



**UNIVERSIDAD DE MURCIA**  
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
TESIS DOCTORAL

DISEÑO, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA PROPUESTA  
PARA LA ENSEÑANZA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN  
3º DE LA ESO. USO DE "EL MUNDO DE PANDORA"

**D. Antonio Balibrea Melero**

**2023**





**UNIVERSIDAD DE MURCIA**  
ESCUELA INTERNACIONAL DE  
DOCTORADO

TESIS DOCTORAL

DISEÑO, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA PROPUESTA  
PARA LA ENSEÑANZA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN 3º  
DE LA ESO. USO DE "EL MUNDO DE PANDORA"

Autor: D. Antonio Balibrea Melero

Director: D. Antonio de Pro Bueno





**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD**  
**DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR**

D./Dña. Antonio Balibrea Melero

doctorando del Programa de Doctorado en

866 - PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN (PLAN 2013)

de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad Murcia, como autor/a de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor y titulada:

**DISEÑO, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN 3º DE LA ESO. USO DE “EL MUNDO DE PANDORA”**

y dirigida por,

D./Dña. Antonio de Pro Bueno

D./Dña.

D./Dña.

## DECLARO QUE:

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la Ley de Propiedad Intelectual (R.D. legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

*Si la tesis hubiera sido autorizada como tesis por compendio de publicaciones o incluyese 1 o 2 publicaciones (como prevé el artículo 29.8 del reglamento), declarar que cuenta con:*

- La aceptación por escrito de los coautores de las publicaciones de que el doctorando las presente como parte de la tesis.*
- En su caso, la renuncia por escrito de los coautores no doctores de dichos trabajos a presentarlos como parte de otras tesis doctorales en la Universidad de Murcia o en cualquier otra universidad.*

Del mismo modo, asumo ante la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada, en caso de plagio, de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

En Murcia, a 17 de julio de 2023

  
Fdo.: Antonio Balibrea Melero

*Esta DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD debe ser insertada en la primera página de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor.*

### Información básica sobre protección de sus datos personales aportados

Responsable:	Universidad de Murcia. Avenida teniente Flomesta, 5. Edificio de la Convalecencia. 30003; Murcia. Delegado de Protección de Datos: dpd@um.es
Legitimación:	La Universidad de Murcia se encuentra legitimada para el tratamiento de sus datos por ser necesario para el cumplimiento de una obligación legal aplicable al responsable del tratamiento. art. 6.1.c) del Reglamento General de Protección de Datos
Finalidad:	Gestionar su declaración de autoría y originalidad
Destinatarios:	No se prevén comunicaciones de datos
Derechos:	Los interesados pueden ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, limitación del tratamiento, olvido y portabilidad a través del procedimiento establecido a tal efecto en el Registro Electrónico o mediante la presentación de la correspondiente solicitud en las Oficinas de Asistencia en Materia de Registro de la Universidad de Murcia



## Agradecimientos

Gracias a mi mujer, Raquel Fructuoso Alcaraz, por haberme dado el visto bueno para introducirme en esta aventura en el año 2016 y por haberme aguantado durante estos siete años.

Agradezco a mis padres el haberme apoyado, quedándose con mis peques para que yo pudiera dedicar tiempo, especialmente estas últimas semanas.

Pero, sobre todo, la tesis sobre Pandora ha sido posible gracias a que he tenido la suerte de conocer a una magnífica persona, que cuando se pone a trabajar no hay quien le pare. Nono, hace más de diez años que busqué a alguien en Internet a quien hablarle de Pandora, y Google me arrojó tu nombre, Antonio José de Pro Bueno. Investigué y vi que habías realizado estudios sobre cómo se podrían trabajar las ciencias a través de los cómics de Mortadelo y Filemón, y pensé... a este le gusta lo que hace, esta es la persona que necesito.

Y así, de golpe y porrazo, me presenté en el despacho de mi amigo, por aquel entonces, un desconocido profesor al que podía contarle las cosas que me divertían de ser docente, entre ellas... Pandora. Me acogiste durante años, sin haber sido tu alumno ni estar matriculado en nada. Simplemente llegaba allí y charlábamos de lo que nos gustaba: enseñar.

Quedé maravillado al ver que una persona que ya tenía tanto recorrido mostrara tanta ilusión por cualquier cosa que le contaba. Tu capacidad de escuchar y comentar, a pesar de tu apretada agenda, me sorprendió. Un tiempo después, el 15 de mayo de 2013 (he rescatado una captura de aquel correo electrónico), ya te enviaba la primera y la segunda parte de Pandora. Te entregaba mi creación más querida. Y es que no se puede conocerte y no confiar en ti.

Hola nono. Aquí te adjunto los archivos de Pandora que tengo 



**Antonio Balibrea** <antoniobalibrea@gma...  mié, 15 may 2013, 22:15  
para nono 

Como siempre... muchas gracias por todo.

Rebasas valores. Quizás por tus principios y tus valores acudía a tu despacho día a día con total confianza, me recordabas a mi familia; había encontrado fuera de mi entorno familiar un pedacito de Pandora y eso, para mí, tenía un valor incalculable.

Para formalizar las visitas, decidí matricularme en la EIDUM (Escuela de Doctorado), lo cual nos ha llevado a estar escribiendo estas últimas palabras. Creo, sinceramente, que no he estado a la altura del mejor director de tesis que se puede tener, pero he tenido la suerte de disfrutarlo. Te he hecho trabajar muchísimo, aunque eso es inherente a ti. No puedo más que darte las gracias por haber estado comprometido conmigo durante tantos años. Pero quiero que sepas una cosa, no es una amenaza, pero... no porque me haga doctor voy a dejar de venir a contarte mis descabelladas ideas.

Muchas gracias, Nono.



## Índice

0.- Resumen .....	1
CAPÍTULO 1 .....	3
1.- Origen.....	3
1.1.- Personal .....	3
1.2.- Profesional .....	4
1.3.- Trayectoria/artículos. ....	6
2.- Problemas de la investigación .....	8
3.- Antecedentes de la investigación .....	9
4.- El Mundo de Pandora y el currículum oficial.....	27
4.1.- El Mundo de Pandora.....	27
4.2.- Finalidades educativas de la ESO y El Mundo de Pandora .....	33
4.3.- Contenidos del Currículum y El Mundo de Pandora. ....	34
4.4.- Estándares del currículum oficial y El Mundo de Pandora.....	35
4.5.- Ejemplos de fragmentos del Mundo de Pandora relacionados con el currículum oficial. ....	35
CAPÍTULO 2 .....	45
1.- Diseño de la Investigación .....	45
2.- Participantes y contexto .....	46
2.1.- Participantes y centro.....	46
2.2.- Contexto curricular.....	47
3.- Variable independiente: propuesta innovadora ensayada .....	49
3.1.- Modelo de planificación de la Unidad Didáctica .....	49
3.2.- Fundamentos de la propuesta.....	51
3.2.1.- Tarea 1: Relación de los contenidos con el entorno del alumnado.....	51
3.2.2.- Tarea 2: Identificar los contenidos en un mundo postapocalíptico.....	63
3.2.3.- Tarea 3: Identificar los logros y dificultades en el aprendizaje de los contenidos. ....	66
3.2.4.- Tarea 4: Concretar los objetivos de aprendizaje o las preguntas centrales de la propuesta.....	68
3.2.5.- Tarea 5: Contribución a la adquisición de competencias curriculares...	71
3.2.6.- Tarea 6: Proponer y establecer una secuencia de las actividades de enseñanza y elaborar los materiales correspondientes.....	74
3.2.7.- Tarea 7: Establecer una secuencia de actividades de evaluación. ....	89
4.- Variable dependiente: evaluación aprendizaje del alumnado .....	91
4.1.- Pretest y Postest de la experiencia .....	91
4.2.- Seguimiento de la experiencia .....	93
CAPÍTULO 3 .....	103
1.- Resultados del Pretest.....	103
2.- Resultados del Seguimiento. Las actividades prácticas .....	112
2.1. Estudio de los Resultados de la Práctica 1 .....	112
2.2. Estudio de los Resultados de la Práctica 2 .....	118
2.3. Estudio de los Resultados de la Práctica 3 .....	123
2.4. Estudio de los Resultados de la Práctica 4 .....	127
2.5. Estudio de los Resultados de la Práctica 5 .....	132
2.6. Estudio de los Resultados de la Práctica 6 .....	136
2.7. Estudio de los Resultados de la Práctica 7 .....	140
2.8. Estudio de los Resultados de la Práctica 8 .....	143
2.9. Estudio de los Resultados de la Práctica 9 .....	148
2.10. Estudio de los Resultados de la Práctica 10 .....	152

2.11. Estudio de los Resultados de la Práctica 11 .....	156
2.12. Estudio de los Resultados de la Práctica 12 .....	158
2.13. Estudio de los Resultados de la Práctica 13 .....	160
3.- Resultados del Postest .....	162
CAPÍTULO 4 .....	173
1.- Conclusiones respecto a la literatura .....	173
2.- Problemas de la investigación. ....	174
3.- Metodología de investigación.....	174
4.- Resultados.....	175
4.1.- Conclusiones del Pretest .....	175
4.2.- Seguimiento de la propuesta .....	175
4.3.- Conclusiones de Pretest-Postest.....	178
BIBLIOGRAFÍA .....	181
ANEXO 1.....	189
ANEXO 2.....	223



## 0.- Resumen.

A menudo se ha defendido la importancia de la contextualización en la enseñanza de las Ciencias (por ejemplo, Pro A., 2012; Izquierdo, Caamaño y Quintanilla, 2007; Sebastián y Galagovsky, 2020; etc.). Ahora bien, para plantear una situación problemática contextualizada se pueden usar múltiples situaciones, siempre que sean reconocibles por el estudiante. En este caso, hemos utilizado el mundo de la ciencia ficción; es decir, establecemos puentes con la literatura.

El fomento de la lectura en la educación secundaria obligatoria (ESO) (12-16 años) es algo que tradicionalmente ha descansado en la escuela, como dice González (2000) "hay que reconocer que la escuela es el centro promotor por excelencia del libro infantil". De hecho, tal y como recoge La ley de la lectura, del libro y de las bibliotecas (2007) "la lectura y su fomento se consideran una herramienta básica para el ejercicio del derecho a la educación..." ya que "hábitos de lectura son uno de los factores clave en los resultados académicos" (Walter, 2011).

Tal importancia tiene la lectura que muchos autores han demostrado la relación entre la competencia lectora y el rendimiento académico (Cromley, 2009; Meneghetti, Carretti y De Beni, 2006; Nolen, 2003; O'Reilly y McNamara, 2007; Savolainen et al, 2008; Topping, Samuels y Paul, 2007).

No se piensa que los alumnos no tengan interés en los libros, al menos no lo piensan autores como Marina (2007) y Pennac (1993 y 2008), dos autores que se interesan mucho por el fomento de la lectura. Lo que está creciendo es una crítica a la metodología tradicional de fomento de la lectura que desembocó en diversas leyes regionales como la Orden de 20 de noviembre de 2014 en la Región de Murcia que intenta que se fomente la lectura cada día de la semana entre diferentes áreas al menos de 30 minutos dentro de un Plan Lector.

Por dicha importancia y tendencia actual, que intenta mejorar y fomentar la lectura placentera, vemos interesante que surjan propuestas como la nuestra en la que se fomenta a través de la enseñanza de las ciencias; otros investigadores también trabajan en esta línea: Bruguière, Heraud, Errera & Rembotte, (2007), Charles & Bruguiere, (2019, June) o Pau-Custodio, Márquez & Marbà (2017).

El objetivo central de nuestra investigación es el de planificar, aplicar y evaluar una unidad didáctica de electricidad para tercero de la ESO basada en una novela de aventuras postapocalíptica. El soporte literario intenta sumergir a los alumnos en un mundo destruido en los que los conocimientos de la materia de tecnologías son la clave para sobrevivir.

Una vez planificada la unidad didáctica y elaborados los materiales correspondientes, intentamos dar respuesta a tres cuestiones principales, siguiendo el esquema de Rodríguez (2008):

1. ¿Cuáles eran los conocimientos y experiencias iniciales que tenían mis alumnos sobre la electricidad y los fenómenos eléctricos?
2. ¿Cómo desarrollaron las actividades experimentales planteadas? ¿Qué logros se obtuvieron, que dificultades se encontraron en el desarrollo de estas?
3. ¿Qué efectos produce dicha propuesta en el alumnado en relación con el aprendizaje? ¿Y en relación con otros aspectos (valoración de lo realizado, participación...)?

Para llevar a cabo nuestra propuesta, hemos usado nuestras clases de Tecnología de 3º de la ESO. Estaba compuesto por 33 alumnos (20 chicos y 13 chicas).

El contexto curricular en el que se desarrolló la experiencia tuvo como referente el Decreto n.º 220/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia que aplica la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE).

Para planificar la unidad didáctica, se usó el modelo de Pro y Rodríguez (2014) que consta de 7 tareas: currículum oficial, presencia de la temática en el contexto, análisis científico del contenido, logros y dificultades de los estudiantes, selección de objetivos de aprendizaje, secuencia de actividades y elaboración de recursos, y elección de instrumentos de evaluación.

Más allá de los resultados obtenidos, podemos adelantar que el alumnado se mostró muy interesado y motivado a lo largo del proceso de aprendizaje. El papel del "El Mundo de Pandora" resultó determinante para la motivación, la contextualización y el aprendizaje de los estudiantes.

# CAPÍTULO 1

## 1.- Origen.

En este apartado trataremos de explicar que nos ha llevado a trabajar en esta tesis. Hablaremos de intereses personales, profesionales y curriculares.

### 1.1.- Personal

Para comprender el origen de este trabajo debemos explicitar razones de tipo personal. El autor de la tesis ha sentido siempre un profundo respeto hacia la lectura. Este sentimiento, fruto de crecer entre miles de libros que abarrotaban su casa familiar, hacen que empaticé completamente en este arte, y en las consecuencias que acarrea en todos aquellos que, con gusto, consumen una fuente tan rica de conocimientos, experiencias y relatos. De hecho, emplazados en un ambiente como el descrito, es normal que tres de los cuatro hermanos del autor sean maestros.

Desarrollarse y crecer en una sociedad, que se apoya en los resultados negativos del alto fracaso escolar (26,4% en la Región de Murcia en el 2017 según la EPA, uno de los índices más elevados del país según Hernández y Alcaraz, 2018) para criticar con dureza los resultados conseguidos por la educación, hace que familias, como la del autor, apunten hacia ese campo en el que creen que pueden aportar algo de utilidad social: la Educación, un término que todos valoran, pero a pocos realmente les preocupa. Un ámbito que sólo es noticia cuando hay discrepancias partidistas. Una labor profesional compleja que desgraciadamente no siempre responde a las necesidades sociales.

La lectura no es incompatible con la Ciencia y así nos lo demostraron Faraday o Edison. Por ello, a pesar de esa afición por la lectura, los numerosos descampados que ejercían de laboratorios naturales y la curiosidad por saber el porqué de las experiencias y los fenómenos, inclinan al autor a estudiar ciencias. Esta combinación -lectura y ciencia- y el libro "El Mundo de Sofía" de Jostein Gaarder le llevan a crear su propio mundo, "El Mundo de Pandora". En éste, siguiendo los pasos de Gaarder, creamos una historia, en la que la tecnología es imprescindible para sobrevivir en un mundo postapocalíptico.

"El Mundo de Pandora" es el eje principal de una propuesta que atesora las tres características necesarias para guiar una intervención en el aula.

En primer lugar, se trata de una lectura placentera, un factor indispensable para producir efectos positivos de cara al aprendizaje. Pensamos que las bajas notas en las Pruebas PISA de la OCDE de ciencias (483 puntos, comparado con la media de la OCDE que es de 489, Jerrim, et al, 2020) pueden deberse, entre otros motivos, a la baja comprensión lectora del alumnado. Creemos que resulta prioritario mejorarla si queremos mejorar el aprendizaje científico de nuestro alumnado.

Por otra parte, la lectura consigue que la imaginación se ponga al servicio de la enseñanza; dicha característica es considerada por Harris (2005) un medio crucial para el desarrollo cognitivo y afectivo de los niños, y que el autor reflejó también en su entrevista al diario La Verdad de Murcia el día 30 de Junio de 2013. La imaginación es una habilidad muy potente en la adolescencia. Por ello, al sumergir a los niños en un mundo futurista, sin tecnología, surgen multitud de comentarios anecdóticos que avivan las sonrisas, las hipótesis, las ideas, y, en general, que enriquecen y crean un ambiente de trabajo muy positivo.

Y, por último, y no por ello menos importante, consigue también la motivación del docente, importantísima, ya que la desmotivación del profesorado genera una cadena de acontecimientos que van concatenados a una visión negativa durante el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno (Otero, 2017) y, por tanto, al fracaso escolar.

## 1.2.- Profesional

Desde que, en septiembre del 2007, el autor finalizara los estudios y se introdujera en el mundo laboral, hasta el día de hoy, ha impartido la materia Tecnología. Aunque a partir del 2012 impartió también otras, como matemáticas, su labor siempre se ha realizado en la educación secundaria. Estas disciplinas son las que han marcado Pandora; especialmente la primera.

Una circunstancia interesante justifica nuestra inquietud profesional por este trabajo. Minutos antes de entrar a su primera clase, la que marca la trayectoria laboral de muchos maestros, recibió el libro de la asignatura, y un docente veterano le dijo "Ahí los tienes –señalando hacia la puerta de la clase-, haz lo que quieras, esa materia no es importante". Un libro de texto. Eso era todo lo necesario para iniciar la labor profesional...

Las primeras clases en las impartió docencia tenían nueve alumnos. El ambiente era maravilloso. Eran agradables, simpáticos, divertidos, colaboradores durante los primeros diez minutos. Pero, al abrir el libro de texto, todo se esfumaba, excepto la buena educación y el respeto. Inicialmente no era consciente de los monólogos que se producían; estaba más atento a cumplir lo programado que a su eficacia de cara al aprendizaje de los estudiantes. Obviamente, cuando dominas lo que dices y haces, tienes más tiempo para darte cuenta de otras cosas; entre ellas, detecté la falta de motivación e interés del alumnado por la materia; las caras de aburrimiento y la falta de atención con las explicaciones; aunque siempre existía una empatía personal, no era suficiente para afrontar los retos que les proponía ni para superar la monotonía.

El cansancio hacia las metodologías tradicionales es algo que se repite en numerosos centros de nuestro contexto educativo (ver Figura 1.1). Sin duda, se han producido cambios en la educación formal desde sus comienzos como institución, pero hay principios que se han asentado mucho en los institutos de secundaria y que no resulta fácil superarlos: la enseñanza expositiva, la evaluación centrada en la reproducción de conocimientos, la relación profesor-alumno, el papel del libro de texto, etc. (Rodríguez, 2013).

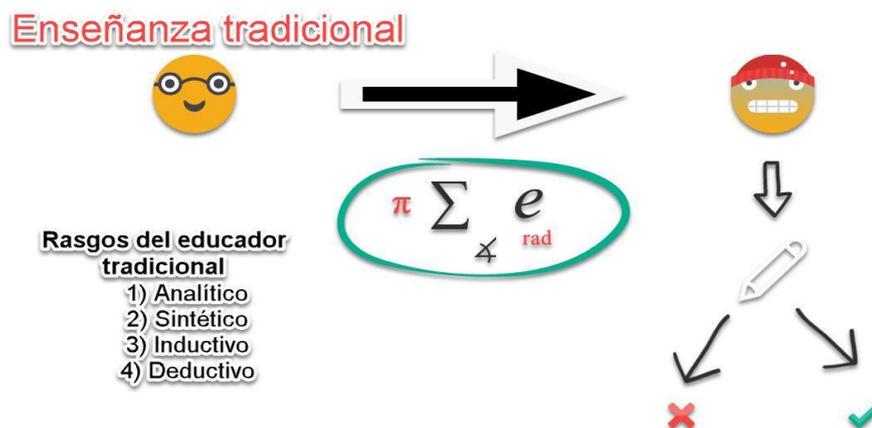


Figura 1.1. Metodología tradicional

No hace falta demostrar que los estudiantes han cambiado en todo este tiempo, que el contexto social es distinto y que las necesidades formativas de los ciudadanos son diferentes. Pensar que lo que valía para sus abuelos es útil para sus nietos es desconocer la realidad. Paradójicamente se suele argumentar que "cualquier tiempo pasado fue mejor". No podemos estar más en desacuerdo. Las posibilidades y situaciones de aprendizaje de los adolescentes actuales han sido mucho más variadas y enriquecedoras, pero hay que traer a los institutos lo que fuera de ellos.

La metodología de "El Mundo de Pandora" deshecha la enseñanza tradicional y podemos decir que se rige por principios más humanistas (ver Figura 1.2). Su prioridad es conseguir un ambiente de trabajo mucho más efectivo, y proclive a la participación del alumnado. El alumno es el centro de la enseñanza, por lo que debemos guiarnos por sus intereses y sus preocupaciones.



Figura 1.2. Metodología humanista

Este perfil innovador que lleva el uso de Pandora, topa algunas veces con la ausencia de determinados materiales como podrían ser ordenadores más potentes o materiales de electricidad, electrónica o robótica que no había en el centro. Por ello, desde el primer año hasta la fecha, el autor ocupa el cargo de RMI (responsable de medios informáticos), con la idea de poder llevar a cabo innovaciones que requieran materiales más modernos o sofisticados.

En los primeros tres años, Pandora se iba gestando y desarrollando en su vida privada. Y en la parte profesional, las prácticas, aunque basadas en catálogos comerciales, conseguían la motivación del alumnado. Pero, poco a poco, la monotonía y las insulsas instrucciones de los kits comerciales fueron mermando nuestra motivación. Es en este momento en el que nace la opción de usar "El Mundo de Pandora" dentro del aula. Incluso realizando las mismas prácticas, ya no tenían esa apatía comercial, se les había dotado de alma, de alegría o como se les quiera llamar. Ahora los alumnos reían y jugaban pensando que eran lux que venían y hacían sonar la alarma y no meros circuitos que detectaban la luz.

En algunos grupos es tal la alegría que como despedida del centro (porque ya están en 4º de la ESO) se les hace la llamada "Noche de Pandora", que trata de ir al centro a las 22:00 y bajar los fusibles para pasar toda la noche igual que los héroes de la novela; viviendo en la terraza, cantando, comiendo y leyendo poemas y otras

historias cortas. Esta actividad dota a Pandora de otra responsabilidad o posibilidad muy interesante; la de enseñar a los niños a divertirse sin alcohol, ni drogas, durante toda una noche.

### 1.3.- Trayectoria/artículos.

En el año 2014, cuando llevaba ya cuatro o cinco años trabajando con la novela en mis clases de tecnología con autoedición, la editorial Tres Fronteras apoyó la iniciativa de enseñar ciencia desde la literatura y publicó de manera oficial la novela (Balibrea, 2014). Dicha edición fue una gran ayuda para seguir adelante con el proyecto y las ganas de seguir llevando a cabo ideas que utilizaran la imaginación para enseñar y hacer más amenas las clases en los institutos; así se recogió en el diario La Verdad, La Verdad (2013) (ver Figura 1.3).

## «Hay que utilizar la imaginación de los adolescentes para motivarles»

Antonio Balibrea Melero / Profesor de Tecnología y escritor



Figura 1.3. Noticia en La verdad (2013)

Ese mismo año, acudo al departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Murcia y realizamos una publicación de como usaba un videojuego RPG arcade en Tecnología, que también estaba relacionado con la novela El Mundo de Pandora (Balibrea y Pro, 2013). Más allá de la publicación de una experiencia, tratamos de que los lectores -otros profesores- apreciaran la sencillez que tiene realizar este tipo de recursos.

Además del uso de Pandora por mi parte, la nueva dirección del centro, entregada a la innovación y al uso de las nuevas tecnologías, facilitó una pequeña revolución tecnológica en el centro en el que trabajo en torno al año 2013-2014. El rol en la innovación me lleva a ocupar el puesto de responsable de la misma (2015-2020). Desde ese puesto, se llevan a cabo diversas actividades recopiladas todas en un libro que el colegio realiza cada cinco años. Algunas de las actividades o metodologías innovadoras que se llevaron a cabo son las siguientes.

#### 1.- Deporte, como herramienta de integración.

Se comenzó a usar el club de balonmano para integrar a alumno nuevos, especialmente si son extranjeros. De esta manera se consiguió una buena incorporación al sistema educativo y un ambiente de trabajo más adecuado.

2.- Creación de un aula virtual.

Se compró un dominio y un hosting para instalar un Moodle y se hicieron cursos para saber crear actividades y cosas básicas.

3.- Portátil en cada aula

Se incorporó un portátil convertible a cada aula, en la mesa del profesor, para poder explicar desde la mesa e incluso grabar sus explicaciones. Luego podrían ser subidas a Youtube y al aula virtual.

4.- Tutoría entre iguales.

Se comenzó a usar este sistema que consiste en poner en contacto a los alumnos recién ascendidos a primero de la ESO con los más veteranos del colegio, los de cuarto de la ESO.

5.- Ayuda entre iguales.

Un programa en el que se le permite a alumnos de secundaria dar clase a alumnos de primaria que tengan dificultades, por la tarde y en la biblioteca, poniendo en contacto a las diferentes familias, ya que siempre hay que tener en cuenta que son menores de edad.

6.- Clasdojo.

Comienza el uso de esta, ahora, conocida aplicación en el mundo de la educación que se encarga de poner en contacto al centro con los profesores.

En el 2018, publicamos un artículo llamado "Energías renovables" (Pro y Balibrea, 2018). Una unidad didáctica en "El Mundo de Pandora" en la revista *Ápice Revista de Educación Científica*, en el que presentábamos la primera de las unidades didáctica de El Mundo de Pandora en la que Crusoe, el científico superviviente, debía producir electricidad para sobrevivir, él y los niños, en un mundo postapocalíptico. Y también, dábamos a conocer las actividades que nosotros llevábamos a cabo en el taller con los alumnos para revivir las mismas aventuras que los protagonistas de la novela.

Este año también, el 2018, publicamos en la IV Jornadas Doctorales Universidad de Murcia un póster con el título "Como enseñar a los alumnos a sobrevivir al Apocalipsis, que evidentemente también era una alusión a la manera de trabajar con la novela de Pandora en la que todas las ciudades del mundo han sido destruidas por los bombardeos.

Finalmente, al curso siguiente, tuve la suerte de participar en los *28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el Camino* (Martínez-Losada y García-Barros, 2018). Estos encuentros, fue una actividad sugerida por mi director de tesis, una de mis mejores experiencias en el mundo académico, sino la mejor. Tuve la oportunidad de conocer a investigadores como Isabel Pau que tiene multitud de publicaciones y trabajos en los que usa novelas para enseñar ciencia.

Pandora coincide con el criterio de Pau-Custodio et al. (2017) que abogan por la utilización de novelas de ficción realista basadas en una temática socio científica para trabajar las ciencias en los alumnos. Novelas que, aun siendo de ficción, pertenecen a la ciencia ficción dura porque detallan la parte científica (llamada también hard SF) y son coherentes con el mundo real (Soudani, et al. 2015).

## 2.- Problemas de la investigación

La investigación consiste constantemente en identificar y resolver problemas (Bunge, 2002) y por ello vamos a formular los problemas de investigación que queremos trabajar en este estudio.

La cuestión central que queda definida en el título de nuestra investigación: diseñar, aplicar y evaluar la propuesta de enseñanza de la unidad didáctica de electricidad para 3º de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) basada en la novela "El Mundo de Pandora". Para facilitar la resolución de este problema central podemos desdoblarlo en tres:

PP1. Problema principal 1.

¿Cuáles eran los conocimientos y experiencias iniciales que tenían mis alumnos sobre la electricidad y los fenómenos eléctricos?

PP2. Problema principal 2.

¿Cómo desarrollaron las actividades planteadas con nuestra propuesta El Mundo de Pandora? ¿Qué logros se obtuvieron, que dificultades se encontraron en el desarrollo de estas?

PP3. Problema principal 3.

¿Qué efectos produce dicha propuesta en el alumnado en relación con el aprendizaje?

En el siguiente punto analizaremos contribuciones de otros investigadores que nos servirán para realizar, perfilar y detallar nuestra propuesta, y sugerir cómo podemos estructurar las actividades.

Hemos intentado siempre acogernos a nuestra realidad, no solo del grupo en estudio, sino del sistema educativo, en especial, a la hora de la temporalización de las unidades didácticas que será una más dentro de la programación didáctica en la que otras unidades también deberán de disponer de un número de sesiones apropiado para que puedan llevarse a cabo.

### 3.- Antecedentes de la investigación

El tema de esta tesis se centra en la enseñanza de la ciencia a través de la literatura. Dada la concreción del mismo, hemos revisado las publicaciones más recientes en relación con la enseñanza y el aprendizaje de la electricidad, en tres revistas diferentes como son Enseñanza de las Ciencias, Eureka y Ápice También hemos revisado las Actas de Congresos de Enseñanza de las Ciencias y los trabajos presentados en los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

En la Tabla 1.1 describimos qué se ha investigado. Por ello, concretamos los problemas de investigación, los referentes o marcos teóricos del trabajo y el tipo de trabajo. En relación con este último distinguimos:

CA: concepciones y opiniones de alumnos

DP: descripción de propuesta IP: investigación de propuesta

LT: Análisis de libros de texto o materiales

RT: reflexión teórica.

Tabla 1.1. ¿Qué se ha investigado?

<b>Autor, fecha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Problemas de investigación</b>	<b>Marco teórico</b>
De Cajén & Castiñeiras (2009).	DP	Poner en evidencia el perfil argumentativo que manifiesta el profesorado en ejercicio cuando resuelve en pequeño grupo un determinado problema auténtico relacionado con la transformación de energía eléctrica en dos estufas de distinta resistencia óhmica	Problemática energética en Argentina. El discurso explicativo del profesorado
Pereda & López (2009).	IP	Lograr que los alumnos modificaran ciertos rasgos de sus ideas sobre electrostática y acercarlos a ideas que presentaran características más acordes con el conocimiento contenido en el currículo	Programas de estudio 2006 de secundaria en México.
López, Guerra & Pulido (2013)	IP	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explorar las ideas iniciales sobre los conceptos de energía y energía eléctrica de los alumnos para tener en cuenta sus experiencias y contextos cotidianos</li> <li>2. Introducir las características eléctricas de los diferentes materiales (conductores y aislantes)</li> <li>3. Introducir la transferencia y transformación de la energía para el estudio de la producción de energía eléctrica, en las centrales eléctricas, como de su utilización para obtener otros tipos de energía</li> <li>4. Apoyar a los estudiantes para que identifiquen las aplicaciones tecnológicas de la energía eléctrica, destacando cuestiones de relevancia social como: uso racional y eficiente de la energía eléctrica, de los recursos naturales renovables, problemas medio-ambientales, comunicaciones y medidas de seguridad</li> </ol>	Energía es un concepto esencial en la enseñanza de las Ciencias. Suele abordarse en distintos niveles educativos y asignaturas (p. e. Física, Química, Biología)
Méndez (2013)	IP	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudiar la eficacia del aprendizaje cooperativo en el aprendizaje de electromagnetismo.</li> <li>2. Comparar los resultados de aprendizaje de los dos grupos respecto de la teoría, ejercicios y problemas de electromagnetismo.</li> </ol>	Fracaso escolar de España en secundaria (Aramendi et al., 2011). Enseñanza de la física (Eurydice, 2011)

Autor, fecha	Tipo	Problemas de investigación	Marco teórico
Rangel & Castells (2013).	DP	a) Describir la construcción de significados de la física a partir del análisis de la enseñanza del profesor en el aula b) analizar cómo el profesor de física construye su explicación sobre el concepto de flujo eléctrico, c) analizar las funciones que el profesor da a los recursos multimodales usados en sus clases.	Presencia del flujo eléctrico en los textos de física universitaria (Serway, 2005).
Reyes & Martínez (2013)	RT	Caracterizar el conocimiento didáctico del contenido de profesores en su Practicum asociado a la enseñanza del campo eléctrico	Propuesta de Shulman (1986) de conocimiento didáctico del contenido
Qadeer (2014)	LT	Indicadores de comprensión explicativa sobre el tema de la "electricidad" en libros de texto de Canadá y Pakistán de 6.º grado y en las respuestas de alumnos que utilizaban tales libros.	Revisión de libros de texto Contraste entre países Comprensión explicativa
Pocoví & Collivadino (2014)	CA LT	1. ¿Existen diferencias en la simbología involucrada en la definición de flujo en los libros de texto de física y los de cálculo utilizados en las asignaturas universitarias bajo análisis? 2. ¿Logran los alumnos reconocer los símbolos usados en la definición de flujo campo eléctrico? ¿Y el símbolo integral utilizado como el equivalente al símbolo de integral sobre una superficie aprendida en cálculo? ¿Y cada factor o de la integral con la notación usada previamente en matemática? 3. Los símbolos representan relaciones conceptuales. ¿Logran extender las nuevas representaciones (usadas en física) a otras ya conocidas (aprendidas en los cursos de cálculo)? Una vez que nombran cada símbolo, ¿qué representa?, ¿qué trabajo operacional implica para representar la idea de flujo?	Modelo de codificación dual (Sadoski y Paivio, 2004)
Pro & Moreno (2014).	IP	PP1. ¿Cuáles eran los conocimientos y experiencias iniciales que tenían mis alumnos sobre la electricidad y los fenómenos eléctricos? PP2. ¿Cómo desarrollaron las actividades experimentales? ¿Qué logros se obtuvieron, qué dificultades se encontraron en el desarrollo de estas? PP3. ¿Qué efectos produce dicha propuesta en el alumnado en relación con el aprendizaje? ¿Y en relación con otros aspectos (valoración de lo realizado, participación...)?	Debates para clarificar el concepto de energía
Pro & Pérez Manzano (2014)	CA	PP1. ¿Qué posiciones tienen los niños y adolescentes españoles ante unas dicotomías relacionadas con los productos de la ciencia y sus repercusiones sociales? PP2. ¿Dependen los posicionamientos del nivel educativo, el género o el tipo de centro?	Actitudes de los alumnos hacia la ciencia y la tecnología (CyT)
Vesga (2015)	IP	Fomentar en el estudiante las aptitudes para leer y analizar los efectos, causas, implicaciones y motivaciones sobre los avances científicos y tecnológicos actuales, y las actitudes necesarias para convertirse en un actor crítico del escenario tecnocientífico	Consolidación de los estudios de CTS+I

<b>Autor, fecha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Problemas de investigación</b>	<b>Marco teórico</b>
Cantó, Pro & Solbes (2016)	DP	No definidos explícitamente. En estudios de esta naturaleza, hay una cuestión inicial que habría que aclarar: qué enseñanza científica es la deseable y adecuada en EI.	Referente curricular «obligatorio» para los participantes.
García Carmona & Acevedo (2016)	DP	No definidos explícitamente. Abordar en el aula cuestiones de Naturaleza de la Tecnología (NdT) desde un enfoque explícito y reflexivo.	Historia de la tecnología eléctrica: Edison y Tesla
Melo, Mellado & Buitrago (2016).	CA	Aportaciones más significativas sobre el desarrollo del conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de las ciencias y de la física	Conocimiento didáctico del contenido en la formación del profesorado
Blanco & Dávila (2017).	DP	1.- Conocer y analizar las emociones que experimentan los alumnos de 1º de ESO hacia los estándares de aprendizaje de Tecnología. 2.- Determinar si existe una relación entre las emociones del alumnado y el género.	Emociones en el aprendizaje de las ciencias (Bellocchi et al., 2013; Hong, Lin y Lawrenz, 2012; Hugo, Sanmartí y Aduriz, 2013; Marbá y Márquez, 2010; Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas, 2013; Vázquez, 2013).
Blanco, España & Franco (2017)	DP	Analizar tres estrategias didácticas que se han llevado a la práctica con estudiantes de Educación Secundaria y Bachillerato en el seno del tratamiento de problemas y/o situaciones de la vida diaria relacionados con la salud.	Pensamiento crítico de los ciudadanos (Blanco, España, González y Franco, 2015)
Cantó, Pro & Solbes (2017)	IP	¿Qué resultados de aprendizaje alcanzan los futuros maestros de Infantil cuando planifican unidades didácticas de ciencias?	Formación inicial en España (García, 2008; Pro y Rodríguez, 2011; Benarroch, 2012)
Fernández, Pires & Delgado (2017)	LT	Estudiar en qué medida los contenidos científicos están interrelacionados con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente en los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias experimentales	El libro de texto es el recurso más usado (López y Guerra, 2013; Mansour, 2007; Santos, 2004)
Pau-Custodio, Márquez & Marbà (2017)	IP	1) Analizar los conocimientos que los participantes utilizan al debatir sobre situaciones de una novela: - El trasplante y la función del corazón - La elección del receptor y la compatibilidad en los trasplantes de órganos - Los procesos postoperatorios y de rechazo después de un trasplante de órganos 2) Analizar la opinión de los participantes acerca de la actividad	Programa Horizon 2020 ( <a href="http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/">http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/</a> ). La E/A de las ciencias como práctica científica (Osborne, 2014).

