléctrica y el dispositivo que lo mide, el Amperímetro.

GUIÓN

Partiendo del guion de la actividad 6 y 7 se realizan esos dos montajes y esa misma representación pero añadiendo unos Amperímetros. El amperímetro viene representado por un aro por el cual pasan los electrones.

Los alumnos que sujetan cada aro se encargan de contar el número de electrones que atraviesan por ese lugar en un tiempo determinado en segundos.

Antes de comenzar, los alumnos razonarán dónde se colocaran los aros a tenor de las medidas que se quieren realizar.

Para que el alumno alcance el concepto de intensidad estas dos representaciones serán dependientes del tiempo por lo que estarán cronometradas por otro alumno que controlará el inicio y el final de cada representación. Llegado el final no existirán electrones en el circuito. Los electrones que están en curso deberán determinar el recorrido hasta el final.

Cada Amperímetro comunicará en Amperios la medida de intensidad tomada y se realizarán las comparaciones oportunas.

Se plantearán preguntas a los alumnos y se abrirá un debate en el cual los alumnos expongan sus conclusiones. Se analizará el concepto de Intensidad y la conservación de Amperios en los distintos circuitos.

9- ¡Hoy tenéis más Ansias de Escapar!

INTRODUCCIÓN

Se representa un circuito eléctrico con resistencias en serie. Se circulará desde el polo negativo hasta alcanzar el polo positivo.

Existirá un dispositivo para contar el nivel de electrones que existen en la Fuente de Alimentación.

APRENDIZAJE

Experimentarán el concepto de Tensión Eléctrica como medida del nivel de carga de la Fuente de Alimentación. Comprobarán que la tensión va disminuyendo a medida que nos acercamos al polo Positivo. Conocerán el Voltio como unidad de medida de la tensión eléctrica y el dispositivo que lo mide, el Voltímetro.

GUIÓN

Los alumnos construyen una Fuente de Alimentación formada por ellos mismos que harán el papel de electrones, pero esta vez se plantea que pueden existir más de dos alumnos por silla. Si esto supone un inconveniente se podrían apilar permaneciendo en pie con el primer alumno apoyado en la pared y el resto sobre el inmediatamente anterior. El circuito tendrá al menos un obstáculo, una resistencia.

Existirá un alumno en el polo negativo y otro en el polo positivo que estarán en comunicación y representan el Voltímetro.

La intención de optar por una silla vacía del otro lado se acrecenta al aumentar el número de alumnos apilados. La diferencia entre los niveles de apilamiento en el polo negativo y en el polo positivo determinará la tensión existente en la fuente. Para ello los representantes del voltímetro determinarán el nivel de carga en cada polo, y la diferencia entre los dos polos, expresada en Voltios, será la Tensión Eléctrica de la fuente.

Se realiza la representación con alumnos apilados de 2 en 2, y con alumnos apilados de 4 en 4.

El alumno comprenderá que a mayor apilamiento, más tensión, existe mayor tensión por llegar al otro polo. Y esa tensión llegará a ser nula, 0 voltios, cuando los niveles de apilamiento sean iguales en los 2 polos.

10- ¿Con cuántas ganas os movéis?

INTRODUCCIÓN

Se representa un circuito eléctrico con resistencias en serie. Se circulará desde el polo negativo hasta alcanzar el polo positivo.

Existirá un Amperímetro que mide el paso de los electrones en un tiempo determinado. También contaremos con un Voltímetro.

APRENDIZAJE

Se trabajará la Ley de Ohm como relación entre la Tensión, la Intensidad y la Resistencia de un circuito eléctrico. Comprobarán que la Intensidad aumenta con la Tensión de la fuente y disminuye al aumentar la Resistencia del circuito.

GUIÓN

Los alumnos construyen una Fuente de Alimentación formada por ellos mismos que harán el papel de electrones, y esta vez también se plantea que pueden existir más de dos alumnos por silla. Como en actividades anteriores si esto supone un inconveniente los alumnos se podrían apilar permaneciendo en pie con el alumno de base apoyado en la pared y el resto sobre el alumno anterior. El circuito tendrá dos resistencias colocadas en paralelo.

Se añaden un Amperímetro al paso de cada resistencia. El amperímetro viene representado por un aro por el cual pasan los electrones. Los alumnos que sujetan cada aro se encargan de contar el número de electrones que atraviesan por esa resistencia en un tiempo determinado en segundos. Antes de comenzar, los alumnos razonarán dónde se colocaran los aros a tenor de las medidas que se quieren realizar.

Por tener que medir Intensidad, estas dos representaciones serán dependientes del tiempo. Un alumno controlará el inicio y el final de cada representación. Llegado el final no existirán electrones en el circuito. Los electrones que están en curso deberán de terminar el recorrido hasta el final.

Cada Amperímetro comunicará en Amperios la medida de intensidad tomada.

En cada representación se tomará la Tensión de la fuente y se medirá la Intensidad que pasa por cada resistencia.

Mediante un debate se analizará la relación entre magnitudes, y de una forma guiada se tratará de llegar a establecer la Ley de Ohm.