Autor, fecha	Tipo	Problemas de investigación	Marco teórico
Strieder, Torija & Quilez (2017)	LT	Identificar qué parámetros y dimensiones son consideradas más relevantes en las investigaciones que abordan las relaciones ciencia, tecnología y sociedad.	Historia de la CTS, y cómo aparece en los currículos de Brasil y España
Barniol, Campos & Zavala (2018).	LT	Objetivos generales: 1) presentar el CSEM en su versión en español y analizar la confiabilidad y poder discriminatorio, 2) analizar las dificultades más frecuentes de los estudiantes en los conceptos evaluados en el test y 3) establecer recomendaciones para la investigación e instrucción de estos conceptos.	Versión en español de la Conceptual Survey of Electricity and Magnetism (CSEM)
Briones (2018).	LT	Aspectos relevantes relacionados con la didáctica de las ciencias experimentales en Educación Infantil.	Coordinado por Rosario Mérida
Pau-Custodio, Márquez, & Marbà (2018)	DP	Justificar por qué este tipo de retórica y narrativas de ficción, puede actuar como contexto socio-científico	Situaciones sociales, políticas, económicas o éticas (Sadler & Zeidler, 2009)
Vera, Villanueva & Ortiz (2018)	DP	Construcción, uso y funcionamiento de un detector de polaridad electrostática, diseñado para motivar una clase introductoria acerca de la existencia de cargas eléctricas y sus interacciones	Uso de TICs y metodologías en cursos de laboratorio de física básica.
Bravo, Bouciguez & Braunmüller (2019)	DP	Ayudar a las y los alumnos a superar los obstáculos mencionados para lograr que: ● Reconozcan las variables involucradas y las condiciones para que el fenómeno de inducción electromagnética se produzca y para que, a partir de él, se induzca una fem en un circuito eléctrico; ● Relacionen dichas variables a partir de la Ley de Faraday y la apliquen para resolver problemas significativos tecnológicamente.	Fases de la secuencia de enseñanza: iniciación, desarrollo, aplicación y síntesis - conclusión (Bravo 2008).
Ibáñez, del Carmen & Jiménez (2019)	LT	- Comprobar si las descripciones de ciencia y de metodología científica que aparecen en ellos son acordes con la visión actual de la NdC. - Averiguar si se diferencia ciencia de pseudociencia. - Corroborar la presencia de modelos científicos. - Estudiar si está presente la evolución de la ciencia y si aparece la contribución de la mujer.	Inclusión en los currículos de NdC (Lederman, 2007; McComas, Clough y Almazroa, 1998)
Llinares, García, Solís & Peña (2019)	LT	Contribuir, mediante un trabajo colaborativo, a la introducción de los principios y valores de la sostenibilidad en los proyectos y la práctica docente de las asignaturas	Educación para la sostenibilidad. (Gil Pérez et al., 2003; Novo, Murga y Bautista, 2010; Bautista y Murga, 2013; Cutanda y Murga, 2014; Novo y Murga, 2015)
Martínez (2020).	LT	Análisis para pensar críticamente muchos de los desafíos actuales de la educación científica.	Uso de la historia en la enseñanza.

Autor, fecha	Tipo	Problemas de investigación	Marco teórico
Valverde, Pro & González (2020).	IP	Describir qué competencias digitales ponen de manifiesto unos estudiantes de ESO al utilizar y valorar la información de un texto, semejante a los que pueden encontrar en Internet, en el que subyacen unos contenidos científicos de química.	Uso de Internet en España es primera fuente de consulta sobre temas científicos (FECYT 2015)
Valverde, Pro & González (2020).	IP	P 1: ¿Qué competencias manifiestan unos estudiantes de ESO cuando buscan y seleccionan información en internet sobre un tema científica? Pretendemos describir y valorar los procesos de búsqueda de información y los criterios que emplean cuando les planteamos unas cuestiones sobre la lluvia ácida. P 2: ¿Qué competencias manifiestan dichos estudiantes cuando utilizan la información sobre un tema científico a la que acceden y seleccionan? Una vez elegidas las páginas web, pretendemos estudiar cómo usan la información y cómo la valoran.	Las TIC en edades tempranas, son parte de su ocio, de sus relaciones personales, y son el medio más usado para informarse y comunicarse (Area, Borrás y San Nicolás, 2015).
Rodríguez, Pro & Pro (2020)	IP	El objetivo central de esta investigación ha sido el diseño de una propuesta de enseñanza para el Estudio de la Electricidad en EI	Actividades y desarrollo socio-cognitivo (Hadzigeorgiou 2002, Eshach y Fried 2005, Cobe 2015) y el cultural-cognitivo (Fragkiadaki y Ravanis 2014, Fleer 2015).
Calo, García & Sesto (2021).	IP	Describir la implementación de una propuesta donde niños de educación infantil construyen conceptos y generalizaciones a través de la experiencia empírica y el diálogo con otros al implicarse en actividades de indagación con circuitos eléctricos.	Enseñanza de las ciencias en educación infantil (French, 2004)
Dávila, Cañada & Martín (2021).	IP	Analizar la relación entre las emociones de los alumnos de ESO hacia el aprendizaje de Física y Química, y la percepción de su capacidad para aprender contenidos de Física y Química, en concreto hacia los contenidos relacionados con la electricidad, la energía y la materia.	Emociones negativas y competencia para resolver tareas (Borrachero, Dávila y Costillo, 2016).
García, Obando, García & Ruiz (2021).	IP	Establecer posibles vínculos entre el ABP y el cambio de los modelos explicativos sobre el concepto de electricidad en estudiantes de grado décimo de una institución educativa pública de la ciudad de Pereira.	En Física las disertaciones basadas en fórmulas y teorías complejas olvidan fenómenos de la vida cotidiana. (Orozco, 2018)
Maturano, Mazzitelli, & Guirado (2021).	LT	Identificar las representaciones sociales del libro de texto universitario de ciencias y diseñar e implementar una propuesta para optimizar su utilización en la formación académica y en la futura práctica profesional de estudiantes de profesorado de Física, Química y Tecnología	Teoría de las representaciones sociales (Moscovici, 1961),

<b>Autor, fecha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Problemas de investigación</b>	<b>Marco teórico</b>
Serón, Casals & de Echave (2021)	DP	Analizar el impacto que tiene dicho enfoque STEAM desde distintas perspectivas sobre la mejora en la comprensión de conceptos complejos, en concreto los fenómenos eléctricos.	Enfoque STEAM (Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012)
Cyrulies (2022).	DP	Utilizar un motor para construir dispositivos sencillos que pueden ser de gran utilidad para la enseñanza de la electricidad y el magnetismo.	Uso de dispositivos tecnológicos como recursos (Cyrulies 2021).

A la vista de los resultados obtenidos, podemos decir que:

- hay aportaciones muy interesantes realizadas en nuestro contexto que nos permite trabajar las ideas previas, el diseño de propuestas o actividades, el análisis de libros de texto, etc.
- se estudian los conocimientos o los aprendizajes de la temática, pero también empiezan a aparecer aportaciones sobre actitudes o emociones que también forman parte del conocimiento objeto de enseñanza.
- se utilizan marcos teóricos interesantes y actualizados que, por un lado, reflejan los logros y avances producidos en la DCE y que, por otro, no encuentran aportaciones sobre el uso de la literatura en la enseñanza de las ciencias.

En la Tabla 1.2 a la que hemos nombrado "¿Cómo se ha investigado?", entramos en la explicitación del marco empírico de cada trabajo de la tabla anterior. Hemos distinguido el diseño de la investigación que han usado los autores, los participantes o los informantes, los instrumentos de recogida de información utilizada, y, por último, si el artículo incluye una propuesta de investigación o no la lleva.

Tabla 1.2. ¿Cómo se ha investigado?

<b>Autor, fecha</b>	<b>Diseño de la investigación</b>	<b>Participantes</b>	<b>Instrumentos de recogida de información</b>	<b>Pro</b>
De Cajén & Castiñeiras (2009).	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	Una muestra circunstancial de profesorado de Física en ejercicio en Secundaria (12 a 17 años), de la Provincia de Buenos Aires (Argentina)	Grabaciones de audio. Patrón Argumentativo de Toulmin (TAP) que constituye el referencial, mediante el que se ha estructurado el conocimiento deseable, desde el punto de vista académico, para resolver el problema planteado	No
Pereda & López (2009).	Pretest-Postest	34 alumnos de segundo grado de secundaria	Cuestionario de 8 ítems para inicio y final de la experiencia	Sí
López, Guerra & Pulido (2013)	Análisis documental	Estudiantes mexicanos de 6º de primaria (10-11 años)	Análisis de las 15 actividades de la unidad didáctica que se propone sobre la energía	No

<b>Autor, fecha</b>	<b>Diseño de la investigación</b>	<b>Participantes</b>	<b>Instrumentos de recogida de información</b>	<b>Pro</b>
Méndez (2013).	Pretest-Posttest con grupo de control	Dos grupos homogéneos de alumnos de 14 años que cursan 3º ESO	Test de aptitudes mentales BTDA-2 (inteligencia general, el razonamiento abstracto, aptitud verbal, aptitud numérica e inteligencia espacial). Test de conocimientos con 13 cuestiones. Dos son de teoría, cuatro ejercicios y siete problemas.	Sí
Rangel & Castells (2013).	Exploratorio diagnóstico se ven ideas previas del alumno	Tres profesores de Física: Laura, Montse, y Pere (Universidad de Carabobo)	Observación directa, no participativa, y usando como soporte la grabación en video de las clases y notas de campo del investigador	No
Reyes & Martínez (2013)	Análisis documental	Hipótesis de progresión propuestas	Reflexiones de los autores sobre sobre cada una de las hipótesis de reflexión.	No
Qadeer (2014)	Análisis documental	6º grado	Dibujos de los estudiantes Prueba de opción múltiple	No
Pocoví & Collivadino (2014)	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	Estudiantes de ingeniería de universidad argentina	Preguntas planteadas a los alumnos	No
Pro & Rodríguez (2014).	Pretest-Posttest	1 aula 6º EP	Preguntas del cuaderno de trabajo de los estudiantes	Sí
Pro & Pérez Manzano (2014)	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	6.568 estudiantes de primaria y secundaria	Cuestionario PANA (Proyecto de Actitudes hacia las ciencias en Niños y Adolescentes) (Pérez y Pro, 2005)	No
Vesga (2015)	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	Estudiantes del pregrado en bibliotecología, de Universidad de Antioquía	Trabajos en los talleres y trabajo final.	Sí
Cantó, Pro & Solbes (2016)	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del futuro profesorado	Futuros maestros sobre la enseñanza de las ciencias en aulas de 2º EI	Cuestionario elaborado para conocer mejor la realidad educativa que estamos estudiando	Sí
García Carmona & Acevedo (2016)	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	Estudiantes de profesorado de educación secundaria en naturaleza de la tecnología y su didáctica	Cuestiones sobre aspectos de naturaleza y la historia de la tecnología	No

<b>Autor, fecha</b>	<b>Diseño de la investigación</b>	<b>Participantes</b>	<b>Instrumentos de recogida de información</b>	<b>Pro</b>
Melo, Mellado & Buitrago (2016).	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del profesor	Un profesor de física colombiano de bachillerato con formación inicial en didáctica de la física	i) Reuniones formativas ii) Análisis con el profesor de la observación de las clases, la planificación de las clases y la entrevista iii) La preparación de la nueva unidad didáctica sobre la enseñanza de la electrostática.	No
Blanco & Dávila (2017)	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	162 alumnos de 1º ESO de dos centros de Mérida (Badajoz) en el curso 2015-2016.	Cuestionario sobre aspectos del currículo de la asignatura. Influencia del género en las emociones experimentadas en algunos estándares de aprendizaje	Sí
Blanco, España & Franco. (2017)	Análisis documental	Estudiantes de Educación Secundaria y Bachillerato	Análisis de los alumnos de un anuncio publicitario que tenga parte relacionada con la ciencia	No
Cantó, Pro & Solbes (2017)	Pretest-Postest y Postest separado	76 alumnos de 4º curso del Grado de Maestro de Educación Infantil de la Universidad de Valencia	Instrumento construido para esta investigación. Contempla desglosados los resultados de aprendizaje para valorar su consecución. Se utilizaron escalas Lickert	Sí
Fernandes, Pires, & Delgado (2017)	Análisis documental		Tabla para medir dos dimensiones: A Discurso e información proporcionada B. Actividades de Enseñanza/Aprendizaje propuestas)	No
Pau-Custodio, Márquez & Marbà (2017)	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	Grupo de 10 estudiantes de 3º de la ESO.	La sesión fue grabada y posteriormente analizada según los objetivos de la investigación	No
Strieder, Bravo & Gil (2017)	Análisis documental	57 trabajos de brasileños y españoles	Los tres parámetros definidos por Strieder (2012)	No
Barniol, Campos & Zavala (2018).	Análisis documental	310 estudiantes del curso de Electricidad y Magnetismo de una universidad mexicana	The Conceptual Survey of Electricity and Magnetism (CSEM) en su versión en español	No
Briones (2018).	Análisis documental	Educación infantil	Resumen del libro en estudio.	No

<b>Autor, fecha</b>	<b>Diseño de la investigación</b>	<b>Participantes</b>	<b>Instrumentos de recogida de información</b>	<b>Pro</b>
Pau-Custodio, Márquez & Marbà (2018)	Análisis documental	Contextos socio-científicos en la ficción	Reflexión sobre el uso de novelas de ficción en la enseñanza.	No
Vera, Villanueva & Ortiz (2018)	Análisis documental	Docentes que quieran medir cargas	Evalúa el medidor de cargas llevándolo a la práctica.	No
Bravo, Bouciguez & Braunmülle (2019)	Pretest-Postest	Estudiantes de Educación Secundaria (17 - 18 años)	Instancia inicial Instancia final	Sí
Ibáñez, del Carmen & Jiménez (2019)	Análisis documental	Libros de ciencia de la ESO.	Cuestionario para cada libro de texto analizado que está en el anexo II. Protocolo de análisis	No
Llinares, García, Solís & Peña. (2019)	Análisis documental		Guías docentes de la especialidad de Física y Química y Biología-Geología del Máster en Profesorado de Educación Secundaria	No
Martínez (2020).	Análisis documental	Ciencias desde la historia	Reflexión de Martínez sobre el libro en estudio	No
Rodríguez Pro & Pro (2020)	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	32 alumnos (5 años) de dos clases de Segundo Ciclo de Educación Infantil	Intervenciones y debates en las asambleas; producciones de los alumnos/as en los trabajos individuales; tareas realizadas en casa con sus familiares; y respuestas en la sesión de evaluación.	Sí
Valverde, Pro & González (2020).	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	86 estudiantes de 4º de ESO, entre 14 y 16 años, que cursaban Física y Química	Cuestionario de 9 ítems. Cada una exploraba el grado de adquisición de unas subcompetencias digitales de tipo informativo.	Sí
Valverde, Pro & González (2020).	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	77 estudiantes de 3.º de ESO de tres IES públicos de Murcia	Cuestionario tres partes – Parte I: Proceso de navegación, búsqueda y selección. – Parte II: Uso de la información seleccionada para resolver cuestiones. – Parte III: Valoración de la información elegida.	Sí

<b>Autor, fecha</b>	<b>Diseño de la investigación</b>	<b>Participantes</b>	<b>Instrumentos de recogida de información</b>	<b>Pro</b>
Calo, García, Gayoso & Sesto (2021).	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	Alumnos (4 a 5 años) de una clase de EI	Diario de aula. Grabaciones de audio y vídeo.	Sí
Dávila, Cañada & Martín (2021).	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	431 alumnos de ESO de distintos centros de Badajoz	Cuestionario de elaboración propia para determinar las emociones de los alumnos de Educación Secundaria hacia el aprendizaje de Física y Química	No
García, Obando, García & Ruiz (2021).	Pretest-Postest	28 estudiantes de grado 10º de una institución educativa pública de Pereira, Colombia	Se diseñó un ejercicio ABP de manera que se definiera un problema del contexto que requería solución: la falta de iluminación de los escenarios deportivos de su comunidad.	Sí
Maturano, Mazzitelli & Guirado (2021).	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	Estudiantes para docente en Física, Química y Tecnología de la Universidad de San Juan	Cuestionario en el que se incluyeron una técnica de evocación y jerarquización y preguntas de respuesta abierta	No
Serón, Casals & Echave (2021).	Exploratorio diagnóstico de ideas previas del alumno	Futuros maestros. Una sesión con 57 niños de primaria.	El objeto didáctico que crearon los futuros maestros fue el electro-grabado, objeto artístico-científico.	No
Cyrulies (2022).	Análisis documental	Alumnado de UNGS	Osciloscopio y polímetro para comprobar el funcionamiento del motor	No

A la vista de los resultados obtenidos, podemos decir que:

- abundan los estudios diagnósticos que tratan de explorar las ideas, creencias o concepciones iniciales de los estudiantes o del profesorado en formación inicial. También hay trabajos de análisis documental en los que se pretende el diseño de propuestas o actividades que pueden llevarse al aula.

- no suelen ser estudios con un número grande de participantes; no obstante, en alguno de ellos, de carácter más demoscópico, se llega a grupos más amplios. También hay estudios de caso.

- participan estudiantes de todos los niveles educativos; especialmente de la ESO y futuros maestros.

- la mayoría de los instrumentos de recogida de información son cuestionarios. No obstante, también se utilizan entrevistas, grabaciones y test validados.

En la Tabla 1.3 se recogen las características más relevantes de las propuestas encontradas.

Tabla 1.3. Características de las propuestas ensayadas

<b>Autor/ fecha</b>	<b>Características de la propuesta</b>
Pereda & López (2009).	Se destinaron 7 sesiones de 50 minutos cada una. En la fase de inicio se buscó identificar las ideas previas de los estudiantes sobre electrostática. En la fase de desarrollo, los alumnos realizan una serie de actividades, principalmente experimentales que permitan la transformación de sus ideas iniciales. En la fase de cierre se evaluó el aprendizaje de los alumnos
Méndez (2013).	En el caso de la metodología tradicional el profesor explicaba y se ayudaba del libro de texto y de la pizarra, resolvía las dudas planteadas por los estudiantes, pero éstos no participaban nada más en clase. En el caso del aprendizaje cooperativo, el profesor hizo grupos de 3 ó 4 alumnos y fueron los mismos durante toda la experiencia. Explicaba 10-15 minutos, repartía el material a los estudiantes que lo trabajaban en grupo e iba resolviendo las dudas que existieran, al final explicaba los resultados y dudas en los últimos 10-15 minutos
Pro & Rodríguez (2014).	18 sesiones con 17 actividades en los que se enfocan los contenidos de una manera más práctica y cercana. En ella se usan vídeos de creación propia, powerpoints...
Vesga (2015)	Cada tema se programó para ser estudiado durante una semana, proyectando una película durante una sesión y realizando una discusión en forma de plenaria en la segunda sesión. Cada sesión consistía de dos horas, 4 horas semanales, 64 horas en total. Tanto para los talleres como para el trabajo final se enfatizó a los estudiantes la necesidad de plasmar en esas actividades los cuestionamientos y temas discutidos durante las clases.
Blanco & Dávila (2017)	El cuestionario utilizado en este trabajo consta de tres partes (Anexo 1). En la primera parte se recogen los datos, personales y académicos. En la segunda y tercera parte del cuestionario se pregunta a los alumnos por las emociones que experimentan para cada estándar de aprendizaje de la asignatura Tecnología. Las emociones se clasifican en positivas y negativas, teniendo en cuenta las categorizaciones de diversos autores (Borrachero et al., 2014; Brígido et al., 2013; Damasio, 2010).
Cantó, Pro & Solbes (2017)	Tres investigadores independientes, haciendo uso de un instrumento o rúbrica, han analizado 19 unidades didácticas. Estas están elaboradas por 76 alumnos del 4º curso durante dos cursos académicos consecutivos, cuando cursan la materia propia de Didáctica de las Ciencias. Cursos académicos 2012-2013 y 2013-2014
Bravo, Bouciguez & Braunmüller (2019)	10 actividades que abordan cuali y cuantitativamente, la ley de Faraday. Se realiza una instancia inicial ante la pregunta de si es posible encender una lámpara sin usar una pila, batería o la red domiciliaria. En la instancia final la mayoría de los alumnos y las alumnas reconocieron la posibilidad de generar una corriente eléctrica en un circuito cerrado, a partir del fenómeno de inducción electromagnética.
Rodríguez, Pro & Pro (2020)	La secuencia de enseñanza está organizada por sesiones. En casi todas, se parte de una Asamblea, una sesión del gran grupo. Después, la maestra, previa contextualización, modelización e interacción reflexiva con los estudiantes, plantea un reto a realizar individual o colectivamente. Las actividades para dar respuesta al reto planteado, pueden realizarse en clase, sólo o con otros compañeros, y en casa con sus padres.

Autor/ fecha	Características de la propuesta
Valverde, Pro & González (2020).	Individualmente cada estudiante accedió y leyó un texto (con el formato de Internet) y debió responder un cuestionario. El tiempo para ello fue el de una hora lectiva de clase (55 minutos). Se utilizó un texto elaborado por los autores, titulado «Reacciones químicas de combustión». Se introdujeron tres errores: gráfico, textual y numérico. El cuestionario constaba de 9 cuestiones. Cada una pretendía explorar el grado de adquisición de unas subcompetencias digitales de tipo informativo.
Valverde, Pro & González (2020).	En 55 min. Se pasó un cuestionario individual. Tuvieron que buscar en Internet, podían elegir libremente dos sitios web como máximo para resolver las cuestiones.
Dávila, Cañada & Martín (2021).	Se pasó a los alumnos un cuestionario de elaboración propia para determinar las emociones que experimentaban los alumnos de Educación Secundaria hacia el aprendizaje de Física y Química, se lleva a cabo una clasificación de las emociones en positivas y negativas, a partir de las categorizaciones realizadas por Casacuberta (2000) y Dávila (2017) Con el fin de comprobar la existencia de una relación significativa entre las emociones experimentadas por los alumnos y la percepción de su capacidad para aprender contenidos de Física y Química (materia, energía y electricidad) se ha realizado la prueba de correlación de Pearson.
Calo, García & Sesto (2021).	1º sesión. Una estrategia tipo Predicción-Observación-Explicación iniciada con la pregunta ¿Qué crees que es la electricidad? 2º sesión. Presentar los componentes de un circuito eléctrico simple (pila, cables, interruptor, lámpara). Los niños manipulan para que se enmienda. 3º sesión. En la tercera sesión, una vez que se construyó un circuito simple, se les preguntó qué ocurriría si se interrumpe el circuito y se coloca un determinado objeto.
García, Obando, García & Ruiz (2021).	Se diseñó un ejercicio ABP de manera que se definiera un problema del contexto que requería solución. Se eligió la falta de iluminación de los escenarios deportivos de su comunidad. Posteriormente se propusieron preguntas orientadoras para que cada participante elaborará textos, con los que se pretendió identificar su modelo explicativo sobre electricidad, así como el cambio en los mismos a lo largo de la aplicación de la estrategia ABP

A la vista de los resultados, podemos decir que:

- las propuestas están orientadas a la adquisición de competencias, pero persiste la importancia del aprendizaje de conocimientos; en los trabajos con futuros maestros no se incide en los conocimientos didácticos ni en la experiencia profesional.
- se aportan diferentes secuencias de enseñanza en las que se recogen etapas o fases con diferentes finalidades didácticas; hay menos propuestas de las esperadas que contemplen tópicos más relevantes de la Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- utilizan recursos muy variados: experiencias, información de internet, trabajo cooperativo, pero la descripción no nos permite apreciar el papel de la indagación, la modelización, la argumentación...

La Tabla 1.4 es, seguramente, una de las más importantes de la bibliografía, ya que recoge una síntesis de los resultados obtenidos y las conclusiones que los autores realizan del trabajo realizado. No obstante, hay que señalar que hemos tenido que sintetizar mucho los primeros ya que la mayor parte de los trabajos son empíricos.

Tabla 1.4. ¿A qué resultados y conclusiones hemos llegado?

<b>Autor, fecha</b>	<b>Resultados relevantes</b>	<b>Conclusiones (según el autor)</b>
De Cajén & Castiñeiras (2009).	Se han comparado los TAP del profesorado con el TAP referencial, resultando que el profesorado no aplica las leyes de electricidad al argumentar sobre la situación real.	El profesorado, cuando argumenta para resolver el problema -centrado en la transformación de energía eléctrica en la resistencia óhmica de las estufas eléctricas- no logra elaborar la conclusión deseable.
Pereda & López (2009).	Se observa que antes de aplicar la estrategia, los alumnos se inclinan por la opción 'a' y la 'c'. Es decir, consideran que la materia no posee cargas eléctricas, sino que aparecen al frotar el globo.	No se llegó precisamente a una transformación total de las ideas o en la totalidad de alumnos, pero se logró un cambio en la mayoría de los Alumnos; no todos llegaron a transformar completamente sus ideas en las esperadas.
López, Guerra & Pulido (2013)	La unidad didáctica tiene solo 4 objetivos claros, entre ellos; uso racional y eficiente de la energía	La unidad didáctica es sumamente interesante después de las mejoras que la hacen más viable en el aula.
Méndez (2013).	Existen cuestiones en las que la ganancia ha sido alta y otras más baja; incluso en una el grupo cooperativo tuvo una ganancia negativa y en dos en el grupo tradicional. Al comparar, los resultados del grupo cooperativo son mejores en 11 preguntas y en 2 son peores.	La eficacia del aprendizaje cooperativo queda demostrada, la ganancia total en las unidades didácticas de electromagnetismo es de 0,40 y es comparable a la de la bibliografía ya que la experiencia fue de ocho semanas de clase, menor que los casos anteriores.
Rangel & Castells (2013).	Esta secuencia muestra que a pesar de que todos cumplen con los objetivos del plan de estudios, cada profesor caracteriza un estilo de enseñanza diferente en la que el profesor organiza y selecciona: contenido, tiempo empleado y recursos; y su combinación.	El análisis del discurso, nos permite conocer el Ritmo de cada profesor para construir significados y mantener la adhesión de los estudiantes. Esta dinámica fortalece la comunión para facilitar así el aprendizaje.
Reyes & Martínez (2013)	Se organizan los fundamentos investigativos que permiten estructurar una hipótesis de progresión sobre los contenidos de enseñanza.	La generación de una hipótesis de progresión, sobre el conocimiento de del campo eléctrico y su utilización, se insertan en la investigación sobre el conocimiento didáctico del contenido del profesor de física.
Qadeer (2014)	Los datos indican que los libros de texto de electricidad de 6º grado han perdido la oportunidad de ser más explicativos, de mostrar más el razonamiento que hay detrás de las observaciones diarias, especialmente en el flujo de electrones.	Los contenidos de los libros de texto actuales hacen poco o ningún énfasis en la comprensión explicativa de la electricidad.

<b>Autor, fecha</b>	<b>Resultados relevantes</b>	<b>Conclusiones (según el autor)</b>
Pocoví & Collivadino (2014)	Los resultados muestran que existe bastante uniformidad en el uso de símbolos en cálculo y en física, pero existen discrepancias entre las dos áreas.	En un primer contacto con la simbología utilizada en clases de física para definir flujo del campo eléctrico, muchos alumnos no logran reconocer los símbolos de los textos de física
Pro & Rodríguez (2014).	Las respuestas del alumnado en sus cuadernos fueron mejores de lo esperado, pero "ignoraron" el texto. Así, cuando se les pidió seis aparatos que consumen energía (inferencia lejana), se recogieron 102 contestaciones –seis por alumno– y todas correctas.	Cuando buscan información en internet o en las etiquetas, han tenido problemas de comprensión importantes; es posible que no hayamos usado páginas adecuadas a las características del alumnado o que no están acostumbrados a hacerlo.
Pro & Pérez Manzano (2014)	Existe un porcentaje importante que tiene posiciones poco definidas, sobre todo si comparamos los porcentajes obtenidos en las cinco dicotomías con los de «Valoración global». Se podría interpretar que hay predisposición positiva, pero ante una visión negativa, el estudiante duda... y honestamente lo dice.	En relación con el PP2, hemos podido observar que las posiciones son más positivas en educación primaria que en la ESO. Aunque este resultado está en la línea de otros estudios, no deja de ser preocupante.
Vesga (2015)	En los talleres intermedios se recibieron varios textos que podrían considerarse cuentos de ciencia ficción de alto calibre, dignos de cualquier revista del género. De hecho, uno de los cuentos presentados en clase ganó segundo puesto en un concurso organizado ese mismo año por la EIB	Teniendo en cuenta los obstáculos ocurridos durante el curso, lo consideramos una propuesta valiosa y digna de ser continuada y mejorada. Anima a los estudiantes a explorar la escritura narrativa. El curso crea en los estudiantes una actitud crítica y una disposición reflexiva frente a los temas, más que conocimientos teóricos de otros autores.
Cantó, Pro & Solbes (2016)	Los resultados ponen de manifiesto el escaso tratamiento de algunos contenidos y la ausencia de actividades claves para aprender ciencias en estas edades.	Se realizan actividades deseables (trabajo en grupos, uso de las TIC...), pero persisten otras más tradicionales (libro de texto, fichas...). El trabajo por rincones tiene gran presencia y el de proyectos no tanto. Se echan en falta actividades del aprendizaje científico: experiencias, experimentos, juegos, rincones específicos...
García & Acevedo, (2016)	El resultado es una propuesta de una actividad en la que se trabaje la naturaleza de la tecnología	Si la actividad les resulta satisfactoria, habrá más posibilidades de que los futuros profesores la implementen
Melo, Mellado & Buitrago (2016)	El 28%, con tendencia constructivista, se centra en la presentación de la utilidad de la física y su relación con el mundo cotidiano del estudiante. Después de la intervención, hay un incremento de tendencia tradicional y constructivista y un descenso en la tendencia intermedia.	Los cambios en la práctica de aula son tan resistentes como los cambios en las concepciones del profesorado. Los dilemas a los que se enfrenta el profesor frente a lo que piensa, planifica y ejecuta en el aula son los principales obstáculos para el desarrollo del CDC.

<b>Autor, fecha</b>	<b>Resultados relevantes</b>	<b>Conclusiones (según el autor)</b>
Blanco & Dávila (2017).	Los chicos experimentaron mucha más alegría y diversión (relevante) y las chicas mucho más entusiasmo y preocupación (relevante) a la hora de encontrar soluciones a los problemas tecnológicos.	Un elevado porcentaje de alumnas experimentan con mayor frecuencia emociones positivas (entusiasmo y confianza). Los alumnos experimentan más emociones negativas (preocupación, nerviosismo y aburrimiento).
Blanco, España & Franco (2017)	Análisis de la publicidad o la información en Internet se pueden usar para el pensamiento crítico.	El esquema de referencia y los ejemplos expuestos sirven para trabajar el pensamiento crítico
Cantó, Pro & Solbes (2017)	Las materias cursadas durante el Grado de Maestro/a en Infantil no favorece que los estudiantes citen correctamente (lo que se puede constatar en la realización de los Trabajos Fin de Grado) y tampoco que utilicen las ilustraciones no sólo como elemento estético.	Los RA más propios de "Didáctica de las ciencias naturales de la educación infantil" se encuentran en proceso: "fomentar en los materiales educativos el interés y la curiosidad por el conocimiento, así como estimular el pensamiento científico"
Pau-Custodio, Márquez & Marbà (2017)	Era necesario hacer actividades para provocar esta reflexión en torno a las ciencias ("yo creo que a nosotras sí que nos ha servido porque hemos venido aquí y hemos estado hablando, pero normalmente lees un libro, lo lees y ya está"). Por otro lado, el hecho que la actividad propuesta fuera grupal y oral les pareció bien.	Las potencialidades de la propuesta recaen en la elección de la novela y su problematización de manera oral y en pequeños grupos, que permite la expresión de las propias ideas y la interacción entre los participantes.
Fernandes, Pires & Delgado (2017)	La primera lectura hecha a los libros permitió comprobar que la perspectiva CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) está presente en todos los libros de texto de 5º y de 6º curso de Educación Básica en Portugal y también en todos los libros equivalentes en España	El enfoque CTSA se refleja en los libros de texto de ciencias de los dos países, más en los portugueses, pero con escasa claridad y evidencia, encontrando más referencias a la perspectiva CTSA en el Discurso que en la Actividades propuestas.
Strieder, Bravo & Gil (2017)	En cuanto a cómo se aborda en cada país, encontramos que en Brasil hay una mayor preocupación por el desarrollo tecnológico, mientras que en España sólo aparece en tres de los 16 trabajos analizados.	Existe una preocupación en articular los distintos parámetros de la tríada CTS, ya que 45 combinan al menos dos de ellos, y de estos, 22 combinan los tres.
Barniol, Campos & Zavala (2018).	Se observa que los estudiantes tienen dificultades para encontrar la magnitud de una fuerza eléctrica aplicando la ley de Coulomb.	El test en su versión en español, que presentamos en el proyecto Physport (physport.org), puede ser utilizado como recurso por investigadores o por profesores de física universitaria de países hispanohablantes.
Briones (2018)	En el libro se expone cómo trabajar el método científico en EI	Este libro es una herramienta útil para enseñar ciencia en E. Infantil

<b>Autor, fecha</b>	<b>Resultados relevantes</b>	<b>Conclusiones (según el autor)</b>
Pau-Custodio, Márquez & Marbà (2018)	Se justifica el uso de la ciencia ficción para cuestionarse el mundo real, estudio de la ciencia en el contexto, una comprensión de la naturaleza de la ciencia y una apreciación de los aspectos éticos.	La reflexión teórica presentada contribuye a conceptualizar el uso de novelas como contexto socio-científico evitando su uso por el profesorado como falsos contextos, es decir, solamente como pretextos (Sadler & Zeidler, 2009).
Vera, Villanueva & Ortiz (2018)	El resultado más relevante es la actividad para impresionar a alumnos haciendo levitar objetos.	Realizar un detector de campo eléctrico muy sencillo para poder estudiar la polarización.
Bravo, Bouciguez & Braunmüller (2019)	En la instancia inicial, el alumnado no reconoce el fenómeno de IE. Pero en la instancia final la mayoría reconocieron la posibilidad de generar una corriente eléctrica a partir del fenómeno de inducción electromagnética.	La secuencia ha contribuido a lograr una mejor comprensión de las ideas claves asociadas a la IE, a la vez que implicó a los estudiantes en el uso de distintos recursos tecnológicos y con ello el desarrollo de habilidades inherentes a dicha utilización.
Ibáñez, del Carmen & Jiménez (2019)	Del total de libros analizados, en el 35 % de ellos no existe un bloque de introducción a la ciencia. Posiblemente algunas editoriales han decidido no repetir contenidos, optando por ponerlos en FQ.	Cabría esperar que se ofreciera una imagen adecuada sobre la NdC. Sin embargo, la visión es manifiestamente mejorable. Así, varios libros, principalmente los de BG, excluyen el tema de introducción a la ciencia, y cuando aparece, presenta deficiencias en los documentos investigados.
Llinares, García, Solís & Peña (2019)	En la especialidad de Física y Química se han encontrado referencias más o menos explícitas a todos los ODS, excepto al 17.	Estos resultados refuerzan la hipótesis inicial acerca de que la inclusión de la sostenibilidad en el Máster en Profesorado de Educación Secundaria de la Universitat de València es, en general, escasa.
Martínez (2020).	Importancia unir la historia y la didáctica de las ciencias	Este libro es un buen recurso para trabajar P.C. en ciencias.
Rodríguez, Pro & Pro (2020)	Entre el 80% y el 90%, son capaces de: identificar una central para producir corriente eléctrica; unas torres eléctricas y unos cables para «transportarla»; unas estaciones para su distribución y un contador en la entrada del colegio, a partir de una representación de un mapa.	Los niños tienen un potencial bastante desaprovechado actualmente en algunas aulas, en las que la sobreprotección o los miedos parece que se antepone a cualquier planteamiento que pueda generar alguna inseguridad.
Valverde, Pro & González (2020).	La identificación de ideas en el texto digital (cuestiones 1 y 2) ha obtenido resultados positivos ya que los participantes parecen habituados a localizar información literal en diferentes recursos (como apuntes, libros de texto...).	Los estudiantes pueden ser sujetos vulnerables a la transmisión de información basura, publicitaria, bulos o de cuestionable calidad que abunda en la red.

<b>Autor, fecha</b>	<b>Resultados relevantes</b>	<b>Conclusiones (según el autor)</b>
Valverde, Pro & González (2020).	<p>Todos pudieron seleccionar al menos un sitio web con información sobre la temática para dar respuesta a las cuestiones planteadas en la Parte II. Google es el buscador más usado por los participantes.</p> <p>Aquellos que utilizaron Bing y Puffin Free también eran predeterminados, y solo un participante recurrió a un buscador alternativo de forma intencionada (DuckDuckGo).</p>	<p>Los participantes muestran un nivel básico de desarrollo de la subcompetencia digital de búsqueda, navegación y filtrado de información. Todos han resuelto la búsqueda encontrando sitios web que les permitieran dar respuesta a las cuestiones planteadas y han sido capaces de valorar la fiabilidad de las páginas web, pero han utilizado para ello estrategias de nivel básico y superficial en muchos aspectos.</p>
Calo, García & Sesto (2021).	<p>En la primera actividad se observó que los niños expresaban algunas ideas sobre el significado que le daban a la electricidad (un ente para dar luz).</p> <p>Los niños identificaron la pila, los cables y la bombilla, pero tuvieron problemas con el interruptor.</p> <p>La maestra se aseguró de que sabían para qué servían los interruptores antes de usarlos en el circuito.</p>	<p>Los niños explican sus predicciones y observaciones utilizando ideas como que no enciende la bombilla porque el objeto no tiene electricidad o no está bien conectado; sin embargo, a medida que van probando con diversos objetos, empiezan a utilizar ideas que tienen que ver con la naturaleza del material del que está constituido el objeto.</p>
Dávila, Cañada & Martín (2021).	<p>En relación a la diferencia de potencial eléctrico en los cables A y B o en la barra metálica en la prueba inicial se aprecia un alto porcentaje de concepciones alternativas o respuestas erróneas (cerca de la mitad) y bastantes respuestas en blanco o explicaciones confusas (una quinta parte).</p>	<p>Las actividades de elaboración de mapas conceptuales realizadas en esta experiencia favorecen moderadamente la progresión de los modelos de pensamiento de los participantes sobre los problemas aquí tratados.</p>
García, Obando, García & Ruiz (2021).	<p>Se identifican tres tipos de modelos explicativos; pragmático, hipotético y crítico reflexivo.</p>	<p>Los problemas cotidianos podrías ser utilizados para mejorar la comprensión de los fenómenos.</p>
Maturano, Mazzitelli & Guirado (2021).	<p>La dimensión que predomina en relación con el uso que los estudiantes hacen del libro de texto es la disciplinar, en coincidencia con su opinión acerca del uso que hacen sus profesores.</p>	<p>Al considerar el desempeño de los estudiantes durante el desarrollo de la propuesta de acercamiento a los prólogos, detectamos un escaso aprovechamiento del libro de texto, priorizando las menciones de las secciones tradicionales y desatendiendo los aportes de la investigación educativa que han llevado a los autores de los libros a incorporar otras secciones y elementos como aplicaciones al mundo real y a otras disciplinas.</p>

<b>Autor, fecha</b>	<b>Resultados relevantes</b>	<b>Conclusiones (según el autor)</b>
Serón, Casals & de Echave. (2021)	Puede observarse una correlación positiva y significativa ( $p \leq .05$ ) en los contenidos de los bloques I y II sobre la percepción de su capacidad o competencia para aprender de los alumnos de ESO.	Los alumnos cuya percepción de autopercepción hacia el aprendizaje es alta superarán los problemas u obstáculos experimentando emociones positivas.
Cyrulies (2022).	Enseñanza de electromagnetismo partiendo de un motor reciclado.	Se evita hacer prácticas de laboratorio solo con equipos comerciales.

A la vista de los resultados obtenidos, podemos decir:

- el tratamiento estadístico se centra en la estadística descriptiva y, en mucha menor medida, en la inferencial. No existen tratamientos complejos y, cuando los hay, son propios de la estadística no paramétrica.
- hay pocas aportaciones en los que se reconozcan tratamientos cualitativos, lo que resulta inconsistente con el número de participantes.
- las conclusiones no siempre son coherentes con los problemas planteados y los resultados obtenidos. En general, no suponen unas aportaciones revolucionarias, pero permiten reforzar ideas ampliamente asentadas en el conocimiento de la DCE.

## 4.- El Mundo de Pandora y el currículum oficial

### 4.1.- El Mundo de Pandora

*El Mundo de Pandora* tuvo un punto de partida. La idea surgió de un sueño que conté a mi madre y a mi tía, pero el valor para creer que lo que estaba escribiendo era una novela la extraje de un alumno, que por aquel entonces era un joven extraordinario que escribía sobre la Tierra Media, hoy en día forma parte de la plantilla de profesores de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia, Aitor Garcés Manzanera. A veces, si tienes la calma para observar y la humildad para valorar, somos los profesores los que podemos aprender de nuestros alumnos. Alguien me dijo: "Todos los profesores escriben para sus alumnos".

De la respuesta surgió *El Mundo de Pandora* como un recurso para enseñar Tecnología en la ESO. Mezclar la historia de la novela con los contenidos de la materia Tecnología fue muy sencillo, porque, tal y cómo me comentó aquel profesor, en realidad estaba todo intrínseco en la propia historia.

*El Mundo de Pandora* es la novela de ciencia ficción que utilizo para enseñar Tecnología en la ESO desde el año 2009 aproximadamente. La historia transcurre en un mundo destruido por la codicia del ser humano, un brillante científico, David Crusoe, sobrevivirá oculto en las profundidades de La Tierra, dentro del proyecto científico más increíble de la historia de la humanidad.

Este introvertido investigador descubrirá la felicidad entre los escombros, desempeñando un rol inesperado al convertirse en maestro y cuidador de decenas de niños supervivientes al apocalipsis. Sin darse cuenta, cada uno de sus gestos se convertirá en tradición, transmitiendo así al clan su humildad, su honradez y su amor por los libros.

Los descendientes de los niños Crusoe continuarán enriqueciéndose de las novelas más grandes de la literatura, de las que obtendrán el poder que convertirá al clan Pandora en el último rayo de esperanza.

No fue difícil ver las similitudes entre las aventuras de Crusoe en un planeta destruido y mis vivencias en el taller de tecnología. De tal manera que comencé a introducir los contenidos de circuitos dentro de la novela justificando la necesidad de la electricidad en un mundo en el que la oscuridad era dictada por la desaparición del Astro Rey.

Pronto me di cuenta de que, para ello, antes necesitarían producir electricidad y de esa manera justifiqué la aparición de un aerogenerador en Pandora creado por Crusoe, que era mi proyecto en el primer trimestre en el taller.

#### PRIMER PROYECTO DE PANDORA

Una vez acepté que Pandora se trataba de mi taller, que yo era Crusoe y que los niños encontrados entre los escombros eran mis alumnos, decidí jugar a hacer creer a mis alumnos que algún día podía ocurrir un holocausto y que debían aprender a sobrevivir. La asignatura dejó de llamarse Tecnologías; y pasó a ser "Cómo sobrevivir en un mundo postapocalíptico".

Aquel fue el marco fantástico, o cómo se dice ahora: una auténtica situación de aprendizaje. Y ¡qué situación! Nos metimos en una aventura apasionante y motivadora para aprender las fuentes de energías. Como sabían que debía de producir electricidad para poder sobrevivir, los alumnos atendían con la preocupación

de no poder llevar a la práctica casi ninguna de esas fuentes de energía renovables y no renovables que estudiábamos.

Después de trabajar la parte teórica, aunque todos éramos Pandora, nos dividimos en grupos y cada grupo debía tomar sus propias decisiones con el mismo objetivo de producir electricidad para Pandora. Trabajar en grupo, o, mejor dicho, aprender a trabajar en grupo siempre es muy útil en la vida. De hecho, como se suele hacer en el método de proyectos cada alumno, de los 4-5 que formaba un equipo, tenía una responsabilidad. Estaba

- el Responsable de material, que velaba porque no se queden maderas, pegamentos, tornillos etc.

- el Responsable de herramientas, que se encarga de que las herramientas estén colgadas en el armario de su equipo y en el sitio indicado para tal fin.

- el Responsable de limpieza, que mira para que, tanto el suelo como la mesa no se quede manchado ni de pintura, serrín, pegamento etc.

- el Responsable de grupo, que es el organizador del equipo, es decir, el responsable de que todos estén haciendo algo en todo momento.

Cada uno de estos roles iba rotando, para hacer un ejercicio de empatía y que todos se diesen cuenta lo difícil que es ser responsable de algo si no te hacen caso. Así, el responsable de limpieza no era el que limpiaba, sino el que se encargaba de que quedara todo limpio y, si no era así, debía asignar la tarea a alguien para que así fuera. De lo contrario, si cuando todo el mundo se había ido el suelo quedaba sucio, el responsable de limpieza de ese grupo era amonestado.

Que nuestra imaginación nos llevase hasta Pandora también fue útil para poner en marcha el método de proyectos estudiado también en el currículo, ya que justificaba la creación de un informe técnico con el fin de que otros clanes, u otros grupos en la propia Pandora o los descendientes de los niños, supieran cómo llegaron a conseguir el objetivo de crear electricidad. De esta manera aprendimos a valorar la importancia de los libros y los textos que, en general, se encargan de transmitir información y, en el caso de la ciencia, de avanzar con cada informe técnico que es adquirido, asimilado, aprendido y aplicado por la sociedad entera. Cada uno de estos granitos forma la montaña de la ciencia.

Con mucho esmero y utilizando viejos motores de 6 voltios y unos cables los alumnos consiguieron montar los aerogeneradores. Esto nos llevó al siguiente punto: la experimentación. ¿Por qué mi generador no conseguía encender una bombilla? Esta pregunta fue la introducción al siguiente tema, la electricidad. No es lo mismo que te digan que la definición de intensidad que ver cómo la ínfima cantidad de electrones que se mueve tu generador es incapaz de iluminar el filamento de la pequeña bombilla de Tomas Edison, aunque generes los voltios suficientes. De esta manera los alumnos no solo aprenden los conceptos de tensión e intensidad, sino el de potencia y se inicia una pequeña comprensión de su fórmula:  $P = V \times I$ .

El aprendizaje de dichas magnitudes eléctricas fundamentales es relativamente sencillo, pero su comprensión y, especialmente, su aplicación práctica no lo es tanto. Sin embargo, de esta manera, además de aprender a usar el polímetro para medir la tensión generada por sus aerogeneradores, nos damos cuenta de que la tensión no lo es todo. E, incluso, ellos mismos piden sumar lo que producen todos sus aerogeneradores para conseguir encender bien los LEDs. Por lo que muchos llegan a comprender es la importancia de sumar las intensidades en paralelo y sumar las tensiones conectando los aerogeneradores en serie. Al conectarlos en paralelo nos

daba dificultades ya que lo que generaba un aerogenerador hacía moverse al otro, lo que asombraba a los alumnos. Como normalmente eran 5-6 grupos se combinaban para hacer varios tipos de conexiones hasta que conseguíamos encender los LEDs. Para mover los aerogeneradores utilizábamos ventiladores de pie que traíamos de otros sitios del centro.

Al final, al ver todos los ventiladores de pie haciendo girar nuestros aerogeneradores para encender las bombillas de Pandora, los comentarios eran algo así como... "todos estos ventiladores para encender un par de LEDs. De esta manera los alumnos asumían una actitud crítica hacia el gasto de eléctrico innecesario.

Por otra parte, todos los aerogeneradores juntos conseguían encender entre 2-3 LEDs. Dependiendo del tipo de conexión, no solo de los aerogeneradores, sino también de los LEDs, daba juego para ver que, cuando estaban en serie, no necesitaban tanta intensidad como cuando estaban en paralelo. Pero lo más importante era que concluían que la aparición de las LEDs era necesaria para el ahorro energético.

## SEGUNDO PROYECTO

Los LED que encendían los aerogeneradores al final del primer proyecto estaban sueltos, conectados con pinzas de cocodrilo, por lo que equivalía a un apaño de Crusoe para poder ver en las noches más oscuras entre los escombros. Necesitábamos construir nuestro propio edificio de Pandora. Ese fue el segundo proyecto.

Cada grupo hizo un piso diferente, atendiendo a las descripciones de la novela, para mejorar su comprensión lectora. El de más abajo era el Proyecto Adam; el lugar que albergaba el proyecto científico más secreto y asombroso de la humanidad que crearía seres humanos y los educaría hasta dejarlos salir para colonizar un planeta Tierra en el caso de holocausto y desaparición de la humanidad. ¿Cómo detectaríamos eso?

Por un botón que se encontraba en el sótano del edificio Pandora, que debía ser tocado cada menos de 200 años que es el tiempo que tardaba el Proyecto Adam en ponerse en marcha si nadie tocaba el botón. Este lugar, además de generar personas contaba con la tecnología más avanzada del momento y los humanos que de él saldrían serían médicos, ingenieros, biólogos... y un hombre entrenado para dirigirlos a todos al que reconocerían desde un momento como Capitán Adam. La aparición de estas personas da lugar al final de la primera parte de Pandora y el comienzo de la segunda parte, recordamos, que, aunque es la primera parte la adaptada a la pedagogía, en realidad El Mundo de Pandora forma una trilogía.

El siguiente piso es el sótano, donde hemos dicho que estaba el botón que desactivaba el proyecto Adam y la entrada a éste, que Crusoe tapió para que ningún niño fuera consciente de que aquello se encontraba allí. Simplemente les dijo que protegieran ese lugar como lugar sagrado donde aparecerían unas personas que les liberarían. Aquella leyenda convirtió al Clan Pandora en la esperanza de todos los que malvivían entre las ruinas. En ese sótano los niños, además de colocar un LED como en todos los pisos, también construían la cama del anciano maestro.

Los siguientes pisos eran: uno, donde está el tesoro, que Crusoe mandó rescatar de todos los museos de Londres para que los bombardeos no los destruyeran. Otro sería donde está la gran biblioteca de dónde sacan sus nombres. Otro más, donde está la chimenea en la que el anciano maestro cuenta cuentos a los niños del clan. Y, por último, el que quieren todos los grupos recrear: la terraza, donde se celebran las fiestas.

Lo único que hablan entre los grupos es el lugar de la colocación del hueco de la escalera y donde van los pilares. Esto está muy bien, porque deben trabajar coordinados en el diseño, para el cuál utilizan los programas CAD estudiados; en este caso, estudiamos el SketchUp, y cuyas ilustraciones del diseño en tres dimensiones deben aparecer en el informe técnico.

En el resto del diseño, cada grupo lo hace como quiera, aunque con algunos requisitos como los cuadros eléctricos, que no fueran reales, que estudiábamos la instalación eléctrica de una vivienda (PIAs, diferenciales, cajas de derivación), y la existencia de un pequeño circuito con bombilla o LED y un interruptor que lo controlase, porque de lo contrario, nuestros aerogeneradores no podrían encender todos a la vez. El diseño era tan libre que no todos lo construían de madera, que era lo habitual, sino que lo hacían de hormigón armado (alambre), aprovechando que dábamos los materiales tecnológicos, entre ellos, los de construcción.

Los momentos más emotivos de este segundo proyecto fueron dos. El primero, en el que cada grupo iba poniendo su piso encima del otro hasta formar el edificio. Cuando por último se colocaba la terraza y veíamos que la estructura, formada por los pilares anclados a cada piso, se sostenía, los alumnos aplaudían espontáneamente. El segundo momento era cuando conseguíamos unir los cables positivos con los positivos de cada piso y los negativos con los negativos para terminar de unirlo todo en un enorme circuito y después... los conectábamos todo a nuestros aerogeneradores del primer trimestre. Ver encenderse el primer LED fue, sin duda, el momento más álgido de todo el curso. Hasta a nosotros nos sorprendía que se encendiera.

### TERCER PROYECTO

El tercer proyecto, era relacionado con el tema de electrónica, porque, aunque ya habíamos aprendido algo, como que un LED estaba polarizado y solo se encendía conectado de una manera, aprendimos también que eran los transistores, condensadores, NTC, PTC, buffer, y LDR. Y son estos materiales los que utilizábamos para construir el último de los proyectos; una alarma detectora de presencia construida con un transistor, una LDR y un zumbador (buffer), para que nos avisaran de la proximidad de los malvados LUX de la novela. Es algo que Crusoe nombra en la novela, pero que no llega a construirlo con los niños.

La verdad que no tenía mucha esperanza de llegar a poder realizar los tres proyectos. Sin embargo, siempre ha sido posible, porque al final del curso, cuando ya les han dado las notas y tienen que seguir viniendo, en la mayoría de las materias el profesor no sabe muy bien qué hacer con ellos, es la época de las películas y hora libre en el patio. En este contexto, tecnología, o, mejor dicho, Pandora ganaba muchas horas lectivas, ya que los propios alumnos piden que les dejen ir al taller conmigo para terminar la alarma. Lo cual evidencia la motivación. Los años que no hemos utilizado Pandora esto no me ha ocurrido.

En algunos años tras tener los tres proyectos formados y pese a que ya cuentan con 14-15 años, han traído playmobil y otros muñecos para jugar a Pandora. Este es el momento en el que seguramente más nos hemos emocionado.

### CIRCUITOS

Aunque el autor de este trabajo era feliz con Pandora, siempre quería comentarlo con alguien. Un día pensé que podía ser una propuesta innovadora en la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia. De manera que busqué un "profesor de Murcia, magisterio, libro, comics, ciencia" o algo así, y los resultados arrojaron sobre

mí una publicación de Mortadelo y Filemón divertidísima y muy interesante ya que hablaba de la aparición de la ciencia en esos cómics. Por ello decidí presentarme en el despacho de su autor Antonio de Pro Bueno.

Recuerdo, aunque pueda parecer absurdo que su primera pregunta me pareció muy complicada: ¿Y tú quién eres? Podrá parecer broma, pero tardé tanto en responder que el continuó: ¿Eres alumno mío? A eso sí supe contestar. No era alumno suyo. Le dije que había hecho un libro de ciencia ficción y estuvimos hablando del mismo, durante un instante que duró toda la tarde. Durante ese tiempo le conté el argumento y le dejé un ejemplar de Pandora, que se leyó en pocos días.

La propuesta se perfeccionó al comenzar a trabajar con De Pro, y comenzamos el diseño de numerosas prácticas que realizábamos por placer, ya que la tesis no estaba todavía en nuestras cabezas, ni tan siquiera en un horizonte lejano. Simplemente, de vez en cuando, pedía cita para ir a contar las aventuras que vivía en Pandora (en mi taller) a mi amigo (por aquel entonces un desconocido profesor que me escuchaba porque le encantaba la idea de imaginar todo aquello) Al aparecer el concepto de tesis, como excusa para seguir trabajando Pandora, las prácticas se concretaron para trabajar contenidos que Crusoe podía utilizar también para enseñar a los niños a sobrevivir en un mundo destruido. Estas prácticas son el eje vertebral de esta tesis.

Diseñamos una propuesta que nos permitía leer partes de la novela en clase para comprender algunos conceptos y construir circuitos con la ayuda literalmente de las palabras de Crusoe en la novela. También nos ayudamos de partes extras adheridas a las prácticas en las que el guion de estas es una conversación de Crusoe con Tula una de las niñas de las que cuida.

Tras leer estas partes seguíamos los consejos de Crusoe a Tula y construíamos los circuitos, usábamos el polímetro y contestábamos o continuábamos los diálogos entre los protagonistas, narrando lo que ocurría en nuestro circuito recién construido, que era la respuesta a las preguntas.

#### NOCHE DE PANDORA

La noche de Pandora es la parte, quizás, más deseada por los chavales. Tan solo he llegado a realizarla en 3 ocasiones en los últimos 15 años. Es una actividad bastante compleja y, quizás arriesgada, por lo que solo la llevo a cabo con ayuda de algún compañero. Para el diseño de esta, conté con la ayuda de mi director de tesis (que por aquel entonces no lo era) De Pro. Él me aconsejó que si iba a pasar 6-7 horas con un grupo no podía diseñar una actividad cada media hora, sino cada 5 minutos. Y eso hizo que, desde la primera vez, la Noche de Pandora fuera un éxito.

La noche de Pandora trata de llegar a las 00:00 de la noche de un viernes, con el interruptor general del colegio bajado (desde hace horas para que se gaste las baterías de las luces de emergencia) y pasar allí toda la noche jugando a ser pandors hasta que amanezca. No sabría decir qué tipo de actividades se hacen, porque son tantas y se ha hecho de manera tan diferente cada año.

El primero yo programé una actividad cada 5 minutos (como me dijo De Pro) y fue una pasada. Pero es que la segunda vez, fueron los propios alumnos los que cogieron la iniciativa de inventar los juegos. Incluso inventaron que había dos equipos: uno de Pandora y otro de Lux (que se escondían por el centro). Cada año ha sido diferente y no sabría decir cuál ha sido más espectacular. Solo deseo que nunca olvide esta actividad con Pandora y que muchos maestros puedan disfrutar tanto como nosotros.

Respecto al componente pedagógico, esta actividad fomenta la lectura (ya que viven la novela por encima de todo), ayuda a ver que no es necesario beber alcohol para

pasar bien una noche entera jugando con los amigos, ponen en práctica algunos conocimientos, ya que las únicas luces permitidas son las que se construyen in situ con material que van encontrando por las clases y, que previamente yo les hemos dejado. Pero, sobre todo, sirve a modo de despedida, pues, aunque todas las actividades de Pandora se realizan en 3º ESO, la noche de Pandora se lleva a cabo en 4º de la ESO, más concretamente al final del curso, y cada alumno lee una carta de despedida al grupo. Ni que decir tiene que las lágrimas y la emoción campan a sus anchas y yo no puedo salvo emocionarme y disfrutar de lo que es ser profesor.

#### CONCLUSIÓN: CÓMO UTILIZO PANDORA

Partimos de una premisa, no hay profesor más querido por los alumnos que el profesor joven que comienza su andadura en la educación. Yo ya no soy joven, pero pienso pasar el resto de mi carrera intentando serlo, o mejor dicho, intentando averiguar porque un profesor joven siempre lo pasa mejor que otro que lleva años. A partir de esta frase, la mayoría contestaríamos con una palabra; monotonía.

Nunca se repiten las actividades de año en año. La inmensa mayoría de los años hemos trabajado con Pandora (14 de los últimos 15 años), pero no de la misma manera en años consecutivos. Sería suponer que todos los niños son iguales o que todos los grupos son idénticos. Cada persona es especial. Cuando empezamos a trabajar, la primera clase que tuvimos nos llama mucho la atención e intentamos conocerla, somos cercanos a ellos, nos reímos, nos emocionamos casi por cualquier cosa. A medida que van pasando los años, empieza a divertirnos menos.

¿Cómo utilizo Pandora entonces casi todos los años y siempre es diferente? Pandora no es un libro de texto. Es un libro de literatura, de diversión, sin obligaciones. No es un decreto de la consejería, es un recurso del que disfrutar. Hay años que hemos querido hacer un solo proyecto (aunque no lo hemos conseguido porque son ellos los que te exigen hacer los otros dos), pero, si hago dos, no hago los circuitos, y viceversa. Lo que no se debe trabajar es con prisas y con presión. Hay que tener muy claro que Pandora es para divertirse y, para ello, lo primero es conocer al grupo. Dependiendo de las características y prioridades de estos, la programación se encauza de una manera o de otra. El recurso Pandora facilita una metodología activa, viva, y adaptable a los intereses del alumnado.

Obviamente nuestra propuesta tiene como referente el currículum oficial. Se cuenta con la ventaja de que el profesor ha escrito la novela y, a su vez ha leído estos contenidos o sus predecesores (muy similares) desde el año 2007. Es decir, que no es una novela transformada para trabajar la tecnología, sino que siempre ha tenido presentes la incorporación de esos contenidos o siempre se ha podido usar para trabajar con los alumnos, aunque obviamente con el tiempo ha sentido muchas modificaciones para mejorar este objetivo.

Es importante que esté escrita por un profesor de tecnologías, ya que para que sea ciencia ficción pura, requiere de competencia tecnológica por parte del escritor (Sparling, 2017). La ciencia ficción debe de ser escrita con propiedad científica en cuánto se pueda, ya que como dice Isaac Asimov (1986): "Es entre el público en general donde han de reclutarse los científicos y técnicos del futuro, es justo entonces que sepa todo lo que pueda acerca de la profesión para poder elegir de la manera más inteligente su puerta de ingreso".

#### 4.2.- Finalidades educativas de la ESO y El Mundo de Pandora

Los objetivos educativos que se persiguen en la ESO se definen en la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (MEC, 2006). En éste se establece que el sistema educativo español se orientará a la consecución de los siguientes fines:

- a) El pleno desarrollo de la personalidad y de las capacidades de los alumnos.
- b) La educación en el respeto de los derechos y libertades fundamentales, en la igualdad de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres y en la igualdad de trato y no discriminación de las personas con discapacidad.
- c) La educación en el ejercicio de la tolerancia y de la libertad dentro de los principios democráticos de convivencia, así como en la prevención de conflictos y la resolución pacífica de los mismos.
- d) La educación en la responsabilidad individual y en el mérito y esfuerzo personal.
- e) La formación para la paz, el respeto a los derechos humanos, la vida en común, la cohesión social, la cooperación y solidaridad entre los pueblos, así como la adquisición de valores que propicien el respeto hacia los seres vivos y el medio ambiente, en particular al valor de los espacios forestales y el desarrollo sostenible.
- f) El desarrollo de la capacidad de los alumnos para regular su propio aprendizaje, confiar en sus aptitudes y conocimientos, así como para desarrollar la creatividad, la iniciativa personal y el espíritu emprendedor.
- g) La formación en el respeto y reconocimiento de la pluralidad lingüística y cultural de España y de la interculturalidad como un elemento enriquecedor de la sociedad.
- h) La adquisición de hábitos intelectuales y técnicas de trabajo, de conocimientos científicos, técnicos, humanísticos, históricos y artísticos, así como el desarrollo de hábitos saludables, el ejercicio físico y el deporte.
- i) La capacitación para el ejercicio de actividades profesionales.
- j) La capacitación para la comunicación en la lengua oficial y cooficial, si la hubiere, y en una o más lenguas extranjeras.
- k) La preparación para el ejercicio de la ciudadanía y para la participación activa en la vida económica, social y cultural, con actitud crítica y responsable y con capacidad de adaptación a las situaciones cambiantes de la sociedad del conocimiento.

Sin duda, El Mundo de Pandora no sólo asume estas finalidades educativas, sino que las comparte y las operativiza de forma que puedan ser incorporadas a una propuesta concreta, con contenidos adecuados, en un contexto oportuno, con retos coherentes con estas intenciones, etc.

Pero, además, aunque no es el objeto de este estudio, permite establecer debates en otras materias curriculares sobre temáticas de actualidad que deberían ser recogidas en la formación básica de cualquier ciudadano: desarrollo sostenible, consumo y ahorro energético, cambio climático, desarrollo de hábitos saludables...

### 4.3. Contenidos del Currículum y El Mundo de Pandora.

En la Figura 1.3 se recogen los contenidos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizajes evaluables de 3er. Curso de la ESO en la asignatura de Tecnología, según el currículum oficial.

TERCER CURSO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA		
BLOQUE 1: EXPRESIÓN Y COMUNICACIÓN TÉCNICA.		
CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representación de objetos mediante vistas y perspectivas normalizadas.</li> <li>• Escalas y acotación.</li> <li>• Fases en la creación de un producto.</li> <li>• Diseño asistido por ordenador.</li> </ul>	1. Representar objetos mediante vistas y perspectivas aplicando criterios de normalización y escalas.	1.1. Representa mediante vistas y perspectivas objetos y sistemas técnicos, mediante croquis y empleando criterios normalizados de acotación y escala.
	2. Explicar mediante documentación técnica las distintas fases de un producto desde su diseño hasta su comercialización.	2.1. Produce los documentos necesarios relacionados con un prototipo empleando cuando sea necesario software específico de apoyo.
BLOQUE 2: MECANISMOS: MÁQUINAS Y SISTEMAS.		
CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismos de transmisión de movimiento. Relación de transmisión. Aplicaciones.</li> <li>• Mecanismos de transformación de movimiento. Aplicaciones.</li> <li>• Análisis y descripción de los mecanismos en máquinas y sistemas.</li> <li>• Efectos de la energía eléctrica.</li> </ul>	1. Observar y manejar operadores mecánicos responsables de transformar y transmitir movimientos, en máquinas y sistemas, integrados en una estructura.	1.1. Describe mediante información escrita y gráfica cómo transforman el movimiento o lo transmiten los distintos mecanismos.
		1.2. Calcula la relación de transmisión de distintos elementos mecánicos como las poleas y los engranajes.
		1.3. Explica la función de los elementos que configuran una máquina o sistema desde el punto de vista estructural y mecánico.
Conversión y aplicaciones. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnitudes eléctricas básicas. Ley de Ohm.</li> <li>• Elementos de un circuito eléctrico. Simbología.</li> <li>• Tipos de circuitos eléctricos.</li> <li>• Potencia y energía eléctrica. Consumo eléctrico.</li> <li>• Diseño, simulación y montaje de circuitos. Instrumentos de medida y toma de mediciones.</li> </ul>	2. Relacionar los efectos de la energía eléctrica y su capacidad de conversión en otras manifestaciones energéticas.	1.4. Simula mediante software específico y mediante simbología normalizada circuitos mecánicos.
		2.1. Explica los principales efectos de la corriente eléctrica y su conversión.
		2.3. Diseña utilizando software específico y simbología adecuada circuitos eléctricos básicos y experimenta con los elementos que los configuran.
3. Experimentar con instrumentos de medida y obtener las magnitudes eléctricas básicas.	3.1. Manipula los instrumentos de medida para conocer las magnitudes eléctricas de circuitos básicos.	
	4. Diseñar y simular circuitos con simbología adecuada y montar circuitos con operadores elementales.	4.1. Diseña y monta circuitos eléctricos básicos empleando bombillas, zumbadores, diodos led, motores, baterías y conectores.
BLOQUE 3: TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN.		
CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de intercambio de información: almacenamiento en la nube, recursos compartidos, trabajo colaborativo, foros, entre otros.</li> <li>• Seguridad informática.</li> </ul>	1. Utilizar de forma segura sistemas de intercambio de información.	1.1. Maneja espacios web, plataformas y otros sistemas de intercambio de información.
		1.2. Conoce las medidas de seguridad aplicables a cada situación de riesgo.
	2. Utilizar un equipo informático para elaborar y comunicar proyectos	2.1. Elabora proyectos técnicos con equipos informáticos, y es capaz de presentarlos y

Figura 1.3. Currículum oficial de 3º de la ESO en Tecnología en el decreto 220/2015

El Bloque 1 que marca el decreto (Figura 1.3) se introduce dentro de El Mundo de Pandora en la necesidad que tiene el científico superviviente, Crusoe, de que quede plasmado sus conocimientos, proyectos, esquemas... para que, en el futuro, cuando

él no esté, su clan pueda seguir haciendo uso de la ciencia que él les deja, aplicada a esa situación postapocalíptica. Y esa es realmente la importancia de la representación de objetos, normalización, escalas, acotación, y fases de creación de un producto en general. La importancia real es poder transmitir los conocimientos a otras personas incluso una vez fallecido y así es como deben de representarse, viendo el objetivo que persigue dichos conocimientos y no por el hecho de que si no lo aprendes suspendes.

El Bloque 2, el primer grupo de contenidos, es el de mecanismos; la impartimos con el Bloque 3. Tecnologías de la información y la comunicación. Son muy diferentes pero lo que se persigue en el Bloque 3 es que se familiarice con foros, plataformas y en general el uso de Internet. Entonces lo que realmente hacemos es utilizar todos estos recursos digitales en la plataforma Moodle del colegio mientras estudian los mecanismos. Estos conocimientos los damos con la ayuda de numerosos videos y gif animados allí incrustados.

Ambos bloques tienen mención en la novela de manera ligera. El Bloque 3 en la era precaótica cuando Crusoe se levanta del sofá y ve un email de su madre habla sobre la importancia del email y de saber las claves. Cercano a ese punto de la novela también nombra la importancia de los programas más cotidianos de office hasta en un proyecto científico tan puntero como el proyecto Adam. Los mecanismos, y su importancia se comenta en clase en el capítulo en el que Crusoe y los niños tienen que subir al edificio los sacos de yeso y material de construcción que encuentran en la zona industrial.

La segunda parte del Bloque 2 es la que da a lugar a los contenidos que vamos a trabajar en este estudio. Se trata de la electricidad en general; en particular son las magnitudes básicas, la ley de Ohm, elementos de un circuito eléctrico, tipos de circuitos, potencia, energía y consumo eléctrico, diseño, simulación y montajes de circuitos, instrumentos de medida y toma de mediciones. Todas estas partes la estudiamos con la excusa de que Crusoe y sus pequeños deben de reparar la instalación eléctrica del edificio Pandora.

Aunque para este estudio solo trabajamos la unidad didáctica de la electricidad, la novela está preparada para trabajar todos los contenidos.

#### **4.4.- Estándares del currículum oficial y El Mundo de Pandora.**

Los estándares de aprendizaje, según el Decreto 220/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, se deben trabajar en 3º de la ESO. Además, los comentaremos o detallaremos según nuestra metodología de *El Mundo de Pandora*. Así, encontramos:

*Estándar 2.1. Explica los principales efectos de la corriente eléctrica y su conversión.*

En este estándar nos preguntamos cómo es posible que la electricidad pueda tener tantas "caras" (calor, movimiento, luz, sonido...). Por ello, deberemos identificar y analizar los diferentes dispositivos caseros como bombillas, altavoces, motores o resistencias.

Lo relacionamos completamente con las necesidades de un mundo postapocalíptico. La luz para la noche es imprescindible. El calor para cocinar y no pasar frío en los duros inviernos de Pandora; así, por ejemplo, haremos pasar corriente eléctrica por una resistencia para que luego la toquen y vean que quema. Incluiremos los motores,

explicados también como generadores para que en Pandora podamos obtener electricidad...

*Estándar 2.2. Utiliza las magnitudes eléctricas básicas.*

Es imprescindible para usar la electricidad y, por lo tanto, para sobrevivir en un mundo destruido que se sepa comprender las magnitudes fundamentales tanto para no malgastar la electricidad como para no morir electrocutado en el intento de arreglar la instalación eléctrica del edificio Pandora. Por ello realizamos los tres tipos de circuitos, serie, paralelo y mixto. Y los tres los medimos, los simulamos y los calculamos. Así podemos comprar los resultados.

*Estándar 2.3. Diseña utilizando software específico y simbología adecuada circuitos eléctricos básicos y experimenta con los elementos que lo configuran.*

Es difícil incluir el uso de un software en Pandora, dado que la situación apocalíptica no lo prioriza. No obstante, simular es sencillo y gusta al alumnado. Además de que las herramientas tecnológicas son imprescindibles en nuestra sociedad. Por ello, deberemos plantear una situación de aprendizaje que le dote de credibilidad en nuestra ficción.

*Estándar 3.1. Manipula los instrumentos de medida para conocer las magnitudes eléctricas de circuitos básicos.*

Como hemos dicho anteriormente medimos, con el polímetro, las magnitudes en los tres tipos de circuitos, serie, paralelo y mixto. Crusoe explica el uso del polímetro a Tula y se pueden encontrar imágenes de este en la novela.

*Estándar 4.1. Diseña y monta circuitos eléctricos básicos empleando bombillas, zumbadores, diodos LED, motores baterías y conectores.*

Todos estos dispositivos los manejan continuamente a lo largo de las prácticas. Además, añadimos la LDR para que tengan un buen ejemplo de semiconductor (además del LED) en el que poder ver como varía sus características (en este caso la resistencia) según el entorno (en este caso la variación de luz).

#### **4.5. Ejemplos de fragmentos del Mundo de Pandora relacionados con el currículum oficial**

En las Figuras 1.4, 1.5 y 1.6 se pueden observar algunas capturas de la novela como ejemplos de diferentes temáticas contempladas en el currículum oficial de 3º en la asignatura Tecnología.

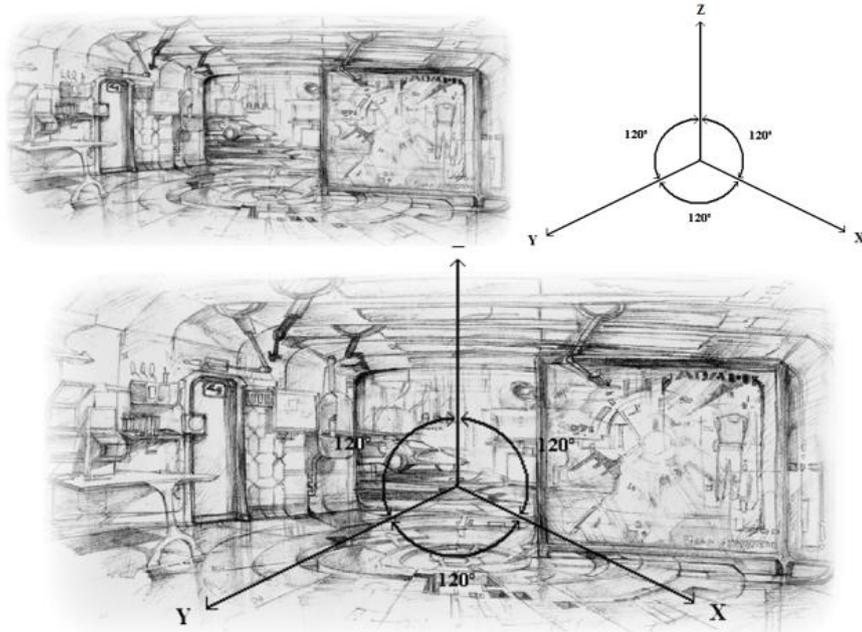
**BLOQUE 1**

• **Expresión y comunicación técnica.**

**Representación de objetos mediante vistas y perspectivas normalizadas.**

**Diario del Maestro Crusoe.**

Llevo tantos años trabajando en este proyecto que no me lo creo. Por fin lo hemos terminado. Ya nadie en los próximos 200 años accederá allá abajo. Al menos eso es lo que está previsto. Poco a poco en mi mente las cosas se van viendo más borrosas, con menos detalle. Ya sé que no debo hacerlo. Pero he decidido hacer un dibujo de lo que recuerdo del Proyecto Adam. Aquí en este



• **Escalas y acotación.**

Lo más importante para los proyectos es que todos los dibujos tengan su **escala**. En los planos que representan el edificio del proyecto Adam utilizábamos **escalas de reducción** porque claro, no vamos a tener un folio del tamaño de las instalaciones. Por ejemplo la 1:1000, 1:500... El primer número indica una medida en el plano y el segundo esa misma medida en la realidad. Es decir, que en la escala 1:250 1 metro, o 1km o una uña equivale a 250 metros, km o uñas en la realidad. Porque la escala no tiene unidades.

Pero en los planos que trabajamos con las células que están escondidas en el proyecto Adam y que darán lugar a personas que saldrán dentro de 200 años si la humanidad se ha destruido. En esos planos utilizábamos **escalas de ampliación** para poder ver las parte de la célula. Cómo por ejemplo 1500:1, 500:1...

Tanto el dibujo técnico como el dibujo a mano alzada son imprescindibles para



Con este botón podremos mover el objeto para situarlo en el centro de la imagen.

<p>● <b>Diseño asistido por ordenador.</b></p>	<p>madurar las ideas y hacerte caer en detalles que antes no pensaste. Pero para plasmarlo en un proyecto de ingeniería y que se quede todo limpio y perfecto se</p> <p style="text-align: center;">18</p> <hr/> <p style="text-align: right;">El Mundo de Pandora. Let Me Dream.</p> <p>utilizan programas de diseño asistido por ordenador. El <u>autocad</u>, <u>freecad</u> o <u>Sketchup</u> (menos riguroso pero más sencillo) son algunos de los que utilizamos en el edificio Arquímedes. Para este último programa con solo 5 botones podías hacer casi de todo, tal y como se ve en la imagen. Estos programas hicieron posible el proyecto más alucinante de la humanidad que convertirá a la humanidad en el Creador de la siguiente humanidad. Nosotros, nuestros propios dioses.</p>														
<p>● <b>Fases en la creación de un producto.</b></p>	<p>Allí, encerrado en el proyecto más enigmático de la humanidad se encontraba Crusoé. Cuánta locura. El blancor del mármol representaba la concupiscencia de la época en la que vivían. No habían escatimado en gastos. La lástima de aquel proyecto es que jamás cumpliría el último paso del método de proyectos. Jamás se divulgaría.</p> <table border="1" data-bbox="481 969 960 1426"> <tr> <td>1</td> <td>Definición y análisis del problema.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Búsqueda de información</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Diseño</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Planificación</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Construcción</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Evaluación</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Divulgación</td> </tr> </table> 	1	Definición y análisis del problema.	2	Búsqueda de información	3	Diseño	4	Planificación	5	Construcción	6	Evaluación	7	Divulgación
1	Definición y análisis del problema.														
2	Búsqueda de información														
3	Diseño														
4	Planificación														
5	Construcción														
6	Evaluación														
7	Divulgación														

Figura 1.4. Ejemplos de fragmentos del Mundo de Pandora relacionados con el Bloque 1

**BLOQUE 2: MECANISMOS: MÁQUINAS Y SISTEMAS.**

● **Mecanismos de transmisión de movimiento. Relación de transmisión. Aplicaciones.**

● **Mecanismos de transformación de movimiento. Aplicaciones.**

● **Análisis y descripción de los mecanismos en máquinas y sistemas.**

● **Efectos de la energía eléctrica. Conversión y aplicaciones.**

● **Tipos de circuitos eléctricos.**

● **Diseño, simulación y montaje de circuitos. Instrumentos de medida y toma de mediciones.**

Estos contenidos los hilamos cuando llegan con muchos sacos y tienen que subirlos a la terraza:

—¿Tienes un camión aparcado ahí fuera? —preguntó retóricamente la pequeña mientras reía por lo despistado que era su Maestro—. Porque si no... no sé cómo vamos a llevar todos esos sacos.

El Maestro se quedó en silencio unos instantes. Tula tenía razón. Estaba tan acostumbrado a las tecnologías, que no se había pensado cómo iban a llevar todo hasta allí. Y no solo eso le preocupaba. ¿Cómo iban a subir todo hasta la terraza? No tenían grúa, o mejor dicho, no tenían combustible para hacer funcionar una grúa. Entonces, se le ocurrió, utilizaría poleas, un polipasto. Así evitaría que se lesionaran subiendo tanto peso. ¿Pero? ¿Y para llevar las cosas hasta Pandora?

—Tienes razón Tula, —continuaba sonriendo— tenemos que encontrar un modo —pues era evidente que no había ni una gota de gasolina en ningún depósito, gasolinera, o cualquier otro sitio que creyeran posible.

Continuaron los saqueos en las otras fábricas. Varias eran de ropa, pero ya tenían una habitación llena, pues habían encontrado mucha en las tiendas del centro de Londres. Era raro ver a los niños vestidos con ropa tan cara, pero el espejismo duraba poco: pronto la ensuciaban y rompían.

Crusoe y Tula, tras haber llenado bien la barriga, fueron en busca de los niños que Tula decía haber visto.

- Crusoe, aquel edificio no se ha caído ni una pared. Deberíamos mudarnos allí. Seguro que hay electricidad.

- ¿Electricidad? Me temo que no es así.

- ¿Por qué? si no se ha roto nada

- Parece que se conserva bastante bien. Incluso diría que las bombillas, frigoríficos, lavadoras e interruptores estarán perfectamente.

- ¿Entonces? ¿Por qué no iban a funcionar?

- Digamos que lo que les falta a todos es la pila, la fuente de alimentación. Verás lo primero que destruyen en las guerras son las centrales eléctricas. Ya sean térmicas, eólicas, solares... Así someten a la población al caos por la noche porque no tienen los 230 v de tensión que normalmente hay en cada casa.

- Entonces, ¿no basta con un cable desde el interruptor a la bombilla?

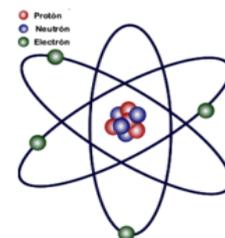
- No, de hecho, a parte de la fuente de alimentación, necesitas también dos cables por así decirlo. Uno que lleve la corriente hasta la pila o lo que quieras conectar y otros que los devuelva.

- ¿Qué los devuelva? ¿Para qué? Con que vayan hasta allí la corriente ya se encenderá. ¡Qué más me da donde vaya luego!

- Es sencillo. La corriente eléctrica es una corriente de electrones deben de circular, como el agua de un río mueve un molino. Si circula el agua se moverá el molino si el agua no se mueve, no funcionará. Los mismos electrones que van por un cable, vuelven por el otro.

- ¡Vaya! ¿Y qué son esos electrones?

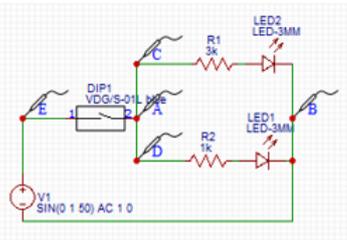
- Forman parte de un átomo, su parte más externa —dijo mientras se agachaba a hacer un dibujo en



● **Magnitudes eléctricas básicas. Ley de Ohm.**

● **Elementos de un circuito eléctrico. Simbología.**

- ¿Y qué pasa?  
 - Pues que tu bombilla seguramente necesite muchos electrones por unidad de tiempo, es decir, mucha intensidad, (amperios).  
 - ¿Quieres decir que se apagará enseguida?  
 - Sí, incluso dudo que se llegue a encender con tan poca carga (cantidad de electrones que hay en el carrito).  
 - ¿Sería como una pila que se gasta enseguida?  
 - Exactamente.  
 - Vaya –dijo triste tula-. ¡Espera! ¡Ya lo tengo! Utilizaremos pilas.  
 - Eso sí. Eso es lo que haremos. Y con ellas te explicaré como conectar los dispositivos y cómo medir, resistencia (lo que se opone un material o un dispositivo a que los electrones pasen a través de él), **tensión** (el impulso que hace ir a los electrones de un átomo a otro) y la intensidad la cantidad de electrones que circula por un circuito.  
 - ¿Para qué?  
 - Porque eso es lo que necesitamos antes de empezar a fabricar nuestro primer aerogenerador. Haremos circuitos como este –y se agachó a dibujar entre los escombros.



- Y con un polímetro aprenderás a medir la corriente o intensidad que circula por aquí –dijo señalando el punto E-, por aquí – y señaló el punto C- y por aquí –dijo señalando el punto D-.

● **Potencia y energía eléctrica. Consumo eléctrico.**

Tras el incidente con aquel repugnante individuo Crusoe se dio cuenta de que debía transmitir sus conocimientos a los niños lo más rápido posible. Así que los reunió a todos en la terraza del edificio Pandora y comenzó a explicar.

- Chicos como os he oído decir. Necesitamos electricidad en nuestro edificio.

Dos de los niños más grandes asintieron con la cabeza. Detrás de ella estaba el más pequeño y dijo:

- Yo ya tengo electricidad en mi linterna.

Tula le miró y dijo.

- Pero se refiere a 230 voltios de tensión para poder encender las cosas que antes se podían encender como lavavajillas, cocinas, secadoras...

- Bueno. Yo no aspiro a tanto. La corriente que teníamos en las casas era corriente alterna.

Los chicos permanecían en silencio. Todos eran consciente de lo difícil que sería conseguir que todo volviera a ser como antes. Se quedaron entristecidos así que Crusoe añadió...

- ... pero si conseguimos corriente continua podremos hacer que se encienda cualquier bombilla igualmente.

- ¿Y qué diferencia hay entre corriente continua y alterna? –preguntó Robin.

Figura 1.5. Ejemplos de fragmentos del Mundo de Pandora relacionados con el Bloque 2

**BLOQUE 3: TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

• **Sistemas de intercambio de información: almacenamiento en la nube, recursos compartidos, trabajo colaborativo, foros, entre otros.**

• **Seguridad informática. Software de presentación y difusión de ideas. Aplicación a proyectos técnicos.**

Para el diseño utilizamos muchos nuestros conocimientos en vistas y perspectivas. Nos ayudamos de programas informáticos como el autocad o el sketch up. Pero eso era para plasmar las ideas antes debíamos hacer un brainstorming todos juntos. Bueno eso de todos juntos era un decir porque habían ingenieros de todo el mundo y no siempre podían estar en Londres. Para ello utilizábamos las nuevas tecnologías como **sistemas de intercambio de información** de nuestra plataforma de los servicios secretos que disponía de foros, chats, videoconferencias, páginas wiki... Sería muy segura pero la verdad es que parecía una simple **plataforma moodle** de un colegio.

### Capítulo 20. Los pequeños samuráis.

Después de meses de trabajo, el maestro Crusoe y los niños habían construido un aerogenerador utilizando el motor de un coche eléctrico y fabricando unas aspas de plástico con algunos escombros. Había sido diferente a lo que estaba acostumbrado, en la era precaótica, Crusoe siempre trabajaba con **recursos compartidos en la nube**. Generalmente usaban la suite de google para trabajar documentos de texto o de cálculo, los guardaban en drive. Si era algo más restringido utilizaban la propia **NAS (Network Attached Storage)** que era almacenamiento conectado en red, al que solo se podía acceder desde el edificio donde trabajaban, y con medidas de seguridad. Una vez terminado el proyecto, realizaban una presentación, normalmente también en drive, para mostrárselo al jefe; si daba el visto bueno, y lo consideraban necesario, lo publicaban en foros y revistas para que otros científicos se hicieran eco del descubrimiento. En fin, era otro mundo; un mundo que ya desapareció, pero del que se ha traído todos esos conocimientos científicos para enseñar a sus niños a sobrevivir. Gracias a eso habían construido el primer aerogenerador de la era poscaótica.

Evidentemente lo habían colocado lejos de Pandora, por miedo a ser descubiertos, y en un sitio lo menos visible posible. A esto se le

Pasaron a la siguiente industria, que parecía haberse dedicado a la importación y exportación. En esta se quedaron un tiempo abriendo las cajas. DVDs, portátiles, televisores, videoconsolas. ¡Qué absurdas resultaban todas esas cosas! Crusoe recordaba lo que le decía su padre cuando él quería comprarse alguno de aquellos utensilios: «¡Eso no son más que zanahorias!».

Crusoe se crio en el campo, en el seno de una familia humilde, y su padre decía que, al igual que antes se hacía caminar a los burros poniéndoles una zanahoria delante, las empresas siempre sacaban algo con un poquito de esto o un poquito de lo otro para que lo quisiéramos comprar, y de esta manera nos hacían trabajar más. Mientras andaba recordando su pasado llegaron a otra fábrica; esta, como la mayoría, tenía el techo medio derruido. Era de material de construcción. El maestro Crusoe, junto a los niños, escarbó entre las cajas. Encontraron sacos de yeso y cemento bien embalados y herramientas de obra.

Figura 1.6. Ejemplos de fragmentos del Mundo de Pandora relacionados con el Bloque 3

La relación entre ciencia y literatura ha sido siempre muy intensa (Duran, 2018). A muchos le vendrá a la memoria Julio Verne y su viaje a la luna, 20.000 leguas de viaje submarino y un largo etcétera marcado por la ciencia ficción. Sin embargo, es más propicio pensar en Isaac Asimov, dado su origen como profesor de Bioquímica, que seguramente le hicieron volar a campos donde la ciencia no puede predecir, pero los "psico-historiadores" de su obra "Fundación" sí pueden. Estos titubeos de los grandes escritores de ciencia ficción con la ciencia no son escasos. H. G. Wells, por ejemplo, estudió biología antes de ser uno de los escritores más prolíficos e importantes de ciencia ficción. No podemos dejar de mencionar a Arthur C. Clarke, estudió matemáticas y física en el prestigioso King's College de Londres, y su obra 2001, Una odisea en el espacio.

Aunque no todos tienen una formación científica, se escapan los que han sufrido la pobreza y la guerra y escriben sobre mundos distópicos, como Ray Bradbury, otros de los grandes. Éste no pudo estudiar en la universidad, no sabemos si hubiera escogido algo de ciencias, pero si se puede ver que marcó su obra la manera en la que aprendió; aprendió por sí solo leyendo libros en la biblioteca, lo que le lleva a su obra maestra Fahrenheit 451 (1953), en la que se le da una grandísima importancia a los libros y la lectura. También hay que mencionar en este apartado a George Orwell, que después de haber observado y sufrido las condiciones de vida de las clases sociales de los trabajadores de Londres y París y de luchar en la guerra civil española, crea su ideología social demócrata contra de los totalitarismos nazi y estalinista, de ahí su obra "El gran hermano", concepto que él utilizó para criticar a la sociedad y, que, hoy en día, la sociedad utiliza para crear programas de gran audiencia.

Al margen de estos best seller de la ciencia ficción, hay multitud de profesores que también son aficionados a escribir. Incluso, como les pasó a estos grandes artistas, sin darse cuenta escriben sobre lo que estudiaron o relacionado con ello. Es nuestro caso ya que nos dimos cuenta de que podíamos utilizar "El Mundo de Pandora" en nuestras aulas. Hay investigadores, docentes de ciencia o de primaria, que les encanta la literatura y se han encaminado a la investigación de cómo usar las novelas de ciencia ficción en sus clases de ciencias como es el caso de Pau-Custodio, (2018) y otros que usan novelas de ciencia ficción en la enseñanza de las ciencias (Charles y Bruguere, 2019) para estudiar problemas socio-científicos.

Por lo tanto, esta manera de trabajar la ciencia desde la literatura no es una novedad. Se puede trabajar la ciencia desde la verdad categórica (que describen el mundo actual) o desde la verdad modal (cómo las cosas podrían o deben ser, lo que es posiblemente o necesariamente así (Sider et al, 2008). En nuestro caso, vamos a trabajar con El Mundo de Pandora, un mundo postapocalíptico, o sea trabajaremos con verdades modales, que están muy relacionadas con la teoría de Lewis de los mundos posibles. (Por eso creo en la existencia de entidades que podrían llamarse "formas en que las cosas podrían haber sido". Prefiero llamarlos 'mundos posibles', Lewis, 1973). Trabajar la ciencia desde la ciencia ficción hace que el alumnado tenga esa inquietud por conocer debido a las preguntas que se generan en su cabeza al estar en un mundo destruido.

Una experiencia que nos puede servir de referencia es la que Pau-Custodio et al. (2019) realizan con 86 estudiantes. Examina la discusión de estos y evalúa como podría, a raíz de sus discusiones empíricas y literarias, llegar a aportar algo para la comprensión de los contenidos científicos. Eso se parece mucho a lo que intentamos hacer con Pandora, una pequeña discusión sobre cómo Crusoe va a utilizar los conocimientos científicos para conseguir electricidad e iluminar.

Pandora, al igual que las novelas y cuentos usados por Pau-Custodio y Bruguere, es una novela realística, es decir lo que hace Crusoe (el personaje principal de Pandora)

es posible realizarlo, pero si profundizas llegas a la conclusión de que se requieren otros dispositivos que no son nombrados en la lectura. A diferencia de las experiencias nombradas, Pandora ha sido escrita exclusivamente para el fin educativo, lo que le permite al autor (y profesor) cambiarla a su antojo de un año para otro. Además, convierte a este libro en la el eje principal del año lectivo ya que hilvana todos los contenidos, o su mayoría, lo que facilita que la imaginación del alumno esté activa durante todo el curso, y, por lo tanto, sus ocurrencias y comentarios divertidos, cosa que motiva, que es lo realmente importante.



## CAPÍTULO 2

### 1. Diseño de la Investigación

Habría que indicar que nuestra prioridad no ha sido plantear una investigación que permitiera una extrapolación o una generalización de los resultados obtenidos. Si hubiera sido así, pasaría por la elección de una muestra con unas características, la inclusión de un grupo de control para contrastar los resultados, unos instrumentos que previamente debían ser fiables y validados... Sin embargo, el uso de todas estas circunstancias nos podría alejar del verdadero propósito: conocer mejor a nuestro alumnado (sus conocimientos, experiencias, creencias, destrezas, posiciones...), diseñar una propuesta que favorezca lo más posible sus aprendizajes, llevarla al aula, tomar y analizar datos de su puesta en práctica, reflexionar sobre ellos, estudiar sus efectos en el grupo y en cada estudiante, valorar sus percepciones sobre los cambios introducidos, etc. Nos situamos, por tanto, en el paradigma de la investigación-acción o, si se quiere, en la investigación para la mejora de la práctica profesional.

Siguiendo a Mc Millan y Schumacher (2005) y la simbología de Campbell y Stanley (1979), el diseño que vamos a utilizar se simboliza en la Figura 2.1.

3º ESO en Tecnología =>  $O_i$   $X_1 O_{s1}$   $X_2 O_{s2}$   $X_3 O_{s3}...$   $O_f$

Figura 2.1. Representación simbólica de nuestro trabajo

Donde cada una de las claves tiene el siguiente significado:

$O_i$  y  $O_f$ : Observación inicial (pretest) y Observación final (postest).

$X_1, X_2, X_3, \dots$ : Propuesta innovadora; la fragmentamos en las actividades que la configuran.

$O_{s1}, O_{s2}, \dots$ : Seguimiento de la propuesta; observaciones paralelas a su desarrollo.

Se trata, pues, del estudio de una propuesta innovadora sin grupo de control, con pretest, postest y seguimiento. Los tres elementos clave del diseño son la muestra, la variable independiente y las dependientes.

En relación con la muestra, es la misma en los tres Problemas Principales. Como ya señalamos, no hemos buscado que ésta tuviese unas características especiales, sino que es el grupo que nos asignaron en la distribución horario que se efectuó en el centro a primeros de septiembre de 2022. Es, pues, una muestra incidental.

En relación con la variable independiente (X), se pretende evaluar la puesta en práctica de una propuesta de enseñanza -formada por las actividades  $X_1, X_2, X_3 \dots$  - para abordar el estudio de la electricidad. Usaremos la actividad como unidad de organización de la propuesta diseñada.

En relación con la variable dependiente (medidas con las observaciones), nos hemos centrado fundamentalmente en el aprendizaje del alumnado. Hay tres observaciones diferentes en el diseño respecto al mismo: Observación inicial o pretest ( $O_i$ ), observaciones de seguimiento ( $O_{s1}, O_{s2}, \dots$ ) y observación final o postest ( $O_f$ ).

## 2.- Participantes y contexto

### 2.1. Participantes y centro

La experiencia se ha realizado en un centro de una pedanía de Murcia, dónde el doctorando, escritor de la novela, trabaja impartiendo clases de Tecnologías desde el año 2007. Este pequeño centro que dispone de una sola línea, a pesar de pertenecer a una zona con un nivel socioeconómico medio-bajo o bajo se caracteriza por su carácter innovador.

En el centro, se llevan a cabo metodologías que en la actualidad están en boca de todo docente innovador como son ABP o flipped classroom y otras no tan notables, pero igual de punteras, como son la tutoría entre iguales, enseñanza de la música a edades tempranas, enseñanza entre iguales, ABN. También se llevan a cabo técnicas dentro de las programaciones como son la robótica, chroma key. Por lo que el centro cuenta con una dirección dinámica y acostumbrada a la innovación. La ratio media en el curso 2018-2019 es de 27-28 alumnos.

Trabajamos concretamente con el grupo de 3º de la ESO (14-15 años), 33 alumnos (20 chicos y 13 chicas). La clase era claramente más numerosa que la ratio habitual debido a la finalización de un desdoble que existió hasta 6º de Educación Primaria.

Cabe destacar que los alumnos en estudio pertenecen al período de la adolescencia y por lo tanto debemos tener en cuenta sus cambios fisiológicos, psicológicos y sociales. Atendimos estas circunstancias a la hora de trabajar con ellos, por ejemplo, en grupo.

Pero el aula no sólo son los estudiantes, sino que el profesor forma parte del ecosistema escolar. En este sentido, hemos de señalar que compartimos las orientaciones metodológicas que el propio currículum establece para la materia de Tecnología. Esta asignatura tiene características especiales que requieren de una metodología diferente. Según el citado decreto para el diseño de la unidad didáctica debemos tener en cuenta los siguientes puntos.

- ❖ La resolución de problemas tecnológicos a través del método de proyectos será el eje vertebrador de esta materia. Se propondrán a los alumnos problemas que despierten su interés, para que aporten y construyan la solución a los mismos. El profesor les guiará en este proceso, favoreciendo el trabajo en equipo, el contraste de ideas en la búsqueda de la mejor solución, la creatividad, la autonomía, la iniciativa y el espíritu emprendedor.
- ❖ Las propuestas de trabajo serán variadas para atender adecuadamente a la diversidad de intereses, capacidades y motivaciones del alumno, y deberán mostrar situaciones reales para propiciar que se traslade lo aprendido a distintos contextos dentro y fuera del aula.
- ❖ Se propiciará que los alumnos adopten hábitos de trabajo con criterios no sólo funcionales, sino también de seguridad e higiene, sostenibilidad, conciencia social y expresión artística.
- ❖ Partir del nivel inicial de conocimientos de los alumnos, progresando desde aprendizajes simples hasta otros más complejos, favoreciendo aprendizajes significativos.
- ❖ Siempre que sea posible se hará uso de gráficos o diagramas que faciliten la adquisición de los conocimientos.

- ❖ Se propondrán actividades innovadoras que supongan un reto o desafío intelectual o práctico para los alumnos, fomentando su reflexión e investigación, así como la capacidad de aprender por sí mismos y el espíritu de superación.
- ❖ En los diferentes espacios de trabajo donde se desarrolle la materia, se realizarán agrupamientos flexibles entre los alumnos en la búsqueda del enriquecimiento mutuo, el refuerzo y la profundización de contenidos, garantizando el acceso de todos los alumnos a los objetivos de aprendizaje y evitando situaciones de discriminación.
- ❖ Se aplicarán las amplias posibilidades de las TIC en diferentes ámbitos: búsqueda y estructuración de la información, proceso de diseño y planificación del proyecto técnico, presentación y difusión de trabajos, simulación de dispositivos, comunicación y trabajo colaborativo, entre otros.
- ❖ Es muy importante que los alumnos se expresen y redacten empleando con propiedad la terminología tecnológica, haciendo un uso correcto del lenguaje. Con este fin, se fomentará la lectura de textos tecnológicos y se propondrán actividades orales o escritas, así como presentaciones de los trabajos para debatir a continuación, donde se hará especial hincapié en la capacidad de comunicar, el pensamiento crítico, el respeto a las opiniones de los demás, la educación cívica y la confianza en uno mismo.
- ❖ Se potenciará la utilización de materiales y recursos didácticos diversos, interactivos y accesibles, que favorezcan la adquisición de conocimientos para todos los alumnos.
- ❖ Resulta recomendable el uso del portfolio digital o e-portfolio, que aporta información extensa sobre el aprendizaje del alumno, refuerza la evaluación continua y permite compartir resultados de aprendizaje. En él queda plasmado el desarrollo, evolución y logros de los alumnos en su proceso de aprendizaje, a la vez que es una herramienta motivadora que potencia su autonomía y desarrolla su pensamiento crítico y reflexivo.

## 2.2. Contexto curricular

Al comienzo del uso de Pandora, en el curso 2009-2010, el currículum en vigor era el descrito en el Decreto 291/2007, por aquel entonces la tecnología ya había sido rebajada, y extirpada de 2º de la ESO por la ley Orgánica 2/2006 pero los contenidos seguían siendo variados y extensos en 3º. Los bloques de contenidos eran:

1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos. Constituye uno de los ejes metodológicos en torno al cual se articula la materia, de modo que el resto de los bloques proporcionan recursos e instrumentos para desarrollarlo.
2. Hardware y software. Integra parte de los contenidos asociados a las Tecnologías de la información y la comunicación.
3. Técnicas de expresión y comunicación. Posibilita al alumno el empleo de las técnicas básicas de dibujo y comunicación gráfica necesarias para la actividad tecnológica.
4. Materiales de uso técnico. Recoge los contenidos básicos sobre características, propiedades y aplicaciones de los materiales técnicos más comunes, empleados en la industria, incorporando además aquellos relativos a técnicas de trabajo, modelos de trabajo en equipo y hábitos de seguridad y salud.

5. Estructuras. Proporciona el conocimiento de las fuerzas que soporta una estructura y los esfuerzos a los que están sometidos los elementos que la forman, determinando su función dentro de la misma.
6. Mecanismos. Su propósito es conocer los operadores básicos para la transmisión de movimientos y fuerzas.
7. Electricidad y electrónica. Estudia los fenómenos y sistemas asociados a la fuente de energía más utilizada en las máquinas, así como aquellos cuyo funcionamiento se basa en el control del flujo de los electrones.
8. Tecnologías de la comunicación e internet. Desarrolla los contenidos ligados a las diversas Tecnologías, alámbricas e inalámbricas, que posibilitan el actual modelo de sociedad de la información.
9. Energía y su transformación. Proporciona el conocimiento de las fuentes de energía y las Tecnologías asociadas para explotarlas y hacer uso de las mismas.
10. Control y robótica. Hace referencia al estudio de sistemas capaces de regular su propio comportamiento, y permite aproximar varias Tecnologías entre sí.
11. Neumática e hidráulica. Estudia la Tecnología que emplea el aire comprimido y los líquidos como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. Estos contenidos están íntimamente relacionados con los contenidos de electrónica y robótica dado que, en la actualidad, la industria emplea robots neumáticos o hidráulicos controlados mediante dispositivos electrónicos.
12. Tecnología y sociedad. Trata de entender los aspectos sociales del fenómeno tecnológico, tanto en lo que respecta a sus condicionantes sociales como en lo que atañe a sus consecuencias sociales y ambientales.
13. Instalaciones en viviendas. El alumnado debe adquirir conocimientos sobre los componentes que forman las distintas instalaciones de una vivienda entendiendo su uso y funcionamiento. Ha de reconocer en un plano y en el contexto real los distintos elementos, potenciando el buen uso para conseguir ahorro energético.

El autor de este trabajo escribió un libro de texto asociado a la novela Pandora con todas estas temáticas; instalaciones en la vivienda, electricidad, electrónica, fuentes de energía, tecnología y sociedad, neumática, hidráulica, robótica, Internet, mecanismo...

Pero, con el decreto que vino posteriormente 220/2015, se mermaron los contenidos de Tecnología. Es evidente que, tras el duro trabajo en el diseño de la novela para que aparecieran todos los conocimientos del anterior decreto, este cambio supuso un duro golpe, ya que algunos de los nuevos contenidos -por ejemplo, Mecanismos o TICs- no estaban previstos en la novela. Por ello, retiramos el libro de texto, pero continuamos trabajando con la novela.

En la nueva versión incorporamos nuevas situaciones en la narración para poder incluir o encajar los nuevos contenidos. Además, la completamos con la posibilidad de ser usada de manera multidisciplinar; la novela se enriqueció y fortaleció con numerosos debates que tenían que ver con el capítulo leído y con la inclusión de contenidos de otras materias que no eran tecnologías.

### **3.- Variable independiente: propuesta innovadora ensayada**

#### **3.1. Modelo de planificación de la Unidad Didáctica**

El "horror que sentía Max Webber por el potencial destructivo de la humanidad que se almacenaba en la burocracia" (Bates, 1989) se materializa en la exigencia burocrática de realizar las programaciones escolares, tan habituales en nuestro sistema educativo. La obligatoriedad enturbia la importancia y la necesidad de planificar la acción docente y los convierte solo en una exigencia administrativa y, por lo tanto, al desinterés real a hacerlo bien.

Esa presión de la inspección educativa para la entrega de documentos, no va acompañada de una mínima revisión de los mismos. Rara vez se leen (en el mejor de los casos caen en el olvido digital y en el peor hacen gasto de recursos materiales innecesariamente), lo que hace que los docentes se conviertan "en una especie de seres inhumanos" que realizan tareas innecesarias (Hummel, 1982). Esto provoca que se elaboren documentos similares cada año o que se hagan propios los realizados por diferentes editoriales, sin atender a factores como la priorización de contenidos y competencias, número de alumnos por aula, experiencias previas del profesor y los alumnos, etc. (Sánchez & Valcárcel, 1993).

Sin embargo, si dejamos a un lado la exigencia administrativa, la planificación puede y debe ser una tarea de estudio, de actualización, de clarificación de intenciones educativas, de valoración de experiencias propias y de otros profesores, de búsqueda de recursos, de intercambio entre compañeros, de reflexión, de toma de decisiones... Con este enfoque, se transforma en una capacidad totalmente necesaria y obligada para llevar a cabo la loable labor de un docente. En este contexto, según Pro (2006, 2008; 2010), la planificación se basaría en siete tareas:

- 1.- Buscar la presencia de los contenidos con el entorno del alumnado.
- 2.- Identificar y analizar los contenidos de ciencias del entorno del alumno.
- 3.- Analizar los logros y dificultades que tienen los estudiantes con los conocimientos del tema.
- 4.- Concretar los objetivos de enseñanza (o los estándares que actualmente se utilizan más)
- 5.- Estudiar la manera de que los objetivos contribuyan a la adquisición de competencias.
- 6.- Proponer y establecer una secuencia de las actividades de enseñanza y elaborar los materiales correspondientes.
- 7.- Establecer las estrategias de evaluación.

Un objetivo transversal que sugiere el artículo (Pro, 2008; 2010) es de mantener la coherencia entre las tareas anteriores que intentaremos mantener en todo momento. En la Figura 2.2 se recoge el esquema de las tareas.

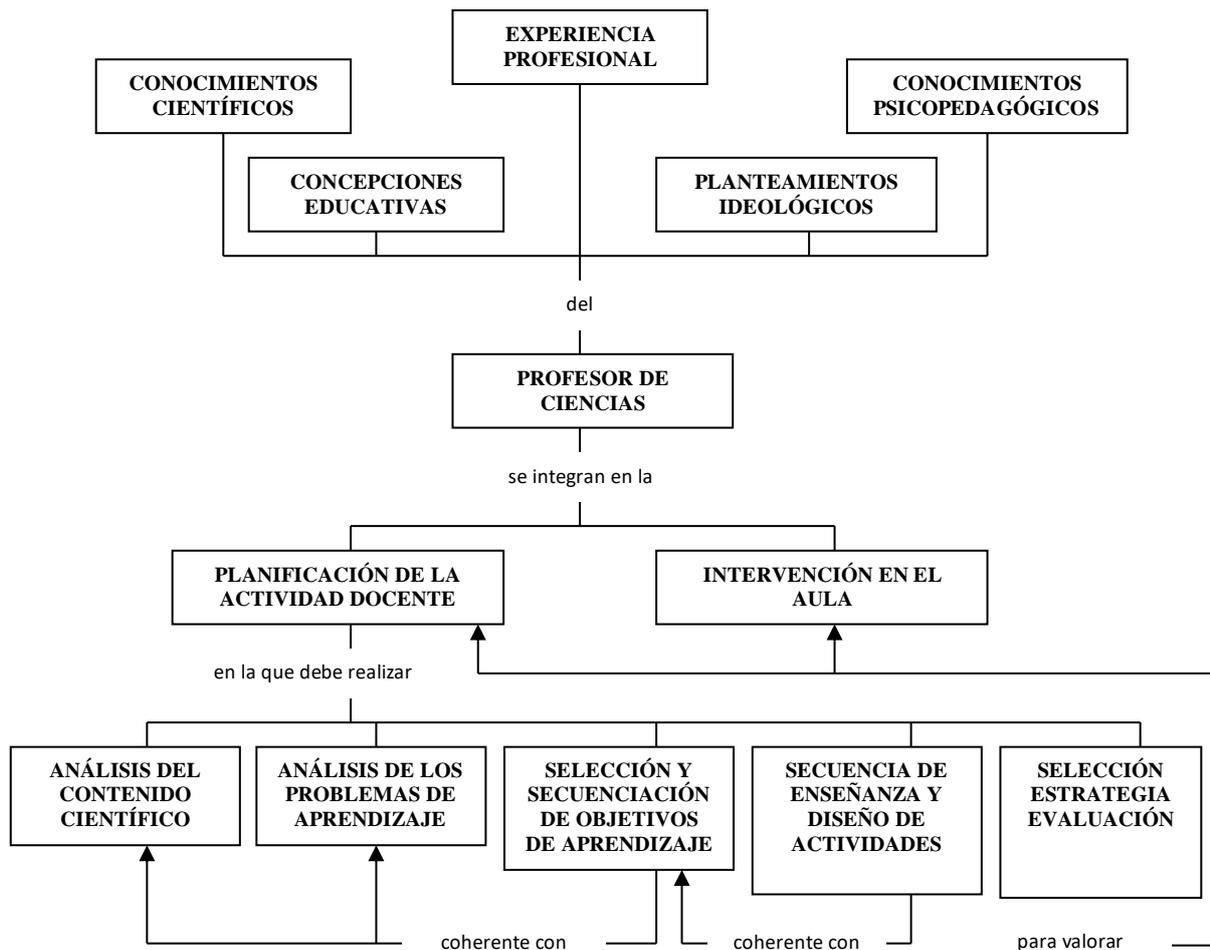


Figura 2.2. Modelo de planificación

Para el estudio de la electricidad a través de la literatura en 3º de la ESO adaptaremos este modelo y lo haremos, no en referencia al entorno del alumno sino al entorno que la imaginación le permita crear a través de la literatura. No obstante, tendremos que considerar los estándares; se recogen en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Estándares relacionados con la electricidad

<b>Estándares relacionados con la electricidad y corriente eléctrica</b>	
2.1.	Explica los principales efectos de la corriente eléctrica y su conversión.
2.2.	Utiliza las magnitudes eléctricas básicas.
2.3.	Diseña utilizando software específico y simbología adecuada circuitos eléctricos básicos y experimenta con los elementos que los configuran.
3.1.	Manipula los instrumentos de medida para conocer las magnitudes eléctricas de circuitos básicos.
4.1.	Diseña y monta circuitos eléctricos básicos empleando bombillas, zumbadores, diodos led, motores, baterías y conectores.

Sin embargo, tendremos siempre en cuenta que la dinámica de la clase exige un trabajo sistemático en grupos donde sea posible el contraste de ideas, el intercambio de opiniones, la realización de tareas conjunta y la reflexión crítica permanente sobre lo que se va realizando (García et al, 1995)

### 3.2.- Fundamentos de la propuesta

#### 3.2.1.- Tarea 1: Relación de los contenidos con el entorno del alumnado.

Hay un proverbio hindú que permite ver nuestros objetivos a la hora de relacionar los contenidos con la lectura "A los ignorantes les aventajan los que leen libros. A estos, los que retienen lo leído. A estos, los que comprenden lo leído. A estos, los que se ponen manos a la obra". Siguiendo esta filosofía nos adentramos en las distintas formas por las que la sociedad proporciona a los alumnos un mundo postapocalíptico que le haga pensar en Pandora y en los conocimientos que en ella vamos a estudiar y a practicar.

#### Desde una perspectiva social en referencia al tema literario

En los periódicos, alguna vez, podemos ver noticias que explícita o implícitamente nos amenazan con la llegada del apocalipsis (ver Figuras 2.3).



### La urgencia de incrementar ya la ambición contra el calentamiento

Figura 2.3a. Noticia de prensa 1

#### CLAVES



### Narcisistas nucleares

JOSÉ I. TORREBLANCA | 06/07/2017 - 00:00 CEST

Los perfiles psicológicos de Donald Trump y Kim Jong-un son –por decirlo educadamente– inquietantes

Figura 2.3b. Noticia de prensa 2

EL MUNDO EN EL 2050



## 2050: cómo evitar un futuro de 'Mad Max'

JAVIER SALAS | 06/11/2017 - 09:59 CET

El cambio climático y la guerra nuclear son las mayores amenazas que afrontar a mediados de siglo, aunque aparecen otras como pandemias, falta de alimento y tecnoterrorismo

Figura 2.3c. Noticia de prensa 3



## Cómo se ha preparado EE UU para un apocalipsis nuclear, en imágenes

EL PAÍS | 22/06/2018 - 13:42 CEST

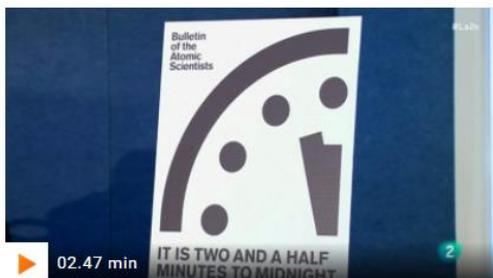
Desde la administración Truman Estados Unidos se prepara para mantener el funcionamiento del Gobierno en caso de apocalipsis nuclear

Figura 2.3d. Noticia de prensa 4

Este último artículo indaga de lleno en la necesidad de plantearse las tecnologías necesarias para sobrevivir al y en el Holocausto. Tal y como hace nuestra novela.

Todas estas noticias refuerzan la introducción del alumno a "El Mundo de Pandora" donde queremos que plantee retos: qué pasaría con la electricidad de nuestros hogares si no existiera, de dónde sale, cómo podríamos obtenerla y utilizarla...

Aunque la mayoría del alumnado no suele tener interés en leer la prensa escrita según Parratt (2010), los índices de lectura de prensa se están reduciendo y lo hacen de manera especialmente significativa entre los lectores más jóvenes), muchos ven las noticias en la televisión, tal como remarca García et al (2018): "la televisión sigue siendo la alternativa más popular para acceder a las noticias", aunque sea solo porque está allí delante y su padre o madre quiera verlas. Y esa fuente de información también nos ayuda, a menudo, a pensar en la posibilidad de una hecatombe mundial. Los documentales también hacen su contribución a conminar a la imaginación a entrar en esos mundos (ver Figuras 2.4).



## A dos minutos y medio (simbólicos) de un apocalipsis mundial

Existe un reloj simbólico que mide lo cerca que estamos de un apocalipsis mundial provocado por el hombre. Las doce de la noche, o las 00.00 horas, representan el fin del mundo, y este 26 de enero nos acercamos a sólo dos minutos y medio. El año pasado estábamos a 3 minutos, pero los científicos que están a cargo de ese reloj han decidido aproximarnos 30 segundos más al punto fatídico. Hay varias razones, pero las principales son el avance del

cambio climático y el discurso de Donald Trump, que niega el calentamiento y alienta el rearme nuclear

Figura 2.4a. Programas de TV



### El apocalipsis de los insectos

En el 2013, *El Escarabajo Verde* ya se interesó por "El Declive de las Abejas". Cinco años después, este descenso se constata y se generaliza para todos los insectos. Las consecuencias para la cadena trófica y para el hombre pueden ser nefastas.

07.12.2018

Figura 2.4b. Programas de TV

Pero sin duda lo que más cerca está del mundo de los alumnos que le puede recordar a un mundo destruido donde deben de intentar sobrevivir son los videojuegos. Ya que Navarrete-Cardero et al. (2015) concluyen que un gran número de jóvenes juega a videojuegos de contenido apocalíptico (ver Figuras 2.5).

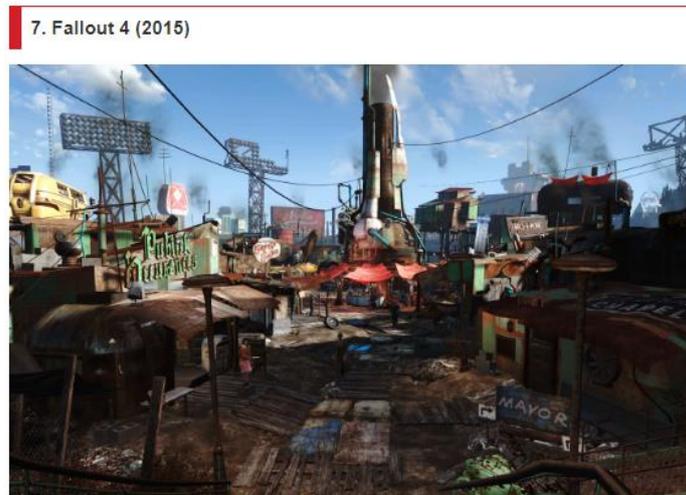


### Vuelve Lara Croft para salvar al mundo de un apocalipsis maya

Lleva más de 20 años siendo un icono; para unos sexual, para otros feminista... Desde que comenzaron sus aventuras, allá por 1996, Lara Croft, la heroína del videojuego Tomb Raider, no ha dejado a nadie indiferente. Ahora regresa a las consolas para salvar al mundo de un apocalipsis maya.

14.09.2018

Figura 2.5a. Videojuegos 1



La cuarta entrega numerada de la saga Fallout siguió con el apocalipsis nuclear como lo más representativo de su estética. En esta ocasión nos presentaron la zona de Massachusetts. La estética de los años cincuenta se juntó con los tonos ocres de lo que antaño fue un mundo habitado. Con la renovación de motor gráfico, y a

Figura 2.5b. Videojuegos 2

## The Last of Us



Joel y Ellie atraviesan una versión muy diferente del mundo que conocemos. Después de que el hongo *Cordyceps* acabase con gran parte de la población (y a otros los convirtiese en chasqueadores) la naturaleza comenzó a reclamar los espacios, y

Figura 2.5c. Videojuegos 3. *The last of us*. Gavin A. & Rubin J. (2013)

Descontando las razones, ya sean nucleares, zombies o de cambio climático este tipo de videojuegos presentan unos escenarios ideales para plantearse la importancia de las tecnologías en nuestra sociedad y en las venideras. Punto que nosotros utilizamos para sumergir a nuestros alumno/as en ese mundo postapocalíptico que les generará la necesidad de aprender tecnologías viviendo una aventura imaginaria...

### Desde una perspectiva social

Es cierto que, para nuestro estudio, nos dan mucho juego películas y series, pero en son científicamente improbables, por no decir imposibles (ver Figuras 2.6).

Empezamos por películas muy famosas como *La Guerra de las Galaxias* (Lucas, 1977), donde las espadas son visibles pese a estar propagándose sobre el aire. También es bastante difícil de explicar científicamente porque el láser o la corriente eléctrica, o lo que quiera que sea eso tan intenso, solo llega hasta ahí, o peor todavía como llega hasta ahí y vuelve al mango, si es que vuelve. A lo que nos concierne más sobre electricidad y fuentes de energía. ¿Qué tipo fuente de energía debe tener el mango para desarrollar una potencia tan inmensa capaz de cortar naves, paredes, piernas...?



Figura 2.6a. Películas 1

Esta saga da mucho juego. Cuando Luke Skywalker va a ver a Yoda, por primera vez, su nave cae al agua. La preocupación del joven es cómo la sacará del agua para escapar del planeta. Pero la verdad es que difícilmente haría funcionar los circuitos de la nave, ya que los cortocircuitos habrían destrozado los dispositivos electrónicos y quizás la "batería", entre otras cosas. Sin embargo, al ver la salir la nave del agua, suena la canción como si todo estuviera arreglado, cuando lo que tenía que hacer Luke es girarse hacia el Yoda y decirle: ¿Y ahora qué, maestro? ¿La vas a arreglar?



Figura 2.6b. Películas 2

Vamos a ver otra superproducción: Matrix (Wachowski, 1999). En ella, descubren que las máquinas cultivan seres humanos para conseguir la energía de su calor, energía que necesitan para seguir encendidas, por no decir vivas. Eso no sería una gran idea por parte de las máquinas ya que el ser humano no les serviría como fuente de energía. Consume más energía que calor produce. Sería como mantener los coches encendidos para poder cargar los móviles en el USB del coche, un malgasto de energía.

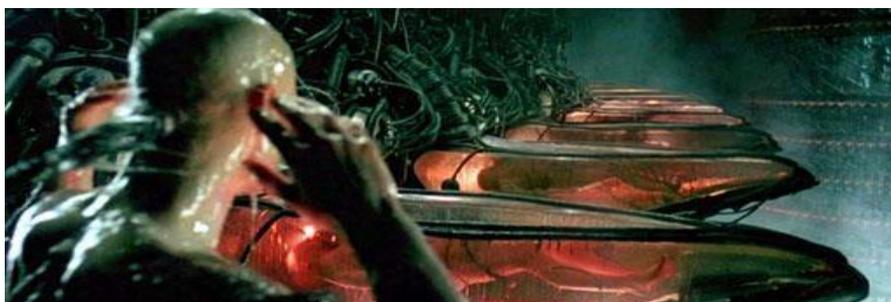


Figura 2.6c. Películas 3

Como estos, hay muchos más errores que dificultan la asimilación de conceptos por parte de alumnos. Las múltiples películas que disparan en el espacio: cómo combustionan la bala sin oxígeno y sale disparada la bala, ¿y la del pistolero no? O cuando salen hablando tranquilamente en medio del espacio, sin aire, que pueda transmitir esas ondas. Es curioso como una película tan antigua como *2001 Una odisea*

en *el espacio* (Kubrick, 1968) respetó el silencio y la ingravidez del espacio y otras que vinieron luego no, como *Independence day* (Emmerich, 1996).

Con las más modernas, como *Ready Player One* (Spielberg, 2018), llama la atención que en una furgoneta puede hacer funcionar toda esa tecnología, ¿de dónde sacaba la energía? ¿Qué tipo de generador silencioso usa, para pasar desapercibidos? Al leer el libro deseaba ver la película porque no me imaginaba la situación, busqué imágenes, encontré esta y eso hizo que no quisiera ver la película. En el libro me agobiaba pensar que se quedaría sin energía y, al ver esta imagen llena de luces innecesarias encendidas... deseché la idea de ir al cine. Por cierto, espero que la antena que le conecta con Oasis estuviera por fuera porque transmitir una conexión tan ancha metida en una caja de metal como esa... sería como intentar hablar con el móvil desde un ascensor cerrado.



Figura 2.6d. Películas 4

En general son cosas sin importancia, pero a veces se ven cosas preocupantes como una adolescente empalmando un cable de alta tensión mientras saltan chispas, como en la película de *I am a mother* (Sputore, 2019), también película futurista en la que la raza humana prácticamente se ha extinguido. Todavía tiene más guasa si encima el cable lo ha pelado un ratoncito que está en perfectas condiciones, con un pelaje algodónoso adorable.



Figura 2.6e. Películas 5

No todo es malo en la tele ni va enfocado a dificultar el aprendizaje de la gente. Hay algunos medios que se encargan de transmitir una información que ayudaría, por ejemplo, a la joven de la película anterior (ver Figuras 2.7). En este caso vemos un ejemplo de la televisión de Extremadura.



Figura 2.7a. Televisión 1

Aunque los temas relacionados con la luz en la televisión vienen relacionados con el precio y la economía en general, como el de *Al Rojo vivo* (Bustillo, 2011-2023) en la Sexta. También hay noticias que incluso llegan a nombrar magnitudes en estudio como la potencia, cuando, por ejemplo, hay un incendio por sobrecargar una regleta.

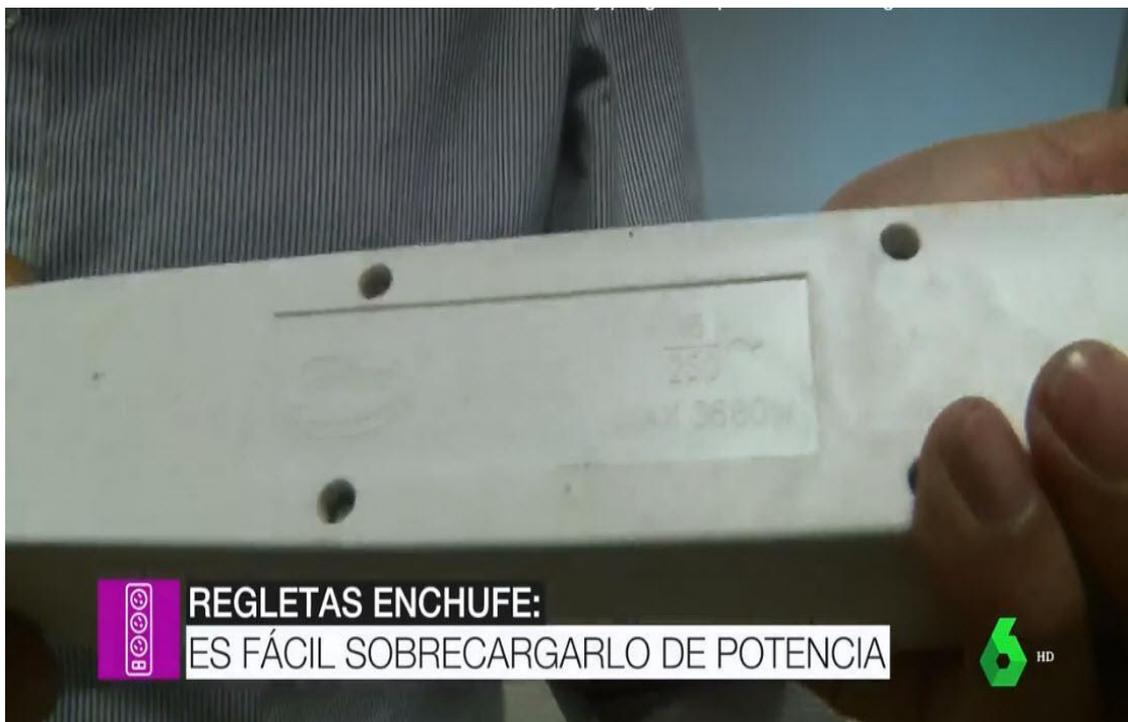


Figura 2.7b. Televisión 2



Figura 2.7c. Televisión 3

No solo la televisión contribuye a diseminar conceptos eléctricos. En los periódicos prácticamente a diario podemos ver una noticia que hace uso de los contenidos, como por ejemplo cuando Manhattan se queda a oscuras por la “explosión” de un transformador según el artículo, quizás, un poco de película de acción. Pero habla de la sobrecarga subida por el excesivo uso de los aires acondicionados.

En un país tan propicio a las energías renovables como el nuestro también hay muchas noticias relacionadas con las fuentes de energías limpias. Aunque quizás un poco orientada a la publicidad, ya que parece que en este artículo Endesa es un alma caritativa preocupada por la despoblación de los pueblos españoles. Este efecto nos puede llevar a que alumnos puedan preguntarte sobre las macro empresas españolas de la electricidad.

## NOTICIA PATROCINADA



## Viento y sol para llenar 37 municipios de la España vacía

EL PAÍS | 03/07/2019 - 11:46 CEST

Endesa ha impulsado la construcción de parques eólicos y fotovoltaicos en varios municipios que sufren despoblación

Figura 2.7d. Televisión 4

Los cómics también tienen temas de actualidad que nos competen y en los que podemos ver la electricidad con un protagonismo principal (ver Figuras 2.8).



Figura 2.8a. Comic 1

Existen otros comics más asombrosos y repletos de poderes hasta la incomprensión en el que la electricidad también es capaz de hacer prácticamente todo: te da poder para volar, romper paredes... lo que haga falta, como el caso de la superheroína Tormenta.



Figura 2.8b. Comic 2

### Desde una perspectiva educativa.

Alejado de todo esto hay profesores que se entregan con actividades prácticas para intentar paliar las consecuencias de estas producciones, o que divulgan programas de la televisión que intentan mostrar buenas prácticas con la electricidad.

Podemos hacer una pequeña recopilación de actividades que se han realizado para dar los contenidos sobre electricidad en la ESO (ver Figuras 2.9). Las siguientes usan el programa CrocodileTechnology (Pérez-Lizar, 2015), el mismo que damos uso nosotros en nuestra unidad didáctica.

4. Con ayuda de Crocodile monta el siguiente circuito, calcula la intensidad que circula por el circuito y por cada una de las resistencias.

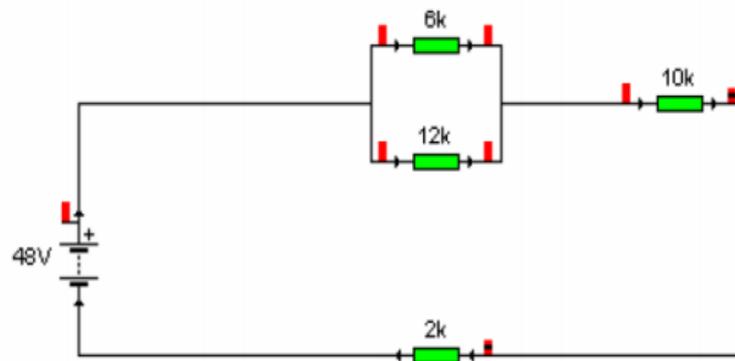


Figura 2.9a. Actividad ejemplo 1 de Pérez-Lizar, 2015

4. Con ayuda de Crocodile monta el siguiente circuito.

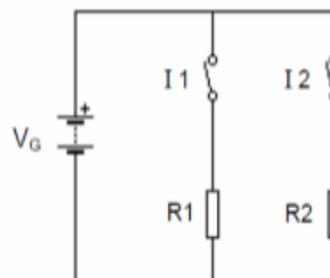


Figura 2.9b. Actividad ejemplo 2 de Pérez-Lizar, 2015

“El uso de programas simuladores facilita el aprendizaje de los alumnos” (Pérez-Lizar, 2015). Este autor también, al igual que Coca (2013) identifican la metodología participativa y el aprendizaje cooperativo como un factor de mejora en la adquisición de conocimientos; con dos grupos de 2º de la ESO valoró “la ganancia total” en 0,4 que dista del grupo de control con metodología tradicional que obtuvo un 0,27.

En edades más tempranas también tenemos experiencias (De Pro & Moreno, 2010). Ellos creen no es adecuado priorizar los contenidos declarativos frente a los fenomenológicos en edades tempranas, porque se plantean pocas actividades

prácticas y se conecta poco con las «cosas» que pueden interesar a los niños. Es una opinión que consideramos muy interesante, su experiencia fue con alumnos de 5º de primaria en los que, según los libros se pedía unos altos conocimientos teóricos y no tan prácticos, por lo que se aleja a los alumnos de sus intereses.

TAREA	CUESTIÓN	TIPOS DE RESPUESTAS
Circuito simple	(Qué sucede a la bombilla al accionar el interruptor) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque el interruptor deja pasar la corriente» (5/21) «Porque llega electricidad a la bombilla» (3/21) «Porque le llega energía» (3/21) «Porque la pila le da energía» (3/21)
	(Qué sucedería a la bombilla si le quitamos uno de los cables) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque no se transmite electricidad» (3/21) «Porque no llega electricidad a la bombilla» (3/21) «Porque no le llega energía» (3/21) «Porque los cables le dan electricidad» (3/21) «Porque se rompe el circuito» (3/21)
Circuito en serie	(Qué bombilla se enciende antes) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque las dos se encienden al mismo tiempo» (6/21) «Porque les llega la misma electricidad» (3/21) «Porque les llega la misma energía» (3/21)
	(Cuál de las bombillas se enciende más) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque les llega la misma electricidad» (3/21) «Porque las bombillas son iguales» (3/21) «Porque se encienden al mismo tiempo» (3/21) «Porque le llegan los mismos voltios» (3/21)
	(Si aflojas una, qué le pasa a la otra) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque la otra no se ilumina» (9/21) «Porque se rompe –se abre– el circuito» (5/21) «Porque no tiene corriente» (4/21)
	(Qué ocurriría si añadimos una tercera bombilla) Justifícalo.	«Porque tienen menos potencia» (4/21) «Porque la energía se gasta en las otras bombillas» (3/21) «Porque las bombillas son iguales» (3/21)
Circuito en paralelo	(Qué bombilla se enciende antes) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque está más cerca del interruptor» (3/21) «Porque toca el interruptor» (3/21) «Porque la energía que sale de la pila les llega a la vez» (3/21)
	(Cuál de las bombillas se enciende más) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque las bombillas son iguales» (15/21) «Porque el circuito está cerrado» (3/21)
	(Si aflojas una, qué le pasa a la otra) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque el circuito sigue –está– cerrado» (18/21)
	(Qué ocurriría si añadimos una tercera bombilla) Justifícalo.	«Porque las bombillas son iguales» (12/21) «(se iluminan menos) porque tienen que repartir la corriente» (3/21)

Figura 2.9c. Secuencia de experiencias de laboratorio de Pro et al, 2006

Otra experiencia con actividades muy prácticas puede ser la de Macías (2004). Se basa en unas actividades muy diversas, algunas parecidas a las que queremos plantear nosotros. Aunque él usa unos pretest y postest separados en tres grupos: teorías implícitas, comprensión y aplicación, los consideramos interesantes; aunque quizás de unos conocimientos muy profundos para las edades con los que vamos a trabajar y los contenidos que vamos a tratar.

**Experiencia 5ª: Electroimán.**

**Material:** Una pila de 4,5 V, hilos metálicos con pinzas de cocodrilo para facilitar las conexiones y desconexiones, interruptores, hilo de cobre esmaltado (0,5 mm), un tornillo de hierro (≅ 20 cm) y pequeñas puntas de hierro o clips de oficina (Figura 29).



Figura 2.9d. Actividad ejemplo de Macías, 2004

Aunque el objetivo que persiguen todas las prácticas es el de que el alumnado manipule los objetos y dispositivos, también recurriremos en nuestra metodología a las “experiencias de cátedra”, en las cuáles el profesor lleva a cabo, ante la clase o un parte, la experiencia para que todos puedan verlo. En este caso, en la metodología de Pandora se llevará a cabo cuando alumnos voluntarios y el profesor leen y escenifican la parte en la que Crusoe enseña algo determinado a Tula.

Cabe destacar los recursos que proporciona la red (ver Figuras 2.10), tales como programas, aplicaciones o web dedicadas a la educación o incluso la de grandes empresas, que tienen un apartado pedagógico como Endesa o Consum.

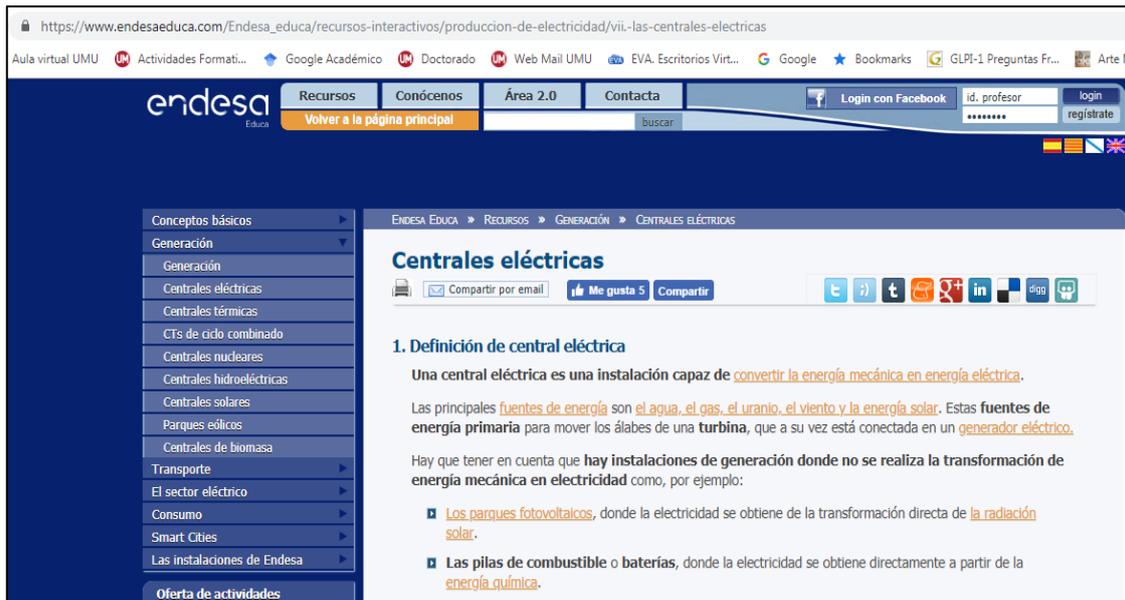


Figura 2.10a. Web relacionada con la multinacional Endesa dedicada a la educación.

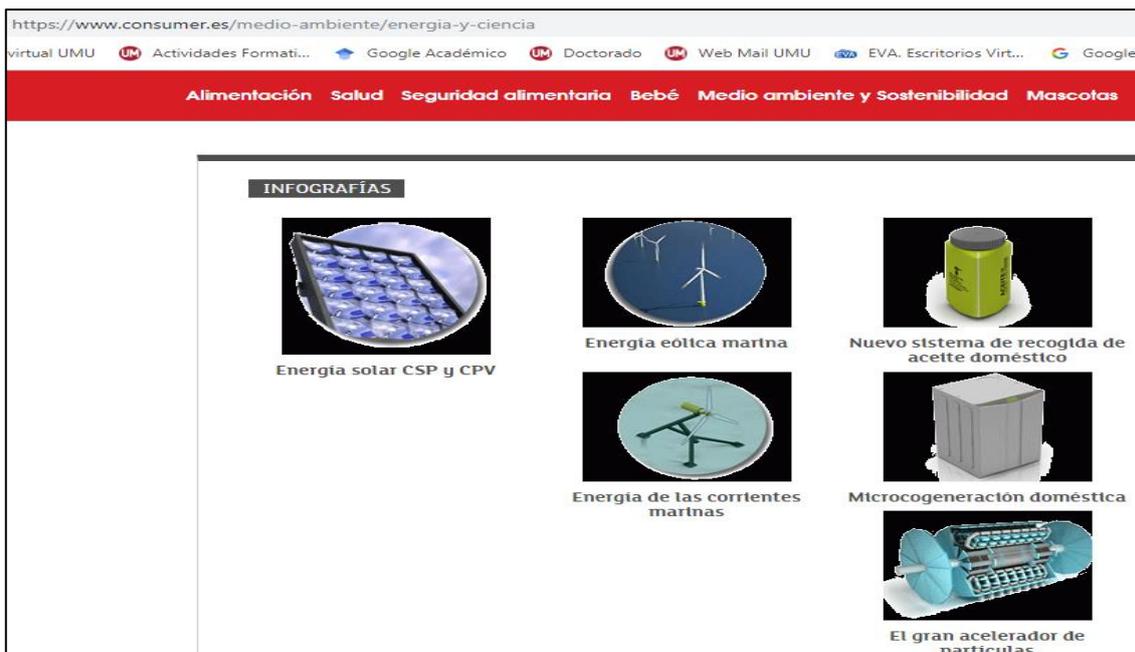


Figura 2.10b. Web relacionada con Eroski/Consum dedicada a la educación.

Hay algunas webs que te permiten el uso de programas on line, sin necesidad de descarga e instalación; por ejemplo CircuitLab (<https://www.circuitlab.com/editor/#>) o la demo del programa que vamos a utilizar Crocodile Clips Technology que se puede descargar en webs como <https://www.areatecnologia.com/Programas-gratis-tecnologia.htm> (ver Figuras 2.11)



Figura 2.11a. AreaTecnologia.com

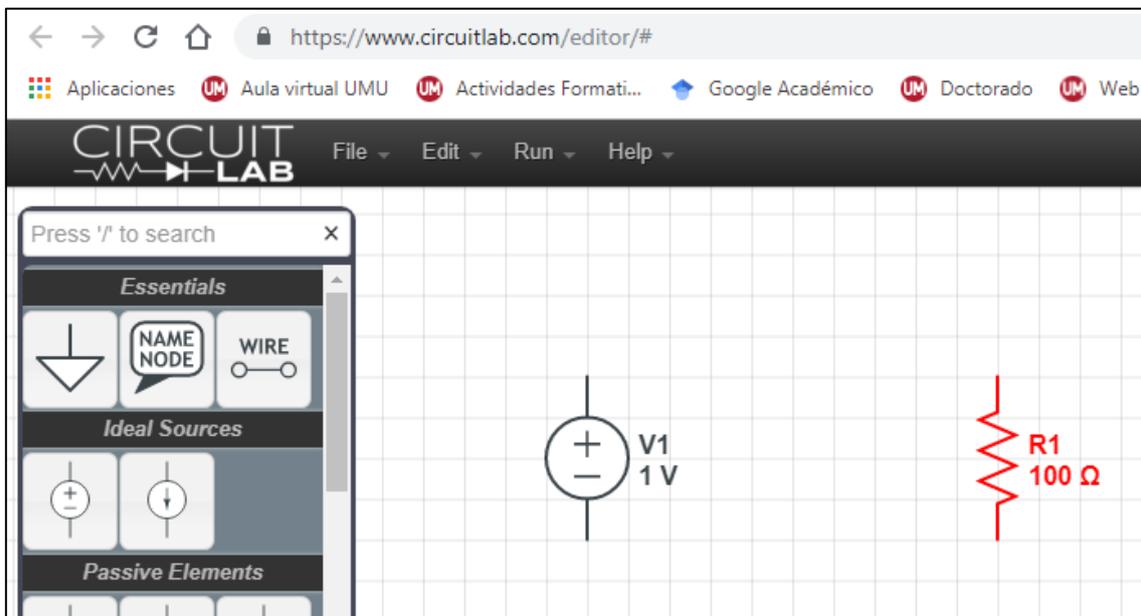
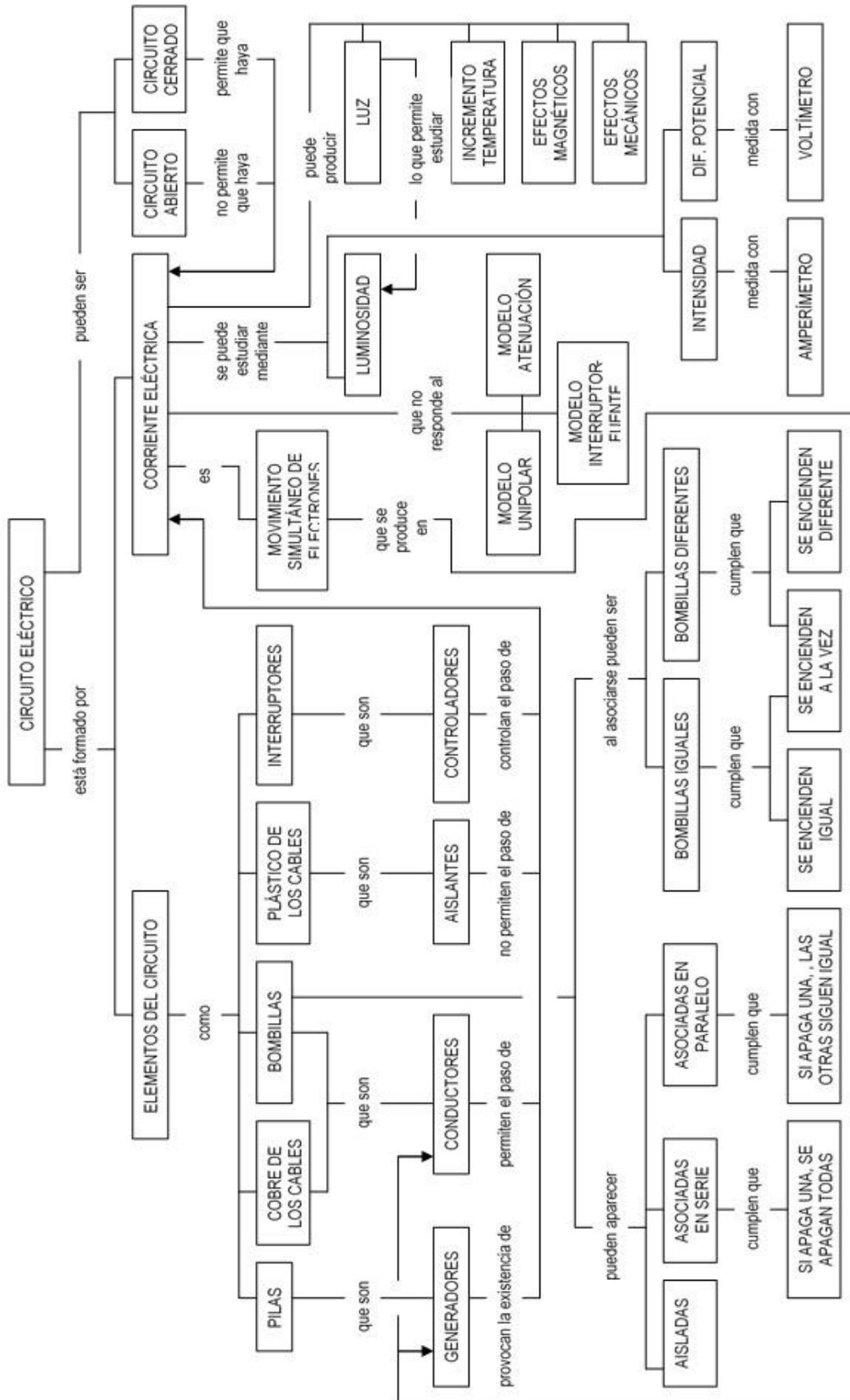
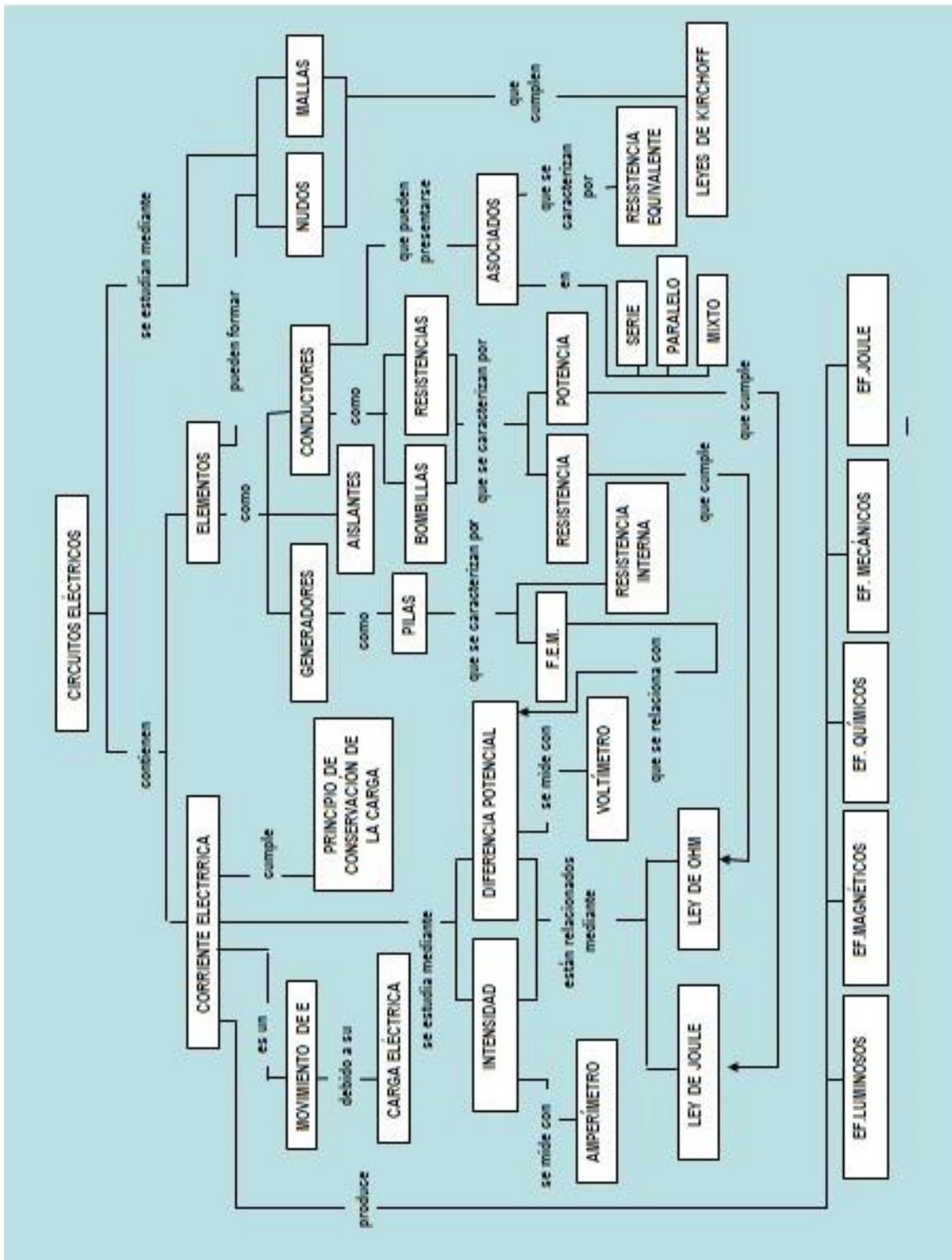


Figura 2.11b. Simuladores en línea de CircuitLab

### 3.2.2.- Tarea 2: Identificar los contenidos en un mundo postapocalíptico.

En las Figuras 2.12, se recogen unas representaciones de los Circuitos eléctricos, recogidos por Pro (2006; 2008; 2010).





Por norma general, en este punto, lo más coherente sería analizar los contenidos de ciencias, pero la metodología que aquí planteamos nos obliga a identificar algo más: los contenidos en estudio en un mundo imaginario postapocalíptico, ya que es donde nos gustaría que se situaran los alumnos durante todo el curso.

Tras la Segunda Guerra Mundial, el gobierno federal estadounidense pidió a AT&T que los principales edificios de su red de larga distancia pudieran mantenerse operativos tras un ataque nuclear (García, 2016). De ahí se intuye la importancia que se le dio, no solo a las centrales telefónicas como en este caso, sino a la tecnología en general para intentar sobrevivir al Apocalipsis. Sin ir más lejos, el 09/04/2020 el diario El País revelaba que Finlandia había abierto unos almacenes secretos para hacer frente al desabastecimiento tecnológico por la crisis del COVID19. El país escandinavo había almacenado respiradores y mascarillas en distintos puntos del país, en secreto y soterrados bajo tierra (Domínguez, 2020).

Todas estas situaciones, subrayan la importancia de las tecnologías en el caso de que llegara a suceder el Apocalipsis. Y es en este punto, en el que se basa Pandora para cambiar las tradicionales lecciones para aprender tecnología por las divertidas lecciones para aprender a sobrevivir en un mundo postapocalíptico.

### 3.2.3.- Tarea 3: Identificar los logros y dificultades en el aprendizaje de los contenidos.

El carácter abstracto de los fenómenos de electricidad hace que el alumnado presente dificultades de comprensión y frustración en muchos estudiantes (Maloney et al. 2001). En la Tabla 2.2 se recogen los hallazgos de Shayer y Adey (1984) en cuanto a los conocimientos de la Electricidad, en función del desarrollo evolutivo.

Tabla 2.2. Capacidades según el desarrollo evolutivo (Shayer y Adey, 1984)

Estadio evolutivo	Concreto inicial	Concreto avanzado
Electricidad	Las bombillas se encienden cuando están conectadas a las baterías. Una bombilla muy luminosa tiene más energía que otra con menos luz. Es probable que interiorice el modelo de corriente eléctrica unipolar. No relaciona potencial con la distribución de corriente	Puede usar el voltaje como una medida global de las fuerzas eléctricas. Aunque es capaz de interpretar lecturas de un amperímetro como medidas de electricidad, el concepto de corriente se confunde con el de voltaje y, por tanto, da una explicación de "voltaje" a los efectos de la corriente
	<b>Formal inicial</b>	<b>Formal avanzado</b>
	Noción de resistencia como la razón $V/I$ . Puede usar un modelo de fluido de corriente eléctrica y, con él, predecir las propiedades de los circuitos (cuando cambia la polaridad de la batería, en serie y en paralelo). Dibuja los circuitos en términos de un modelo consistente de doble conexión	El potencial como una propiedad intensiva y se distingue de una extensiva. De ello, deduce que el potencial es la energía requerida para pasar una carga eléctrica de un punto a otro. Todavía necesitará que se le introduzca correctamente el concepto

Si consideramos las aportaciones realizadas desde la identificación de las ideas previas, los obstáculos de aprendizaje o las concepciones alternativas, encontramos:

- piensan que las cargas son partículas; no diferencian campo y fuerza electrostática; el concepto de potencial carece de significado para ellos; sus conocimientos matemáticos son muy limitados para comprender las leyes.
- los estudiantes suelen "adornar" sus razonamientos y comportamientos con concepciones mágicas y "aires de peligrosidad"; algunos elementos (baterías, resistencias o bombillas) son "cajas negras" y algunos fenómenos son interpretados de forma esotérica.
- el uso de representaciones de los circuitos presenta dificultades por una dependencia icónica: no razonan igual con un diagrama que con uno real.
- consideran la corriente eléctrica como un fluido que sale del generador y va atravesando los diversos elementos del circuito (modelo unipolar, concurrente, atenuación, reparto e interruptor-fuente).
- tienen problemas con el uso de amperímetros y voltímetro (forma de conectarlos, lecturas, escalas...).
- la resistencia es algo que "se opone a la corriente" y la fem a una "fuerza que la ayuda"; no piensan que un cable tenga resistencia; usan indistintamente potencia y energía.
- creen, por paralelismo, que existe el monopolo igual que existen "las cargas aisladas" en la interpretación de fenómenos electromagnéticos.
- existen problemas derivados del lenguaje cotidiano ("corto"; electricidad; voltaje...) pero otros se deben a la propia terminología científica (resistencia, fuerza electromotriz...).

Nos parece especialmente interesante el trabajo de Pontes y Pro (2001), más concretamente y en entorno a la edad de 16 años. Ellos realizaron un estudio en el que a esa edad solo el concepto de intensidad de corriente solo el 29,4 % lo asimilaba; la ley de Ohm y las asociaciones en paralelo y serie sólo el 14,7 % era capaz de controlarlo; la resistencia eléctrica y diferencia de potencial solo acertó a contestar el 5,6%; el control de la ley de ohm en circuitos mixtos (además en este estudio daban también a Kirchoff) contestaron bien el 7,7 %.

Hay otros que aportan reflexiones diferentes. Así, Arons y Redish (1997) señala a los docentes como culpables cuando se refiere a una 'colisión' destructiva entre estudiantes y profesores. No obstante, defiende que "con mucho, la parte más difícil del problema es transmitir la comprensión a nuestros colegas". Continúa criticando también al alumnado y les llama "stubborn" (tercos) por reivindicar su derecho a aprender por memorización sin comprender lo que deben aprender. Como conclusión, señala, "una gran mayoría de estudiantes universitarios de ciencia y tecnología no tienen más comprensión que las ideas involucradas de un niño de 7 años".

Incluso entre los estudiantes de Física de la universidad conceptos importantes de la teoría eléctrica como carga, diferencia de potencial y capacidad eléctrica no son utilizados científicamente por la mayoría de estudiantes (Aranzabal et al., 2008 y Mulhall, McKittrick y Gunstone, 2001)

Para poner remedio a ese tipo de problemas de formación del profesorado Etkina (2010) propone reforzar los conocimientos desde tres puntos de vistas diferentes, los puramente contenidos o teóricos, los puramente pedagógicos y la unión de ambos que significa mostrar, expresar o focalizar los contenidos de una manera más

pedagógica para que se transmitan mejor los conocimientos, tal como se recoge en la Figura 2.13.

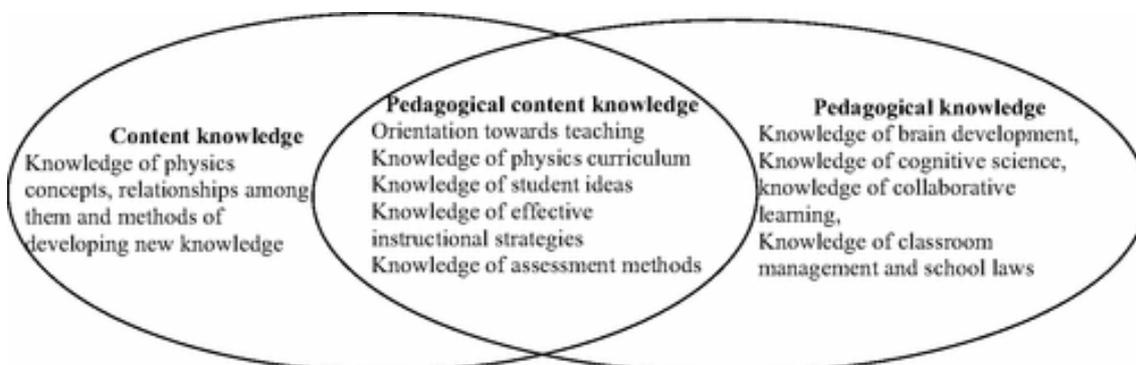


Figura 2.13. Mejora en la formación del profesorado propuesta por Etkina (2010)

### 3.2.4.- Tarea 4: Concretar los objetivos de aprendizaje o las preguntas centrales de la propuesta.

El análisis de las tres tareas anteriores nos permite tener una perspectiva completa de cara a concretar las preguntas centrales a las que debemos responder con nuestra propuesta. Hemos visto muchos contenidos que se podrían trabajar, pero no todos son adecuados ni todos son necesarios dependiendo de muchos factores. En nuestro planteamiento, hemos tenido presentes tres criterios para la obligada selección de conocimientos y deben estar relacionados con las necesidades e inquietudes que despierta el estar en un mundo destruido:

- Los contenidos deben de estar al alcance del alumno, es decir, su elección debe tener relación con el entorno que le rodea. Si bien hemos modificado el entorno (se encuentra inmerso en un mundo destruido por la barbarie humana), requerirá las mismas capacidades y conocimientos que el personaje principal de la novela, Crusoe, científico que intenta aprender a sobrevivir en este inhóspito y salvaje mundo.
- Otro criterio a considerar para la selección es inevitablemente el que establece el decreto de curricular en la Región de Murcia. Por supuesto que constamos con una programación dinámica que pueda dar mayor o menor importancia a unos puntos que a otros. No se puede ignorar ninguno, pero si ampliar.
- Y, sin ignorar los anteriores, se debe tener en cuenta algo muy importante, el deseo del alumnado, sus preferencias, lo que más le divierte, dicho rápidamente. Todo se puede aprender de distintas maneras. Y, sin duda, y queda reforzado con trabajos como los de Duggan & Gott, (1995) las partes más prácticas suelen despertar más la alegría y el interés de la mayoría del alumnado. Además de que no hay que ignorar trabajos como los de Travé, Pozuelos & Soto (2015) que señalan que la mitad del profesorado considera que los textos escolares generan aprendizajes memorísticos y no actividades prácticas.

Creemos que con estos tres criterios son suficientes. Podríamos poner más como la potencialidad de los contenidos para llegar a otros, o la utilidad en la vida diaria pero no creemos necesario ya que restarían importancia a los ahora mencionados, que consideramos imprescindibles para comprender nuestra metodología constructivista respecto de la imaginación o ficción, y no de la realidad.

Por ello vamos a presentar los contenidos con los siguientes esquemas (Figuras 2.14, 2.15 y 2.16). Es nuestra manera de presentar los contenidos (Pro, 2014).

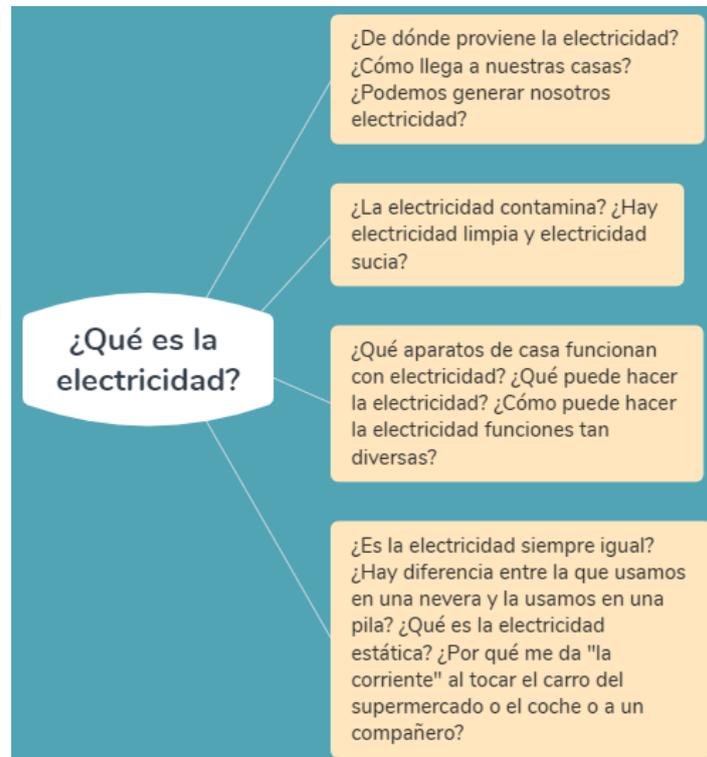


Figura 2.14. Preguntas centrales "¿Qué es la electricidad?"

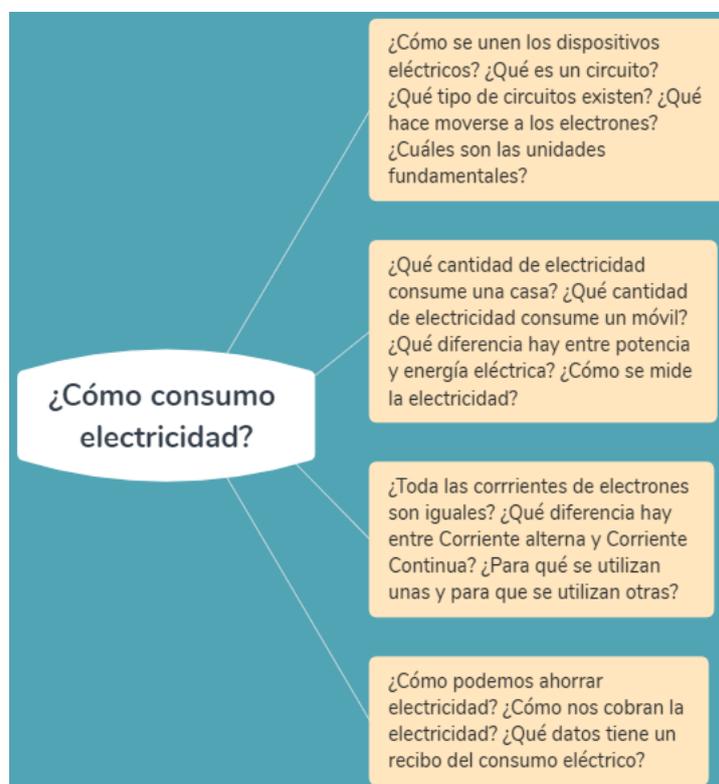


Figura 2.15. Preguntas centrales "¿Cómo consumo electricidad?"

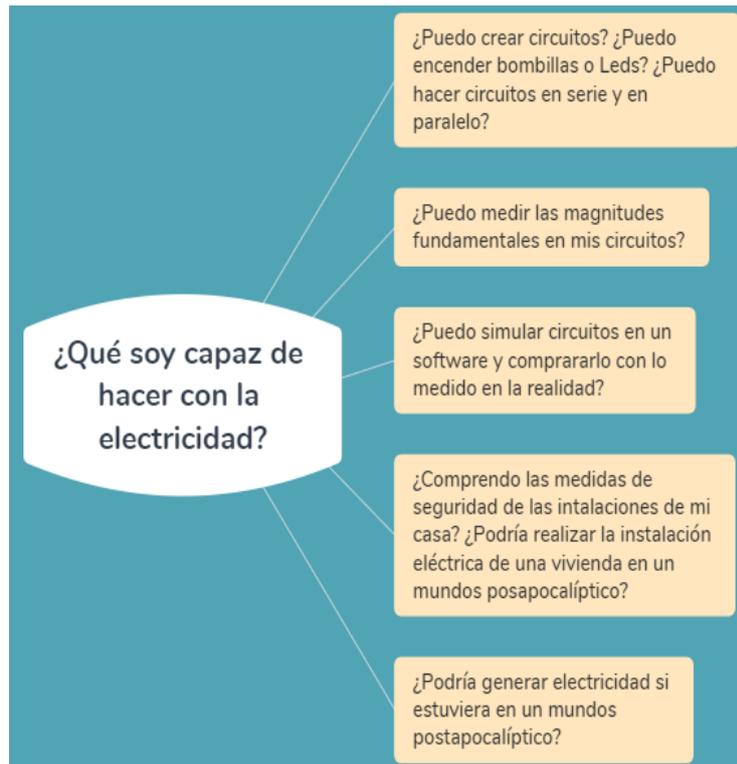


Figura 2.16. Preguntas centrales “¿Qué soy capaz de hacer con la electricidad?”

La electricidad es un tema que se puede estudiar desde muchos puntos de vista; ciencias naturales, física, química o incluso desde el punto de vista de la historia. En la novela permite trabajar estos contenidos desde diferentes materias, o sea, desde diferentes puntos de vista, realizando debates en cada materia. Pero desde nuestra materia, tecnología, se puede decir que se estudia más detalladamente o con mayor profundidad la parte más científico-técnica de la electricidad.

Cada uno de estos interrogantes que se exponen en los esquemas no solo tiene contenido teóricos, sino que integran conceptos, procedimientos y actitudes.

Los contenidos conceptuales son más teóricos. Se necesita aprender la Ley de Ohm, y comprender las magnitudes básicas eléctricas como intensidad, tensión y resistencia y otras como la potencia o la energía eléctrica entre otras cosas. Los contenidos procedimentales se enfocarían más hacia la práctica, la simulación de circuitos y la creación de estos para ver cómo reaccionan las magnitudes estudiadas. Por último, tenemos los actitudinales deben orientarse a la concienciación sobre la contaminación producida por las fuentes de energía, el uso correcto y eficaz de la electricidad, el interés por la novela y los problemas que surgen de ella, etc.

La mente en los seres humanos es la herramienta más importante. Y es en la juventud cuando el desarrollo del pensamiento conceptual y abstracto permite el acceso a una intensa y rica actividad imaginativa (Garaigordobil, 1995). En esto nos basamos para que el mundo de ciencia ficción proporcionado por la novela *El Mundo de Pandora*, llegue a ser tan real como la vida misma y permita la adquisición de conocimientos con una metodología *constructivista basada en la imaginación*, ya que se genera una interacción entre el alumnado y el mundo de ficción de la lectura y no con el mundo real como señala el constructivismo generalmente.

En la Tabla 2.3, exponemos los objetivos de enseñanza que hemos trabajado con nuestra propuesta. Ponemos primer ciclo (1º y 2º de la ESO, 12-13 años) y segundo

ciclo (3º y 4º de la ESO, 14-15 años) pero en el primer ciclo no nos referimos a la materia de Tecnologías ya que el decreto 220/2015 no alude a los contenidos de electricidad en 1º de la ESO y en segundo de la ESO ni tan siquiera existe. En el primer ciclo, los contenidos de electricidad se dan en la materia de Física y Química.

Tabla 2.3. Contenidos seleccionados

CONOCIMIENTOS SOBRE LOS QUE VAMOS A INCIDIR	Ciclo
<b>¿Qué es la electricidad?</b>	
La energía en general	1º
Concepto de electricidad: estática y dinámica	1º y 2º
Fuentes de energía. Electromagnetismo	2º
Contaminación debido al uso de electricidad	1º y 2º
Corriente continua, corriente alterna.	2º
Transformaciones de la electricidad	2º
Aparatos eléctricos en la vida cotidiana.	1º y 2º
<b>¿Cómo consumo electricidad?</b>	
¿Qué hace moverse a los electrones? Tensión	1º y 2º
¿Cuántos electrones se mueven? Intensidad	1º y 2º
Tipos de materiales. Resistencia.	1º y 2º
¿Cómo se conecta un circuito? Concepto de circuito	1º y 2º
Potencia y energía eléctrica. ICP	2º
Recibo de la luz.	2º
¿Para qué se utiliza la corriente continua, y la alterna?	2º
¿Cómo podemos gastar menos luz?	1º y 2º
<b>¿Qué soy capaz de hacer con la electricidad?</b>	
Creación de circuitos en serie.	1º y 2º
Creación de circuitos en paralelo y mixto	2º
Medición de magnitudes fundamentales	2º
Simulación de circuitos.	1º y 2º
Medidas de seguridad con el uso de la electricidad	1º y 2º
Medidas de seguridad en el cuadro eléctrico. PIA, Diferencial	2º
Podemos arreglar el cuadro eléctrico en un mundo postapocalíptico.	2º

### 3.2.5.- Tarea 5: Contribución a la adquisición de competencias curriculares

Los contenidos señalados en la Tabla 2.2 son conceptuales, procedimentales y actitudinales, pero no debemos olvidar que los aprendizajes deben orientarse a la adquisición de competencias disciplinares y sociales importantísimas para la formación del ciudadano. En esta tarea, nos referimos a la adquisición de las competencias básicas.

La materia de Tecnología, como todas las materias, contribuye a adquirir las siete competencias establecidas por el Real Decreto RD1105/2014, 28 de febrero. No obstante, esta materia contribuye especialmente a la adquisición de dos: la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, así como la competencia digital, que son con las que más relación guarda.

En la Tabla 2.4 vamos a desglosar las competencias que vamos a trabajar atendiendo a la definición de estas en la Orden ECD/65/2015 para estudiar el grado de contribución desde nuestra metodología.

Tabla 2.4. Contribución a la adquisición de competencias

<b>Competencias básicas</b>	<b>Componentes de las competencias</b>	<b>Grado</b>
Comunicación lingüística.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El componente lingüístico: Mejora léxica, la gramatical, la semántica.</li> <li>- El componente pragmático-discursivo: contempla tres dimensiones: la sociolingüística, la pragmática y la discursiva.</li> <li>- El componente socio-cultural incluye dos dimensiones: la que se refiere al conocimiento del mundo y la dimensión intercultural.</li> <li>- El componente estratégico permite al individuo superar las dificultades y resolver los problemas que surgen en el acto comunicativo.</li> <li>- El componente personal: la actitud, la motivación y los rasgos de personalidad.</li> </ul>	Alto Alto Medio Alto Alto
Competencia matemática	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La cantidad: esta noción incorpora la cuantificación de los atributos de los objetos, las relaciones, las situaciones y las entidades del mundo, interpretando distintas representaciones de todas ellas y juzgando interpretaciones y argumentos.</li> <li>- El espacio y la forma: incluyen una amplia gama de fenómenos que se encuentran en nuestro mundo visual y físico.</li> <li>- El cambio y las relaciones: el mundo despliega multitud de relaciones temporales y permanentes entre los objetos y las circunstancias, donde los cambios se producen dentro de sistemas de objetos interrelacionados.</li> <li>- La incertidumbre y los datos: son un fenómeno central del análisis matemático presente en distintos momentos del proceso de resolución de problemas en el que resulta clave la presentación e interpretación de datos.</li> </ul>	Alto Medio Alto Alto
Competencias básicas en ciencia y tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas físicos: asociados al comportamiento de las sustancias en el ámbito fisicoquímico.</li> <li>- Sistemas biológicos: propios de los seres vivos dotados de una complejidad orgánica que es preciso conocer para preservarlos y evitar su deterioro.</li> <li>- Sistemas de la Tierra y del Espacio: desde la perspectiva geológica y cosmogónica.</li> <li>- Sistemas tecnológicos: derivados, básicamente, de la aplicación de los saberes científicos a los usos cotidianos de instrumentos, máquinas y herramientas y al desarrollo de nuevas tecnologías asociadas a las revoluciones industriales, que han ido mejorando el desarrollo de los pueblos.</li> <li>- Investigación científica: como recurso y procedimiento para conseguir los conocimientos científicos y tecnológicos logrados a lo largo de la historia.</li> <li>- Comunicación de la ciencia: para transmitir adecuadamente los conocimientos, hallazgos y procesos.</li> </ul>	Alto Medio Medio Alto Alto Alto
Competencia digital.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La información: esto conlleva la comprensión de cómo se gestiona la información y de cómo se pone a disposición de los usuarios, así como el conocimiento y manejo de diferentes motores de búsqueda y bases de datos, sabiendo elegir aquellos que responden mejor a las propias necesidades de información. Igualmente, supone saber analizar e interpretar la información que se obtiene, cotejar y evaluar el contenido de los medios de comunicación en función de su validez, fiabilidad y adecuación entre las fuentes, tanto online como offline.</li> <li>- La comunicación: supone tomar conciencia de los diferentes medios de comunicación digital y de varios paquetes de software de comunicación y de su funcionamiento, así como sus beneficios y carencias en función del contexto y de los destinatarios.</li> <li>- La creación de contenidos: implica saber cómo los contenidos digitales pueden realizarse en diversos formatos (texto, audio, vídeo, imágenes) así como identificar los programas/aplicaciones que mejor se adaptan al tipo de contenido que se quiere crear.</li> <li>- La seguridad: implica conocer los distintos riesgos asociados al</li> </ul>	Alto Alto Alto Medio

Competencias básicas	Componentes de las competencias	Grado
	uso de las tecnologías y de recursos online y las estrategias actuales para evitarlos. - La resolución de problemas: esta dimensión supone conocer la composición de los dispositivos digitales, sus potenciales y limitaciones en relación a la consecución de metas personales, así como saber dónde buscar ayuda para la resolución de problemas teóricos y técnicos, lo que implica una combinación heterogénea y bien equilibrada de las tecnologías digitales y no digitales más importantes en esta área de conocimiento.	Alto
Competencia Aprender a aprender.	Saber aprender en un determinado ámbito implica ser capaz de adquirir y asimilar nuevos conocimientos y llegar a dominar capacidades y destrezas propias de dicho ámbito. Se manifiesta tanto individualmente como en grupo.	Alto
Competencias sociales.	- Desarrollo de ciertas destrezas como la capacidad de comunicarse de manera constructiva en distintos entornos sociales y culturales, mostrar tolerancia, expresar y comprender puntos de vista diferentes, negociar sabiendo inspirar confianza y sentir empatía. - Actitudes y valores como una forma de colaboración, la seguridad en uno mismo y la integridad y honestidad	Medio Medio
Competencias cívicas.	Las actitudes y valores inherentes a esta competencia son aquellos que se dirigen al pleno respeto de los derechos humanos y a la voluntad de participar en la toma de decisiones democráticas a todos los niveles.	Alto
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.	La capacidad creadora y de innovación. La capacidad proactiva para gestionar proyectos. La capacidad de asunción y gestión de riesgos y manejo de la incertidumbre. Las cualidades de liderazgo y trabajo individual y en equipo. Sentido crítico y de la responsabilidad.	Alto Alto Alto Alto Medio
Conciencia y expresiones culturales	- El conocimiento, estudio y comprensión tanto de los distintos estilos y géneros artísticos como de las principales obras y producciones del patrimonio cultural y artístico. - El aprendizaje de las técnicas y recursos de los diferentes lenguajes artísticos. - El desarrollo de la capacidad e intención de expresarse y comunicar ideas, experiencias y emociones propias, partiendo de la identificación del potencial artístico personal. - La potenciación de la iniciativa, la creatividad y la imaginación propias de cada individuo de cara a la expresión de las propias ideas y sentimientos. - El interés, aprecio, respeto, disfrute y valoración crítica de las obras artísticas y culturales. - La promoción de la participación en la vida y la actividad cultural de la sociedad en que se vive, a lo largo de toda la vida. - El desarrollo de la capacidad de esfuerzo, constancia y disciplina como requisitos necesarios para la creación de cualquier producción artística	Medio Bajo Bajo Alto Medio Bajo Bajo

Dentro de las competencias a trabajar, están los valores y elementos transversales, como el pensamiento crítico, la gestión de la diversidad, la creatividad o la capacidad de comunicar, al igual que actitudes clave como la confianza individual, el entusiasmo, la constancia y la aceptación del cambio. Es importante nombrarlos ya que dentro de Pandora todas estas actitudes están muy señaladas y se trabajan de manera concreta con la actitud de cada uno de los personajes principales.

### 3.2.6.- Tarea 6: Proponer y establecer una secuencia de las actividades de enseñanza y elaborar los materiales correspondientes

En nuestro sistema educativo, con numerosas y efímeras leyes, se han diseñado diferentes propuestas de enseñanza de los contenidos de electricidad. De hecho, nosotros (Balibrea y Pro, 2018) hemos diseñado unidades didácticas para trabajar desde *El Mundo de Pandora*, que ahora no se podrían, o mejor dicho, serían poco adecuadas de llevar a la práctica debido al cambio de contenidos en la materia. Algunas muy innovadoras, que cuentan incluso con videojuegos (Balibrea y Pro, 2013), con el trabajo que supone crearlos y que posteriormente queden obsoletos hasta un nuevo cambio de ley.

Una propuesta interesante es la de Dupin y Joshua (1990), una analogía entre los circuitos eléctricos y la calorimetría. En ella asemejaban intensidad con calor, diferencia de tensión con diferencia de temperatura, potencia con temperatura, y resistividad térmica con eléctrica y la ley de Fourier con la de Ohm entre otras cosas. Resaltaban la similitud de estas magnitudes para ser usada como ejemplo y así facilitar su comprensión por parte del alumnado.

También cabe mencionar la de Pro y Rodríguez (2010), una propuesta para Educación Primaria en la que se centran en la asimilación de las competencias básicas y en el aporte que desde las ciencias se puede hacer a éstas. También queremos mencionar la importancia del método de proyectos en la materia de tecnologías (Sáez, 2012) y cómo contribuye este a la adquisición de las competencias básicas.

Pero lo que queremos resaltar, porque diferencia esta metodología de otras, es el uso de la literatura para el aprendizaje de ciencia. Y en este ámbito, se pueden ver artículos como los de Pau y Márquez (2018), en el que analizan las potencialidades y las dificultades que puede haber al incorporar la novela a las clases de ciencias. En el artículo concluyen que este tipo de propuestas puede ser una oportunidad siempre que se tengan en cuenta algunos cambios como: asociar el aprendizaje de las ciencias a la promoción de la alfabetización científica, valorar la colaboración entre profesores de ciencia y lengua y promover la implicación personal del profesorado de ciencias en la lectura de novelas. "El potencial de las novelas para la enseñanza de las ciencias estriba en que, aunque presenten una situación particular y de ficción, esta se rige por leyes científicamente universales" (Pau et al., 2017).

También Bruguière et al. (2007) en Francia ha trabajado la lectura de cuentos para aprender ciencia, pero en edades más tempranas (en educación primaria). Han realizado estudios para ver cómo afectan la lectura de cuentos (*Un poisson est un poisson* de L. Lionni) al conocimiento científico (Bruguière y Triquet, 2012).

Vamos a exponer el esquema de trabajo en una sesión. Evidentemente cada una es diferente y se entrará en detalle en el siguiente apartado, pero es bueno tener una idea general de cómo trabajamos en 3º de la ESO en la enseñanza de Tecnologías con la novela *El mundo de Pandora*. Hay que recordar que en 4º de la ESO la materia es optativa y que, aunque la propuesta está preparada para ambos cursos, tendríamos un sesgo inicial en la educación obligatoria. Los tipos de actividades que nos vamos a encontrar son:

AudGru: audiovisual en pequeño grupo

Concurso: trabajo preparación y juego

InfGru: búsqueda información en grupo

TGG: trabajo en el gran grupo

AudInd: audiovisual individual

ExpProf: explicación del profesor

LecGru: lectura en pequeño grupo

TraGru: trabajo en pequeño grupo

Campaña: trabajo de preparación y difusión

FotGru: fotografía en grupo

LecInd: lectura individual

TraInd: trabajo individual

Podemos dividir las sesiones en dos tipos: las sesiones antes de leer la novela (Tabla 2.5) y las sesiones después de leer las novelas (Tabla 2.6).

Las primeras sesiones se les induce a leer en casa y se les permite leer en clase, hasta que toda la clase termine de leer el libro.

Tabla 2.5. Sesión antes de leer la novela.

Secuencia de enseñanza	Actividades de enseñanza
Coloquio sobre lo leído en casa y por dónde va cada uno.	Act. 1. En voz alta cada uno dice por dónde va leyendo. <b>(TGG)</b>
Lectura	Act2. Se asocian según por donde va leyendo cada uno. <b>(LecGru)</b>
Conversación en pequeños grupos afines a su velocidad lectora	Act. 2 Se les permite leer durante la mayor parte de la sesión. Act 3. Los últimos 5 o 10 minutos se les deja hablar sobre lo leído intercambiando opiniones para mejorar su comprensión lectora y motivarles al ver que sus compañeros se emocionan también con la misma lectura.

Tras unas 6 o 7 sesiones los alumnos van terminando la novela, comienzan unas sesiones en las que se realizan actividades de aprendizaje más directas y prácticas.

Tabla 2.6. Sesión después de leer la novela.

Secuencia de enseñanza	Actividades de enseñanza
<b>ORIENTACIÓN</b>	Act. 1. Lectura e interpretación de la novela de varios alumnos ante la clase. De la parte donde Crusoe enseña a sus discípulos la parte que nos toca estudiar. <b>(LecInd)</b>
<b>EXPLICITACIÓN E INTERCAMBIO</b>	Act 2. Muestra en público de una pequeña clase práctica del profesor (representando a Crusoe) y los alumnos que han interpretado mientras leían, realizando las mismas actividades que acaban de leer que hace Crusoe en la novela. <b>(ExpProf)</b>
<b>CONSTRUCCIÓN APRENDIZAJES</b>	Act. 3. Realización de la práctica en pequeños grupos <b>(TraGru)</b> . Consta de varias actividades: Act.3.1. Construcción de un circuito Act.3.2. Medición, cálculo y simulación del circuito. Act.3.3. Interpretación de los resultados
<b>REVISIÓN</b>	Act 4. El docente pasa por los grupos revisando y guiando el aprendizaje <b>(TGG)</b> .

Estos dos esquemas son, en resumen, el esquema de los dos principales tipos de sesiones que vamos a realizar. La importancia de la novela es tal, que separa en esos dos tipos, el antes y el después los tipos de sesiones.

Aunque también está otro tipo de sesión, cuando ya han adquirido los conocimientos suficientes y nos divertimos aplicando esto en la realización de los proyectos similares a los de *Crusoe*. Aunque sigue habiendo grupos de trabajo, ya no se pueden observar dentro del taller, ya que se fusionan todos en uno solo: Pandora. La ayuda entre grupos es primordial para la consecución de los objetivos, ya que no se puede construir la instalación eléctrica de Pandora sin fuentes de energía ni se pueden utilizar las fuentes de energía sin instalación eléctrica, de manera que todos trabajan de manera coordinada.

Esta unidad didáctica es una de las cinco unidades de las que consta la programación didáctica anual de Tecnologías para 3º de la ESO dentro de *El Mundo de Pandora*. La temporalización se recoge en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Temporalización actividades de las sesiones.

<b>Contenidos de la materia de 3º ESO de Tecnologías</b>	
1	Efectos de la energía eléctrica.
2	Conversión y aplicaciones.
3	Magnitudes eléctricas básicas. Ley de Ohm.
4	Elementos de un circuito eléctrico. Simbología
5	Tipos de circuitos eléctricos.
6	Potencia y energía eléctrica. Consumo eléctrico
7	Diseño, simulación y montaje de circuitos.
8	Instrumentos de medida y toma de mediciones.

A continuación, hemos recogido en unos Cuadros las características más relevantes de nuestra propuesta: sesión, actividad, contenidos, finalidad, desarrollo, recursos, tiempo y lugar de realización. No obstante, las Hojas de Trabajo de los estudiantes se recoge en el Anexo 1.

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
1	1.1	Importancia de la electricidad en nuestra sociedad.	Introducción/Motivación /Presentación a los contenidos	Se pondrá 30 s de un vídeo en el proyector sobre la importancia de la electricidad y las fuentes de energía. Luego se debatirá en clase.	Primeros 30 segundos del video: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=_h5EQI6Jfg">https://www.youtube.com/watch?v=_h5EQI6Jfg</a>	5 min	Aula-Taller
	1.2	Importancia de la electricidad en nuestra sociedad	Fomentar la lectura. Mejorar la comprensión lectora. Utilizar la imaginación para divertirse y aprender	Un alumno lee la parte en la que Crusoe le dice a Tula que las casas que no han sido bombardeadas tampoco funcionarán porque lo primero que bombardean en la guerra son las centrales productoras de energía y le explica lo que es un generador.	El Mundo de Pandora. Unidad didáctica 3.1 La electricidad Hasta actividad 1.3, 1.4 y 1.5	5 min	Aula-Taller
	1.3	Centrales eléctricas.	Conocer de dónde viene la electricidad	Vemos un video sobre los principales tipos de centrales eléctricas que existen	00.30-02.30 <a href="https://www.youtube.com/watch?v=_h5EQI6Jfg">https://www.youtube.com/watch?v=_h5EQI6Jfg</a> 00:00-02:00 <a href="https://www.youtube.com/watch?v=YWEXLSjaYf0">https://www.youtube.com/watch?v=YWEXLSjaYf0</a>	5 min	Aula-Taller
	1.4	Motor y generador. Efectos de la energía eléctrica.	Observar la relación entre magnetismo y electricidad. Observar el funcionamiento de un generador.	El profesor, interpretando a Crusoe: Primero coge una moto reductora y la utiliza como generador para encender un LED. Después coge un motor DC y lo desarma para mostrar la bobina y los imanes. Por último, coge unos imanes y un cable y con el polímetro muestra cómo se genera electricidad. Finalmente se probará lo mismo con un LED. El profesor entrega una carpeta con todas las prácticas que realizarán en esta unidad a cada grupo.	Motor eléctrico (desarme) Rollo de cable, imanes y polímetros Motor con engranajes y LED. Carpeta con todas las prácticas	40 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
2	2.1	Motor y generador. Efectos de la energía eléctrica.	Experimentar la relación entre magnetismo y electricidad. Observar el funcionamiento de un generador.	Los alumnos, por grupos, realizan la primera práctica de la novela: Primero cogen una reductora y la utiliza como generador para encender un LED. Después cogen un motor DC y lo desarman para ver la bobina y los imanes. Por último, cogen unos imanes y un cable y con el polímetro miden la tensión.	Motor eléctrico (desarme) Rollo de cable, imanes y polímetros Motor con engranajes y LED. Práctica de El Mundo de Pandora. Ficha 1	40 min	Aula-Taller
	2.2	Motor y generador. Efectos de la energía eléctrica.	Preguntar las dudas de los estudiado y hacer comentarios sobre la lectura	Los alumnos preguntan dudas sobre los contenidos y sobre la lectura.	La novela	15 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
3	3.1	Materiales aislantes y conductores. Circuito abierto y cerrado	Conocer qué es un circuito. Diferenciar entre materiales conductores y aislantes, de manera divertida e imaginativa	Un alumno leerá la parte de la novela dónde Cruseo explica a Tula qué es la electricidad. También en esa parte explica qué son los materiales conductores y que son materiales aislantes.	El Mundo de Pandora. Unidad didáctica 3.1 La electricidad Hasta actividad 2.2 y 2.3	10 min	Aula-Taller
	3.2	Circuito. Materiales aislantes, conductores y semi-conductores. Magnitudes eléctricas básicas	Observar qué pasa cuando el circuito está abierto y cerrado Observar cómo actúan los diferentes materiales conductores, aislantes y semiconductores	El profesor va a mostrar cómo funciona un circuito cuando está abierto y cuando está cerrado y la importancia de que haya movimiento, corriente, no solo electrones. También cerrará el circuito con diferentes materiales: una cuchara de plástico, una cuchara de metal... para que puedan ver que ocurre con los conductores y aislantes. También experimentará cerrando el circuito con un material aislante con algo que poco a poco irá mojando. Por último, con un polímetro para medir el valor de una resistencia fija y de una LDR cuando le da la luz y cuando no, para mostrar un ejemplo de materiales semiconductores.	Dos cables, bombilla o LED, LDR, interruptor, pila, vaso con agua, tierra, esponja o cartón. Cuchara de plástico y otra de metal.	45 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
4	4.1	Circuito. Tipo de materiales. Magnitudes eléctricas básicas. Elementos de un circuito eléctrico. Simbología.	Experimentar qué pasa cuando el circuito está abierto y cerrado. Experimentar cómo actúan los materiales; conductores y aislantes.	Los alumnos, por grupos: Realizarán lo mismo que hizo el profesor en la sesión anterior. Pero ahora lo harán ellos en vez de ser meros espectadores. Anotarán sus resultados y sus propias conclusiones en una ficha para cada grupo.	Por grupo: Dos cables, bombilla, LED, LDR, interruptor, pila, vaso con agua, tierra o cartón. Ficha 2	40 min	Aula-Taller
	4.2	Circuito Tipo de Materiales	Preguntar las dudas de lo estudiado y comenten sobre la lectura	Los alumnos preguntan dudas sobre los contenidos estudiados en esta práctica y sobre la lectura.	La novela	15 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
5	5.1.	Lectura. Uso del polímetro	Practicar la lectura. Medir con el polímetro	Leemos la parte en la que Crusoe habla con Tula sobre el polímetro. Le explica con lo que puede medir y cómo se tiene que medir las principales magnitudes.	El Mundo de Pandora. Unidad didáctica 3.1 La electricidad Hasta actividad 3.1	10 minutos	Aula-Taller
	5.2	Circuito. Tipos de materiales. Magnitudes eléctricas Elementos de un circuito eléctrico. Simbología. Polaridad. Diseño, simulación y montaje de circuitos. Instrumentos de medida y mediciones	Utilizar la placa board para montar circuitos. Medir con el polímetro magnitudes de circuitos simples	El profesor explica cómo funciona una placa board al igual que Crusoe en la novela. También realiza un circuito con una resistencia y mide los valores de estas antes y después de la resistencia. También mide la caída de tensión y la tensión de la batería.	Placa board, dos resistencias (las que sean), polímetro, pila de 9v.	45 minutos	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
6	6.1	Circuito. Tipo de materiales. Magnitudes eléctricas básicas, Elementos de un circuito eléctrico. Simbología. Diseño, simulación y montaje de circuitos. Instrumentos de medida y mediciones	Utilizar la placa board para montar circuitos. Medir con el polímetro magnitudes de circuitos en serie	Por grupos: Los alumnos deberán de medir resistencia, tensión e intensidad individualmente de cada resistencia y a las dos en serie. Deberán rellenar la ficha con las diferentes medidas de tensión, intensidad y resistencia.	Placa board, dos resistencias (4,6Kohm y 2,2 Kohm), polímetro, pila de 9v. Ficha 3	40 min	Aula-Taller
	6.2	Concepto de carga eléctrica y de polaridad	Preguntar las dudas de lo estudiado y hacer comentarios sobre la lectura	Los alumnos preguntan dudas sobre los contenidos estudiados en esta práctica y sobre la lectura.	La novela	15 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
7	7.1	Lectura. Uso del polímetro	Practicar la lectura. Medir con el polímetro	Leemos de nuevo la parte en la que Crusoe habla con Tula sobre el polímetro. Le explica como lo que puede medir y cómo se tiene que medir las principales magnitudes.	El Mundo de Pandora. Unidad didáctica 3.1. La electricidad hasta actividad 4.1	15 min	Aula-Taller
	7.2	Montaje de circuitos. Medición de las tres magnitudes. Comprensión de las magnitudes básicas.	Utilizar la placa board para montar circuitos. Medir con el polímetro magnitudes en circuitos en serie	El profesor, haciendo como si fuera Crusoe, con dispositivos y polímetro, explica de nuevo como se mide la resistencia, la tensión y la intensidad en un circuito en serie. Explica con detalle las magnitudes para que puedan razonar en la siguiente ficha.	Placa board, dos resistencias (1,8 Kohm y 1 Kohm, por ejemplo), polímetro, pila de 9v.	40 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
8	8.1	Montaje de circuitos. Medición de las tres magnitudes. Comprensión de las magnitudes básicas.	Montar un circuito en serie. Medir las principales magnitudes en un circuito en serie. Interpretar los resultados	Los alumnos construyen un circuito en serie, miden las magnitudes y contestan a las preguntas sobre razonamiento de por qué obtienen esos resultados.	Placa board, dos resistencias (1,8 Kohm y 1 Kohm), polímetro, pila de 9v. Ficha 4	40 min	Aula-Taller
	8.2	Montaje de circuitos. Medición de las tres magnitudes.	Preguntar las dudas de lo estudiado y hacer comentarios sobre la lectura	Los alumnos preguntan dudas sobre los contenidos estudiados en esta práctica y sobre la lectura.	La novela	15 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
9	9.1	Lectura. Uso del polímetro.	Practicar la lectura. Medir con el polímetro	Leemos de nuevo la parte en la que Crusoe habla con Tula sobre el polímetro. Le explica como lo que puede medir y cómo se tiene que medir las principales magnitudes.	La electricidad Hasta actividad 5.1	10 min	Aula-Taller
	9.2	Tipos de circuitos: serie, paralelo. Montaje de circuitos. Medición de las tres magnitudes. Comprensión de las magnitudes básicas.	Utilizar la placa board para montar circuitos. Medir con el polímetro magnitudes de los circuitos en paralelo	El profesor corrige el ejercicio anterior. El profesor construye un circuito en paralelo, mide las magnitudes fundamentales y explica el circuito.	Dos resistencias (1,8 Kohm y 1 Kohm). Placa board, dos resistencias (de cualquier tipo), polímetro, pila de 9v.	45 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
10	10.1	Tipos de circuitos: serie, paralelo. Montaje de circuitos. Medición de las tres magnitudes. Comprensión de las magnitudes básicas.	Montar un circuito en paralelo. Medir las principales magnitudes de circuito en paralelo. Interpretar los resultados	Los alumnos construyen un circuito en paralelo, miden las magnitudes y contestan a las preguntas sobre razonamiento de por qué obtienen esos resultados.	Placa board, dos resistencias (1,8 Kohm y 1 Kohm), polímetro, pila de 9v. Ficha 5.	40 min	Aula-Taller
	10.2	Montaje de circuitos. Medición de las tres magnitudes.	Preguntar las dudas de lo estudiado y hacer comentarios sobre la lectura	Los alumnos preguntan dudas sobre los contenidos estudiados en esta práctica y sobre la lectura.	La novela	15 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
11	11.1	Lectura. Uso del polímetro	Practicar la lectura. Medir con el polímetro	Leemos de nuevo la parte en la que Crusoe habla con Tula sobre el polímetro. Le explica como lo que puede medir y cómo se tiene que medir las principales magnitudes.	La electricidad Hasta actividad 6.1	15 min	Aula-Taller
	11.2	Montaje, y medición de las tres magnitudes en circuitos mixtos. Tipos de circuitos: serie, paralelo y mixto.	Utilizar la placa board para montar circuito Medir con el polímetro las magnitudes fundamentales de los circuitos mixtos	El profesor corrige el ejercicio anterior. El profesor construye un circuito mixto, mide las magnitudes fundamentales y explica el circuito.	Dos resistencias (1,8 Kohm y 1 Kohm).	40 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
12	12.1	Montaje de circuitos. Medición de las tres magnitudes en circuitos mixtos. Tipos de circuitos: serie, paralelo y mixto.	Practicar con un circuito mixtos. medir las principales magnitudes en ese circuito e interpretar los resultados	Los alumnos construyen un circuito mixto, miden las magnitudes y contestan a las preguntas sobre razonamiento de por qué obtienen esos resultados.	Placa board, dos resistencias (2,2 kohm, 1,8 Kohm y 1 Kohm), polímetro, pila de 9v. Ficha 6.	40 min	Aula-Taller
	12.2	Montaje de circuitos. Tipo de circuitos: serie, paralelo y mixto.	Preguntar las dudas de lo estudiado y hacer comentarios sobre la lectura	Los alumnos preguntan dudas sobre los contenidos estudiados en esta práctica y sobre la lectura.	La novela	15 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
13	13.1	Lectura. Ley de Ohm	Mejorar de la comprensión lectora. Calcular las resistencias en un circuito en serie y en paralelo	Ahora leemos la parte en la que Crusoe explica a Tula como calcular las resistencias cuando están en serie y paralelo.	La electricidad Hasta actividad 7.1	15 min	Aula-Taller
	13.2	Montaje de circuitos. Cálculo y medición de las tres magnitudes en circuitos en serie. Ley de Ohm	Calcular las resistencias en un circuito en serie.	El profesor corrige el ejercicio anterior. El profesor desarrolla un ejemplo en la pizarra de cómo se calcula la intensidad, resistencia y caídas de tensión de un circuito en serie.	Placa board, dos resistencias (las que sean), polímetro (aunque no lo usará necesariamente), pila de 9v.	40 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
14	14.1	Montaje, cálculo y medición de las tres magnitudes en circuitos en serie	Calcular las resistencias en un circuito en serie	Los alumnos ahora calculan las magnitudes de los circuitos de las prácticas 3 y 4.	Placa board, dos resistencias (4,6 Kohm y 2,2 Kohm, y otras dos de 1,8 Kohm y 1 Kohm), polímetro, pila de 9v. Ficha 7.	30 min	Aula-Taller
	14.2	Cálculo de las magnitudes básicas. Ley de Ohm	Preguntar las dudas de lo estudiado y hacer comentarios sobre la lectura	Los alumnos preguntan dudas sobre los contenidos estudiados en esta práctica y sobre la lectura.	La novela	15 min	Aula-Taller
15	15.1	Lectura. Ley de Ohm	Mejorar de la comprensión lectora. Calcular las resistencias en un circuito en serie y en paralelo	Ahora leemos la parte en la que Crusoe explica a Tula como calcular las resistencias en serie y paralelo.	La electricidad Hasta actividad 8.1	15 min	Aula-Taller
	15.2	Montaje, cálculo y medición de las tres magnitudes en circuitos en paralelo	Calcular las resistencias en un circuito en paralelo.	El profesor corrige el ejercicio anterior. El profesor desarrolla un ejemplo en la pizarra de cómo se calcula la intensidad, resistencia y caídas de tensión de un circuito en paralelo.	Placa board, dos resistencias (las que sean), polímetro (aunque no lo usará necesariamente), pila de 9v.	40 min	Aula-Taller
16	16.1	Montaje, cálculo y medición de las tres magnitudes en circuitos en paralelo. Ley de Ohm	Calcular las resistencias en un circuito en paralelo	Los alumnos ahora calculan las magnitudes de los circuitos de las prácticas 5. Para los que terminan rápido se tienen que inventar un circuito calcularlo y medirlo para comprobarlo.	Placa board, dos resistencias (1,8 Kohm y 1 Kohm), polímetro, pila de 9v. Ficha 8.	35 min	Aula-Taller
	16.2	Cálculo de las magnitudes básicas. Ley de Ohm	Preguntar las dudas de lo estudiado y hacer comentarios sobre la lectura	Los alumnos preguntan dudas sobre los contenidos estudiados en esta práctica y sobre la lectura.	La novela	20 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
17	17.1	Lectura. Ley de Ohm	Mejorar de la comprensión lectora. Calcular las resistencias en un circuito mixto	Ahora leemos la parte en la que Crusoe explica a Tula como calcular las resistencias en un circuito mixto	La electricidad Hasta actividad 9.1	15 min	Aula-Taller
	17.2	Montaje, cálculo y medición de las tres magnitudes en circuitos mixtos	Aprender a calcular las resistencias en un circuito mixto.	El profesor corrige el ejercicio anterior. El profesor desarrolla un ejemplo en la pizarra de cómo se calcula la intensidad, resistencia y caídas de tensión de un circuito mixto.	Placa board, tres resistencias (las que sean), polímetro (aunque no lo usará necesariamente), pila de 9v.	40 min	Aula-Taller
18	18.1	Montaje, cálculo y medición de las tres magnitudes en circuitos mixtos. Ley de Ohm	Aprender a calcular las resistencias en un circuito mixto	Los alumnos ahora calculan las magnitudes de los circuitos de las prácticas 6. Para los que terminan rápido se tienen que inventar un circuito mixto, calcularlo y medirlo para comprobarlo.	Placa board, dos resistencias (2,2 kohm, 1,8 Kohm y 1 Kohm), polímetro, pila de 9v. Ficha 8	40 min	Aula-Taller
	18.2	Cálculo de las magnitudes básicas. Ley de Ohm	Que pregunten las dudas de lo estudiado y comenten sobre la lectura	Los alumnos preguntan dudas sobre los contenidos estudiados en esta práctica y sobre la lectura.	La novela	15 min	Aula-Taller
19	19.1	Competencia lingüística. Ley de Ohm	Fomentar la lectura y aprender sobre los circuitos mixtos	Ahora leemos de nuevo la parte en la que Crusoe enseña a Tula a calcular circuitos mixtos aunque lo que vamos a hacer es simularlos, construirlos y medirlos	La electricidad	15 min	Aula-Taller
	19.2	Circuitos mixtos, simbología, Simulación de circuitos. Ley de Ohm	Simular circuitos en el ordenador	El profesor por medio de un proyector muestra los principales símbolos de los dispositivos que vamos a utilizar y cómo funciona el simulador cocodrile, la demo.	Programa cocodrile, proyector, ordenador.	40 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
20	20.1	Circuitos mixtos, simbología, Simulación de circuitos. Ley de Ohm	Simular circuitos en el ordenador	Los alumnos simulan el circuito que construyeron en la sesión anterior, un circuito mixto, y comparan los resultados que midieron con los que les proporciona el simulador. Si terminan pronto pueden hacer el resto de los circuitos que han ido haciendo.	Prácticas anteriores. Programa cocodrile, ordenador. Ficha 9	40 min	Aula-Taller
	20.2	Cálculo de las magnitudes básicas. Ley de Ohm	Preguntar las dudas de lo estudiado y hacer comentarios sobre la lectura	Los alumnos preguntan dudas sobre los contenidos estudiados en esta práctica y sobre la lectura.	La novela	15 min	Aula-Taller
21	21.1	Lectura. Potencia y carga	Conocer unidades de potencia y carga.	Leen la parte en la que Crusoe explica a Tula que son los W y los Kw*h. También la parte en la que hablan de los PIA y de los diferenciales.	La electricidad	10 min	Aula-Taller
	21.2	Potencia y energía como W y kW*h. Facturas de la luz. PIA, diferencial, ICP	Aplicar los conocimientos sobre electricidad a la vida real (unidades de potencia). Conocer el significado de los dispositivos de seguridad.	El profesor y los alumnos van por el colegio observando la instalación eléctrica: cajas de derivación, interruptores y observan por dónde van los cables (detector si lo hubiere). También van al cuadro eléctrico y ven los PIA, diferenciales e ICP.	Factura de la luz. Acceso al cuadro de la luz	45 min	Todo el colegio
22	22.1	Potencia y energía como W y kW*h. Facturas de la luz	Aplicar los conocimientos sobre electricidad a la vida real (unidades de potencia). Conocer la factura de la luz	En el aula estudian una factura de la luz y el profesor explica la ficha que deben rellenar con fotos de la instalación de su casa y de las facturas de su casa para trabajar las unidades (sin datos personales)	Factura de la luz y ficha de la práctica 10.	10 min	Aula-Taller
	22.2	Potencia y energía como W y kW*h. Facturas de la luz.	Estudiar la factura de la luz y las unidades	Los alumnos deben traer una factura de la luz de sus casas y allí estudiarán las distintas unidades y significado de estas.	Factura de la luz del alumno (el profesor llevará uno por si alguno se olvida).	45 min	Aula-Taller

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
23	23.1	Simulador. Comprensión de las unidades. Simbología	Usar un simulador y comprender la relación que hay entre las magnitudes	El profesor mediante un proyector pondrá el circuito de la práctica 4 y cambiará el valor de las resistencias y la tensión para que los alumnos observen lo que ocurre.	Proyector. Ficha 4	20 min	Aula-Taller o aula de informática
	23.2	Simulador. Comprensión de las unidades. Simbología	Usar un simulador y comprender la relación que hay entre las magnitudes	Los alumnos simularán el circuito de la práctica 4 y jugarán a cambiar los valores y anotar qué ocurre cuando lo hacen.	Ordenador. Demo Crocodile. Ficha 4. Ficha 11	35 min	Aula-Taller o aula de informática
24	24.1	Simulador. Comprensión de las unidades. Simbología	Usar un simulador y comprender la relación que hay entre las magnitudes	El profesor mediante un proyector pondrá el circuito de la práctica 5 y cambiará el valor de las resistencias y la tensión para que los alumnos observen lo que ocurre.	Proyector. Ficha 5	20 min	Aula-Taller o aula de informática
	24.2	Simulador. Comprensión de las unidades. Simbología	Usar un simulador y comprender la relación que hay entre las magnitudes	Los alumnos simularán el circuito de la práctica 5 y jugarán a cambiar los valores y anotar qué ocurre cuando lo hacen.	Ordenador. Demo Crocodile. Ficha 5 Ficha de la práctica 12	35 min	Aula-Taller o aula de informática
25	25.1	Simulador. Comprensión de las unidades. Simbología	Aprender a usar un simulador y comprender la relación que hay entre las magnitudes	El profesor mediante un proyector pondrá el circuito de la práctica 6 y cambiará el valor de las resistencias y la tensión para que los alumnos observen lo que ocurre.	Proyector. Ficha 6	20 min	Aula-Taller o aula de informática
	25.2	Simulador. Comprensión de las unidades. Simbología	Usar un simulador y comprender la relación que hay entre las magnitudes	Los alumnos simularán el circuito de la práctica 6 y jugarán a cambiar los valores y anotar qué ocurre cuando lo hacen.	Ordenador. Demo Crocodile. Ficha 6 Ficha de la práctica 13	35 min	Aula-Taller o aula de informática

Sesión	Act.	Contenidos	Finalidad	Desarrollo	Recursos	t	Lugar
26	26.1	Lectura	Repasar para tener una visión global de la electricidad.	Leer todo el capítulo en el que Crusoe explica a Tula cosas sobre la electricidad. Referenciar los contenidos aprendidos en un mundo postapocalíptico y en la vida real.	La electricidad Todo el capítulo 3.1	20 min	Aula-Taller
	26.2	Visión global de la electricidad	Poder disfrutar de lo aprendido	Por grupos. Los alumnos repasan todas las prácticas que han ido haciendo, las completan y solventan sus dudas. Después pueden hacer todo lo que quieran: repetir prácticas, hacer circuitos, simular circuitos, medir...	El material de todas las prácticas y sus fichas.	30 min	Aula-Taller
	26.3	Orden, limpieza del trabajo, capacidad de organización en grupo.	Tener la capacidad de trabajar en grupo y realizar informes de las prácticas con limpieza y buen criterio	Los alumnos entregan las prácticas en la carpeta que se les dio al principio.	Todas las fichas rellenas.	5 min	Aula-Taller

Sesiones de la 27 a la 37.	Aplicación del método de proyectos	Mejorar su capacidad de trabajar en grupo, aprender el uso de herramientas, desarrollar su creatividad, fortalecer su imaginación, aplicar sus conocimientos teóricos.	Por grupo. Los alumnos se organizarán para poder llevar a cabo el método de proyectos para solventar el problema de Pandora sobre la instalación eléctrica y la generación de electricidad. Aunque trabajan por grupos luego todos los proyectos se fusionan, o sea que se ayudan entre ellos formando un solo grupo: Pandora.	Material para proyectos. Cable, LEDs, chapas de madera, material de construcción, cemento, alambre...	Sesiones completas en el Aula-Taller
----------------------------	------------------------------------	--	--	---	--------------------------------------

### 3.2.7.- Tarea 7: Establecer una secuencia de actividades de evaluación

Los "cambios obligados" en la evaluación por el tema de las competencias deberían afectar más a los instrumentos y a decisiones que se deriven de los resultados que a los elementos que habitualmente hemos considerado. Como ya dijimos "sin competencias" (Pro, 2006), la evaluación es un proceso que debe permitirnos:

- recoger información, lo más completa y fiable posible, sobre el aprendizaje del alumnado y el proceso de enseñanza.
- detectar logros, dificultades, avances, preferencias, rechazos, conciencia de lo que han aprendido, grado de implicación... de los estudiantes (individual y colectivamente).
- pero también saber qué ha funcionado y qué no, con quiénes y por qué, qué hay que mantener, modificar o retocar... de nuestra propuesta.
- y, sobre todo, debe llevarnos a tomar decisiones en y sobre la práctica educativa, no sólo referidas a las calificaciones académicas o una vez concluido el proceso.

No debe centrarse sólo en lo que sabe el alumnado en un momento determinado. La evaluación es algo mucho más amplio que, entre otras cosas, engloba también el proceso de enseñanza. Pero, incluso, desde la perspectiva del aprendizaje del estudiante, con o sin competencias, entre sus objetivos está en indagar en cómo utilizaba sus conocimientos en diferentes situaciones, qué percepción tenía de su propio proceso de aprender, cómo valoraba la utilidad de lo que había aprendido..., facetas que ahora se destacan pero que ya debían estar presentes al evaluar al alumnado. No evaluamos para calificar. Como ya dijimos también en otro trabajo (Pro, 2011), se evalúa fundamentalmente para mejorar el aprendizaje de los alumnos no para emitir un veredicto sobre él.

En relación con el aprendizaje del alumnado, muchos manuales hablan de diferentes modalidades (inicial, sumativa, continua, formativa...). Por supuesto, no se deben hacer sinónimos evaluación y examen; ni se puede interpretar que la evaluación continua consiste en realizar continuamente pruebas; ni dar por hecho que ésta es siempre formativa. Desde luego, es muy importante que los profesores redefinamos este elemento, pero, además, resulta necesario que hagamos al alumnado partícipe del cambio. No se puede mantener que la asocien a un castigo o a un estado de histeria colectiva. Pensemos que la concepción que tienen del "montaje" que se ha hecho de las calificaciones no es "natural"; sin duda, puede haber influido el contexto social en el que se mueve, pero fundamentalmente es fruto de lo que les hemos transmitido desde la escuela.

La evaluación debe estar insertada en el proceso de construcción de conocimientos (más si queremos que sea formativa); de hecho, la fiabilidad de los datos recogidos será mayor cuanto más próxima esté la recogida al proceso de enseñar y aprender. Si les dejamos hablar y escribir, tenemos mucha información a nuestro alcance: sus intervenciones, sus preguntas y sus dudas, sus cuadernos de trabajo, sus comportamientos en las tareas colectivas, la atención y la participación prestados en las explicaciones, sus cambios de hábitos, sus creencias y valores, sus estados de ánimo, sus evoluciones personales, sus creencias y emociones...

Desde nuestra perspectiva, la evaluación debe ser un elemento más del proceso de enseñanza y, como tal, debe generar aprendizaje, tanto en el alumnado... como en el profesorado. Por lo tanto, debe integrarse en las fases de la secuencia de

actividades que hemos descritos. En la Tabla 2.8, hemos descrito brevemente los momentos, contenidos y estrategias que proponemos

Tabla 2.8. Evaluación de la propuesta

<b>Fases de secuencia</b>	<b>Contenidos de evaluación</b>	<b>Estrategia o instrumento de evaluación</b>
Explicitación de ideas	Conocimientos, experiencias, creencias y expectativas iniciales del alumnado	A partir de diferentes viñetas de comics o de un video, cuestionario individual.
Construcción de aprendizajes	Evolución del aprendizaje del alumnado Motivación, interés, atención, participación, preocupaciones, comportamiento... Valoración de los materiales usados y contenidos seleccionados en el proceso.	Análisis de las producciones e intervenciones en las actividades individuales y grupales. Protocolos de observación Entrevistas periódicas al alumnado Diario del maestro.
Aplicación	Evolución del aprendizaje del alumnado Motivación, interés, atención, participación, preocupaciones, comportamiento... Valoración de los materiales usados y contenidos seleccionados en el proceso.	Análisis de las producciones e intervenciones en las actividades individuales y grupales. Protocolos de observación Entrevistas periódicas al alumnado Diario del maestro.
Revisión	Evolución del aprendizaje del alumnado	Discusión de las respuestas de Explicitación
Todas	Adecuación temporal	Contraste tiempo previsto y real

Desde nuestros planteamientos, cualquiera de las actividades que veremos en el siguiente apartado es un instrumento de evaluación. Sus resultados nos deben aportar información no sólo de lo que ha aprendido el alumnado sino de la idoneidad del proceso de enseñanza.

## 4.- Variable dependiente: evaluación del aprendizaje del alumnado

Según el diseño de nuestra investigación, descrito en el primer apartado de este Capítulo, debemos describir el Pretest, las cuestiones planteadas en las actividades a seguir durante el desarrollo de nuestra propuesta y el Postest.

En nuestro caso, optamos porque el Pretest y el Postest fueran iguales, ya que, dada la duración de la propuesta, no debía influir el "efecto recuerdo".

### 4.1. Pretest y Postest de la experiencia

Aunque en el Anexo 2, se recoge la versión "íntegra" de este instrumento de recogida de información, en la Figura 2.17a.

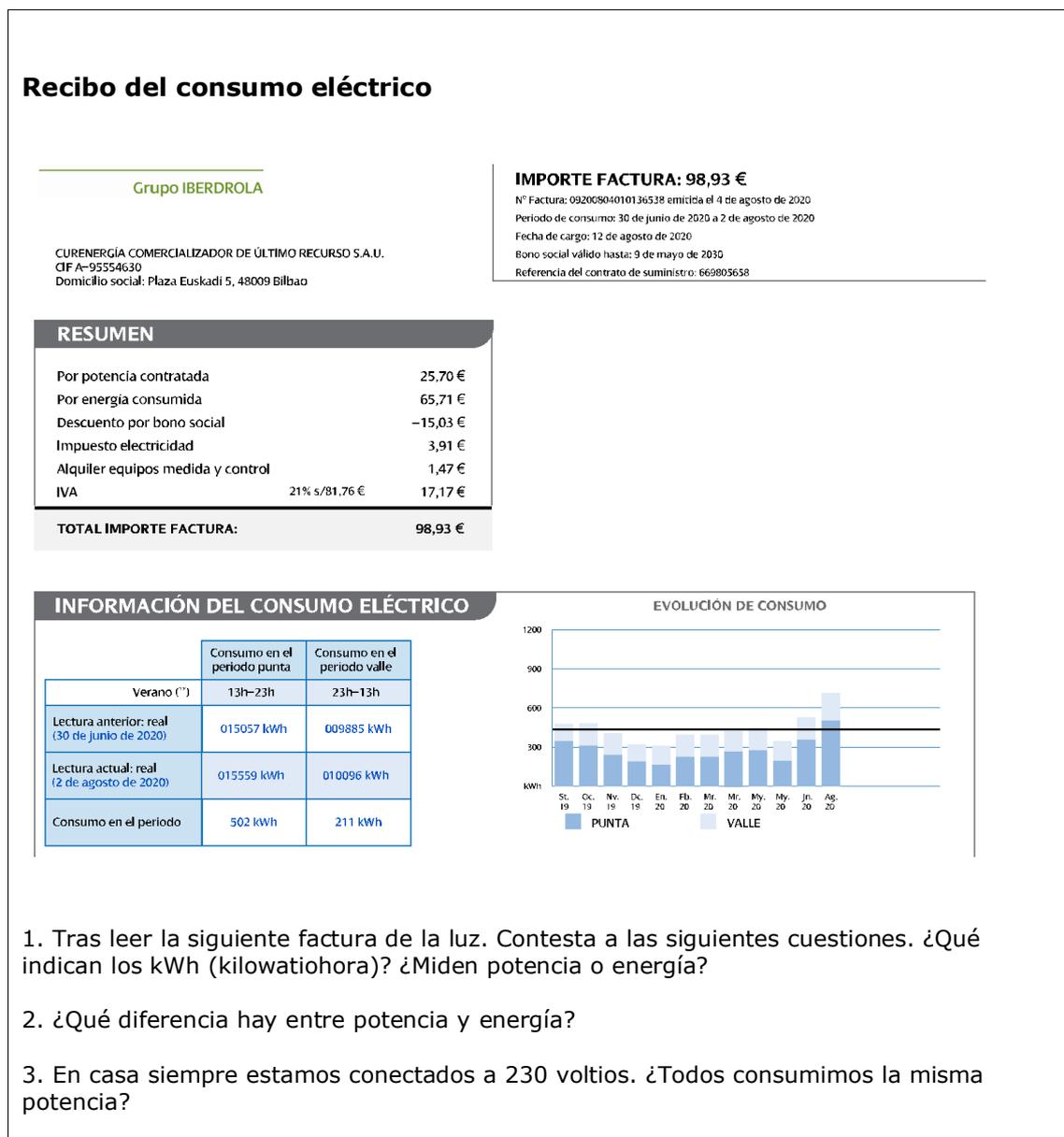


Figura 2.17a. Pretest (parte I)

**El Sistema eléctrico nacional ha importado un 2,6% de producción neta total.**

Impacto medioambiental

El impacto ambiental de su electricidad depende de las fuentes energéticas utilizadas. En una escala de A a G donde A indica el mínimo impacto ambiental y G el máximo, corresponde al nivel D, la energía comercializada por Curenergía tiene los siguientes valores:

Emisiones de dióxido de carbono Curenergía Comercializador de Último Recurso, S.A.U.	
Menos dióxido de carbono	
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
Más dióxido de carbono	
Contenido de carbono Kg de dióxido de carbono por kWh	0,31

Residuos radiactivos alta actividad Curenergía Comercializador de Último Recurso, S.A.U.	
Menos residuos radiactivos	
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
Más residuos radiactivos	
Residuos radiactivos Miligramos por kWh	0,86

4. Después de ver esta parte de la factura. ¿Qué opinas de la empresa que te vende la electricidad?

**Fenómenos cotidianos**

5. Para cargar una tablet, ¿lo conectamos directamente a los 230 voltios de la vivienda? Explica tu respuesta.

6. Si todos tenemos 230v en casa, ¿a todos nos cobran lo mismo? ¿Nos cobran por los w, los v, los amperios o los w x h?

**Literatura y práctica**

7. Lee la siguiente parte inédita de *El Mundo de Pandora* y continúa el diálogo como si fueras Crusoe.

- ¡Tula! ¡Tula! -llegó gritando Crusoe- Hemos conseguido crear un aerogenerador. He medido los bornes y da 230v.

- ¡Genial! ¿Eso quiere decir que podremos conectar todo lo que queramos como en una casa de verdad?

- \_\_\_\_\_.

Eso quiere decir que:

8. Imagina que estás en un mundo destruido y que has conseguido esta pila, los siguientes 3 LEDs y las siguientes resistencias. Realiza el circuito que más te convenga para que puedas tener los 3 LEDs encendidos durante más tiempo posible sin que haya peligro de que se fundan, ya que en un mundo destruido serían muy valiosos. Usa solo lo que creas necesario.

Figura 2.17b. Pretest (parte II)

9. ¿Ha conseguido encender los tres?

Ninguno	Solo uno	Los dos	Los tres
---------	----------	---------	----------

10. ¿Lo has construido en serie o en paralelo?

Serie	Paralelo
-------	----------

¿Por qué lo has construido de esa manera?

11. La pila está medio borrosa y no sabemos de cuánta tensión es. Mide la tensión, la intensidad y la resistencia del circuito.

V=  
I=  
R<sub>total</sub>=

Figura 2.17c. Pretest (parte III)

## 4.2. Seguimiento de la experiencia

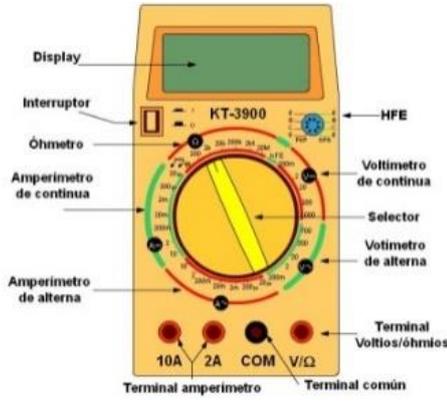
En la Tabla 2.9 se recoge el contenido de cada sesión de nuestra propuesta.

Tabla 2.9. Desarrollo de la propuesta

Sesiones	Preguntas o actividades
Sesión 1	Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.
Sesión 2. Práctica 1	<p>1.- Ahora te toca a ti. Coge un motor e inténtalo. ¿Qué tal? ¿Se enciende la bombilla? Cuéntame lo que está pasando.</p> <p>2.- Ahora coge un LED, conéctalo al motor ayudándote de las pinzas cocodrilo. Y ¡Dale muy fuerte! ¿Qué tal? ¿Ha habido suerte?</p> <p>3.- Los LEDs solo se encienden conectados de una de las dos formas. Si no se te ha encendido antes ahora conecta el LED al contrario y pruébalo de nuevo. ¿Qué tal? ¿Ha habido suerte?</p> <p>4.- No te preocupes Tula, sé que no te ha salido. Y si se ha encendido algo, debe haber sido muy poquito. ¿Entonces? ¿Por qué te hago pasar por estas pillerías, sabiendo que no va a funcionar? Ya lo explicaré. Ahora coge la reductora y haz lo mismo con la bombilla. Enchufa los extremos de la bombilla a los bornes (las salidas del motor de la reductora) y haz girar muy fuerte el primer eje. ¡Dale fuerte! ¿Qué está ocurriendo?</p> <p>4.1- ¿Por qué?</p> <p>5.- Ahora en vez de la bombilla conecta el LED (de un lado y de otro, solo se encenderá conectado de una de las dos maneras). ¡Dale fuerte! ¿Qué está ocurriendo?</p> <p>5.1- ¿Por qué?</p> <p>6.- ¿Qué conclusiones sacas de esta práctica?</p> <p>7.- ¿Por qué cuesta más dependiendo de si es un motor o una reductora? ¿Con cuál cuesta más?</p> <p>7.1- ¿Por qué?</p> <p>8.- ¿Por qué cuesta más dependiendo de si es un LED o una bombilla lo que quiero encender? ¿Con cuál cuesta más?</p> <p>8.1- ¿Por qué? ¿Qué quiere decir eso?</p> <p>9.- Ese esfuerzo tan grande que haces dándole al motor o a la reductora para producir esa ínfima luz ¿Qué te hace pensar?</p> <p>10.- ¿Quién o qué mueve, hace girar eso en verdad?</p> <p>11.- ¿Para qué podríais utilizar estos conocimientos en un mundo postapocalíptico?</p>
Sesión 3	Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.

Sesión 4  
Práctica 2

1.- ¿Se enciende? ¿Por qué?  
 2. Ahora voy a conectar un tornillo. ¿Qué ocurre ahora? ¿Por qué? ¿Y si conecto un lápiz? ¿Por qué?  
 3.- ¿Te gusta la práctica? Pues espera y verás que te voy a sorprender. Crusoe cogió una esponja de baño y los conectó los extremos que estaba poniendo en los anteriores objetos y los pinchó en la esponja (los puso cerca, pero sin tocarse).  
 ¿Qué te parece? ¿Se enciende? ¿Por qué?  
 4.- ¿Y si ahora derramo un poco de agua en la esponja? ¿Se enciende? ¿Por qué crees que pasa eso?  
 5.- ¿Te gusta Tula? Pues espera a ver lo último. Te he dicho que había unos materiales que dependiendo de cosas externas como la temperatura o la luz se comportaban como conductores o como aislantes. Sí. Eran los \_\_\_\_\_  
 6.- ¿Sabes lo que es esto? Sí. Me lo has dicho antes. Es un \_\_\_\_\_  
 7.- Mide tú ahora esta otra resistencia fija. ¿Qué mide?  
 8.- Ahora intenta medir la resistencia de este dispositivo que se llama LDR. ¿Qué ocurre? ¿Y por qué ocurre eso?  
 9.- Mide ahora el valor de la resistencia LDR cuando le da la luz y cuando no le da. ¿Qué ocurre? ¿Por qué? Descríbelo. ¿Por qué?  
 10.- ¿A qué mola, eh? Di algo más que un simple sí.



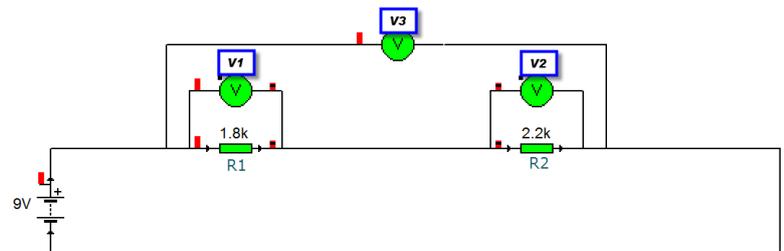
Sesión 5 Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.

Sesión 6.  
Práctica 3

1.- ¿Lo has construido?  
 2.- Ahora mide las resistencias de los dos dispositivos.

	R1	R2					
<b>Valor</b>							
<b>Unidades</b>							

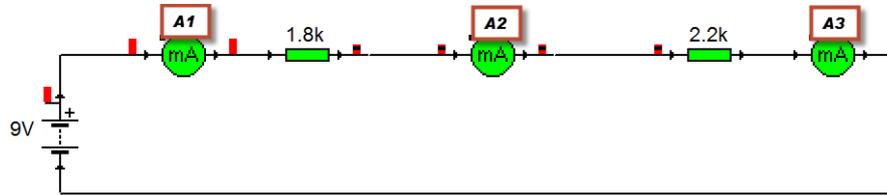
3.- Mide las caídas de tensión en cada una de las resistencias y entre las dos.



		V1	V2	V3			
<b>Valor</b>							
<b>Unidades</b>							

- ¡Oye Tula! ¿Por qué crees que obtenemos esos resultados al medir la caída de tensión en cada una de las resistencias y en las dos a la vez? ¿a qué se debe? Perfecto. ¡Eres un crack! No se te olvide como se hace que luego vas a tener que hacer uno tú sola. Ahora vamos a medir la intensidad.  
 - ¿La Intensidad?  
 - Sí. Recuerda: la intensidad es el número de electrones por cada segundo que pueden pasar gracias a la tensión que le hemos puesto al colocar la pila y a pesar de las resistencias que hemos puesto en el circuito. La tensión favorece el paso de los electrones y la resistencia lo dificulta.

- ¡Ah! ¡Vale! Voy a medirlo.  
 - Eso  
 4.- Mide la intensidad que pasa antes de la R1, después de la R1 y después de la R2.



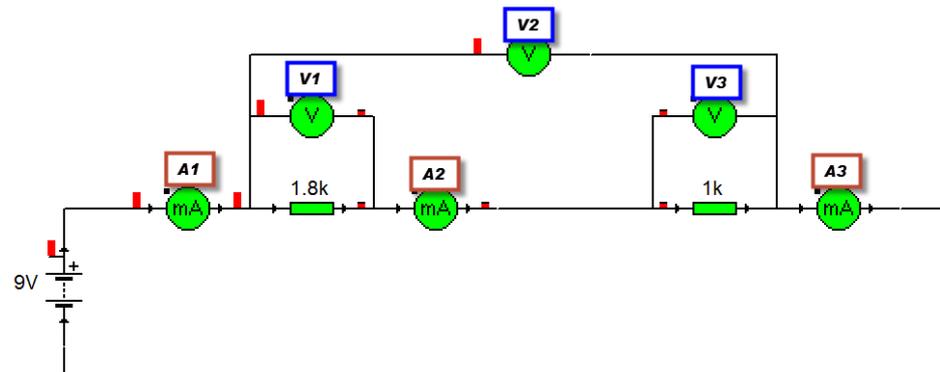
						A1	A2	A3
Valor								
Unidades								

- ¡Oye Tula! ¿Por qué crees que obtenemos esos resultados al medir las intensidades antes de la R1, después y antes de la R2 y después de la R2? ¿A qué se debe?  
 Recuerda lo que hemos hecho que luego lo vas a hacer tú sola con otro circuito. ¿Vale?  
 - Eso está hecho.

Nos quedó una tabla así:

	R1	R2	V1	V2	V3	A1	A2	A3
Valor								
Unidades								

Sesión 7 Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.  
 Sesión 8. - ¿Lo has construido ya? ¿Te ha costado? ¿Te ha gustado?  
 Práctica 4.

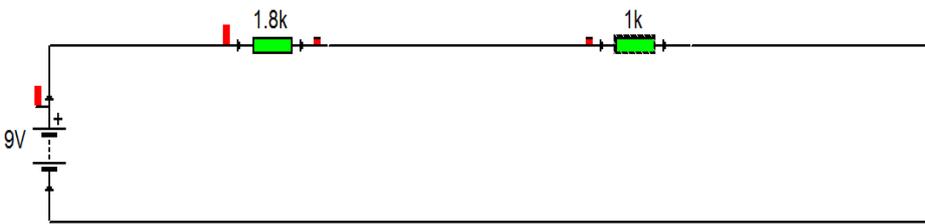
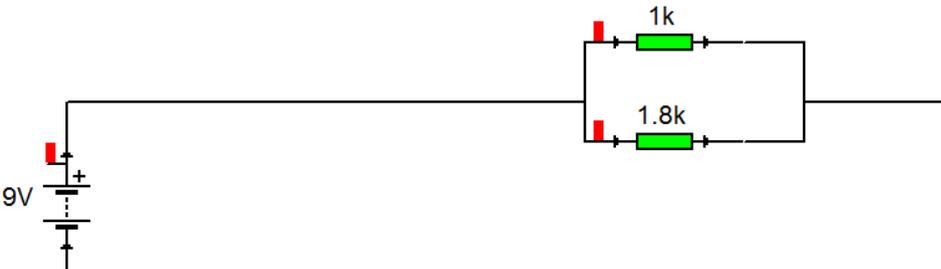


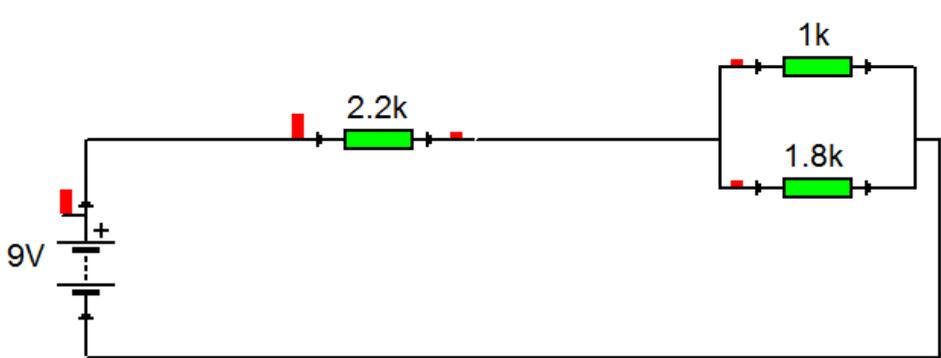
Ahora coge el polímetro y mira que actúe como voltímetro.

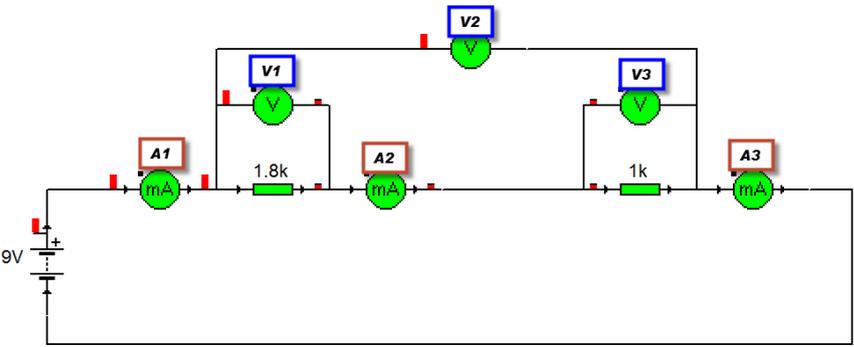
	V1	V2	V3			
Valor						
Unidades						

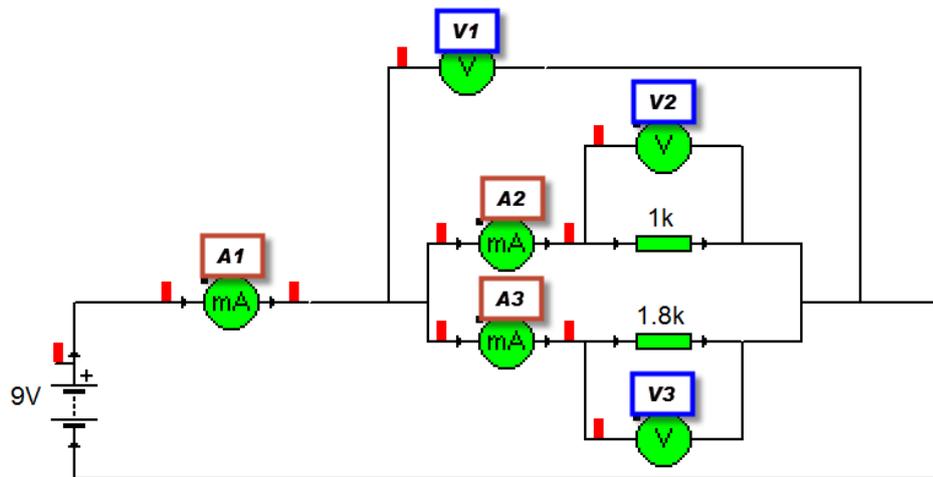
- ¿Lo has medido ya?  
 - ¿Explica que significa el resultado de V1? ¿Qué nos indica ese dato?  
 - ¿Explica que significa el resultado de V2? ¿Qué nos indica ese dato?  
 - ¿Explica qué relación guarda el resultado de V2 con V1 y V3 juntos?  
 - Compara el resultado de V2 con la tensión de la pila. ¿Qué quiere decir esto?

	<p>Ahora vuelve a coger el polímetro y mira que actúe como amperímetro.</p> <table border="1" data-bbox="395 277 1345 371"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>A<sub>1</sub></th> <th>A<sub>2</sub></th> <th>A<sub>3</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Valor</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Unidades</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>- ¿Lo has medido ya?                  - ¿Explica que significa el resultado de A1? ¿Qué nos indica ese dato?                  - Compara los resultados de A1, A2 y A3. ¿Qué quiere decir esto? ¿Por qué pasa esto?</p>					A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	<b>Valor</b>							<b>Unidades</b>																											
				A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>																																					
<b>Valor</b>																																											
<b>Unidades</b>																																											
<p>Sesión 9                  Sesión 10.                  Práctica 5.</p>	<p>Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.</p> <p>- ¿Lo has construido ya?</p> <p>Ahora coge el polímetro y mira que actúe como voltímetro.</p> <table border="1" data-bbox="395 696 1345 790"> <thead> <tr> <th></th> <th>V<sub>1</sub></th> <th>V<sub>2</sub></th> <th>V<sub>3</sub></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Valor</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Unidades</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>- ¿Lo has medido ya?                  - Explica que significa los datos que acabas de obtener. ¿Por qué son así? Explícalo basándote en la definición de tensión o caída de tensión.</p> <p>Ahora vuelve a coger el polímetro y mira que actúe como amperímetro.</p> <table border="1" data-bbox="395 994 1345 1088"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>A<sub>1</sub></th> <th>A<sub>2</sub></th> <th>A<sub>3</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Valor</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Unidades</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>- ¿Lo has medido ya?                  - ¿Explica que significa el resultado de A1? ¿Qué nos indica ese dato?                  - ¿Explica que significa el resultado de A1 comparándolo con A2 y A3 juntos? ¿Por qué pasa eso? Explícalo basándote en la definición de la intensidad.</p>		V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>				<b>Valor</b>							<b>Unidades</b>											A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	<b>Valor</b>							<b>Unidades</b>						
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>																																								
<b>Valor</b>																																											
<b>Unidades</b>																																											
				A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>																																					
<b>Valor</b>																																											
<b>Unidades</b>																																											
<p>Sesión 11                  Sesión 12.                  Práctica 6.</p>	<p>Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.</p> <p>- ¿Lo has construido ya?</p> <p>Ahora coge el polímetro y mira que actúe como voltímetro.</p> <table border="1" data-bbox="395 1413 1345 1507"> <thead> <tr> <th></th> <th>V<sub>1</sub></th> <th>V<sub>2</sub></th> <th>V<sub>3</sub></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Valor</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Unidades</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>- ¿Lo has medido ya?                  - Explica que significa los datos que acabas de obtener. ¿Por qué son así? Explícalo basándote en la definición de tensión o caída de tensión.                  - No se te olvide comparar a V2 con V1 y V3 juntos. ¿Por qué pasa eso?</p> <p>Ahora vuelve a coger el polímetro y mira que actúe como amperímetro.</p> <table border="1" data-bbox="395 1742 1345 1836"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>A<sub>1</sub></th> <th>A<sub>2</sub></th> <th>A<sub>3</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Valor</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Unidades</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>- ¿Lo has medido ya?                  - ¿Explica que significa el resultado de A1? ¿Qué nos indica ese dato?                  - ¿Explica que significa el resultado de A1 comparándolo con A2 y A3 juntos? ¿Por qué pasa eso? Explícalo basándote en la definición de la intensidad.                  - Compara los resultados de A1, A2 y A3. ¿Qué quiere decir esto? ¿Por qué pasa esto?</p>		V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>				<b>Valor</b>							<b>Unidades</b>											A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	<b>Valor</b>							<b>Unidades</b>						
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>																																								
<b>Valor</b>																																											
<b>Unidades</b>																																											
				A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>																																					
<b>Valor</b>																																											
<b>Unidades</b>																																											

Sesión 13	Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.
Sesión 14. Práctica 7.	<p>- ¿Lo has construido ya?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calcula la resistencia total. Resistencia total = ____ No se te olvide poner las unidades. Espacio para cálculos.</li> <li>2. Ahora calcula la Intensidad total del circuito. ¿Qué te da? ____ No se te olvide poner las unidades. Espacio para cálculos:</li> <li>3. Compárala ahora con cualquiera de las intensidades que mediste en práctica 4.</li> <li>4. Calcula la caída de tensión que hay en cada una de las resistencias. <math>V_{1,8} = \text{____}</math> <math>V_1 = \text{____}</math> No se te olvide poner las unidades. Espacio para cálculos:</li> <li>5. Compáralas las dos juntas con la tensión total del circuito. Compáralas con la <math>V_1</math>, <math>V_2</math> y <math>V_3</math> que mediste en su día, en la práctica 4.</li> <li>6. ¿Qué conclusiones sacas de esto?</li> </ol>
Sesión 15	Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.
Sesión 16. Práctica 8.	<p>- ¿Lo has construido ya?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuántas resistencias hay? ¿Cómo están conectadas entre sí? ¿Te acuerdas de la fórmula que tienes que usar? Pues venga. Intenta calcular la Resistencia total de las dos. Resistencia total del paralelo: ____ No se te olvide poner las unidades. Espacio para cálculos:</li> <li>2. Ahora compárala con cualquiera de las <math>V</math> que mediste en la que mediste en la práctica 5. ¿Qué opinas? ¿Qué conclusión sacas?</li> <li>3. Ahora calcula la Intensidad total del circuito. Intensidad total del paralelo: ____ No se te olvide poner las unidades. Espacio para cálculos:</li> </ol>

	<p>3. Ahora compárala con la Intensidad Total que mediste en la práctica 5 (la A1). ¿Qué opinas? ¿Qué conclusión sacas? ¿Hay diferencia entre la medición y el cálculo? ¿Por qué?</p> <p>4. Ahora calcula la intensidad que circula por cada una de las resistencias.  <math>I_{1,8} = \underline{\hspace{2cm}}</math>      <math>I_1 = \underline{\hspace{2cm}}</math> No se te olvide poner las unidades.                  Espacio para cálculos:</p> <p>5. Compáralas las dos juntas con la intensidad total del circuito.                  -Compara la A2 de la práctica 5 con la <math>I_1</math> que acabas de calcular.                  -Por último, compara la A3 de la práctica 5 con la <math>I_{1,8}</math> que acabas de calcular.</p> <p>6. ¿Qué conclusiones sacas de esto?</p>
<p>Sesión 17</p>	<p>Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.</p>
<p>Sesión 18. Práctica 9.</p>	<p>- ¿Lo has construido ya?</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>1. Lo primero es calcular la resistencia total del paralelo. ¡Vamos a allá!                  Resistencia total del paralelo: <math>\underline{\hspace{2cm}}</math> No se te olvide poner las unidades.                  Espacio para cálculos:</p> <p>2. Ahora ¿Qué tienes que hacer? ¿Es esa la resistencia total del circuito?                  - Pues venga, súmala la resistencia que hay en serie                  Espacio para cálculos:</p> <p>3. Si tenemos la resistencia total y la tensión total... ¿Qué podemos calcular ahora? Pues venga vamos.                  Resistencia total del circuito: <math>\underline{\hspace{2cm}}</math> No se te olvide poner las unidades.                  Intensidad total del circuito: <math>\underline{\hspace{2cm}}</math> No se te olvide poner las unidades.                  Espacio para cálculos:</p> <p>4. Y ahora a por las caídas de tensión. Este símbolo <math>\Delta</math> con la V (<math>\Delta V</math>) significa <i>Caída de tensión</i>. Debería habértelo dicho en la primera práctica, pero por no meter muchas cosas a la misma vez te lo digo ahora.  <math>\Delta V_{2,2} = \underline{\hspace{2cm}}</math>      <math>\Delta V_{1,8} = \underline{\hspace{2cm}}</math>      <math>\Delta V_1 = \underline{\hspace{2cm}}</math>                  Como ves cada vez te indico menos lo que tienes que hacer hasta que en la próxima práctica lo hagas tu solita.                  Espacio para cálculos:</p> <p>5. Compara con sus homólogos de la práctica 6.</p>
<p>Sesión 19</p>	<p>Lectura de la parte de El Mundo Pandora que explica la siguiente práctica y paseo por el centro para ver la instalación eléctrica</p>
<p>Sesión 20. Práctica 10</p>	<p>- Bueno chic@s. Espero que os haya gustado el paseo por el colegio (igual que el que dio Crusoe con los niños en el edificio Pandora).                  Ahora espero que os fijéis o miréis de otra manera los cables, interruptores y en general la instalación eléctrica de cada vivienda.                  Para sobrevivir en un mundo postapocalíptico os será de gran ayuda. Para ello quiero que te quedes con un pequeño resumen:</p>

	<p>1.- ¿Qué es un PIA?                  2.- ¿Qué es un diferencial?                  3.- ¿Qué es una caja de derivación?                  4.- ¿Qué es un cuadro eléctrico?                  5.- ¿En qué se mide la electricidad que consumimos en casa?</p> <p>Fotocopia o imprime y pega la factura:</p> <p>6. ¿En qué se mide la electricidad que has consumido? ¿Cuánto es?                  7. ¿Cuánta electricidad puedes consumir por unidad de tiempo como máximo?                  ¿En qué unidades se mide?                  8. ¿Qué pasa si te pasas de esa potencia?                  9. Opinión/discusión/conclusión de la práctica:</p>																																																																		
<p>Sesión 21</p>	<p>Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.</p>																																																																		
<p>Sesión 22. Práctica 11</p>	<p>- ¿Lo has construido ya?</p>  <p><b>Rellena esta tabla con los datos medidos en la práctica 4:</b></p> <table border="1" data-bbox="395 1198 1337 1294"> <thead> <tr> <th></th> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>A3</th> <th>V1</th> <th>V2</th> <th>V3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Unidades</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><math>R_{\parallel}</math> Es la resistencia total de las que están en paralelo.  <math>R_t</math> Es la resistencia total del circuito</p> <p><b>Rellena esta tabla con los datos calculados en la práctica 7:</b></p> <table border="1" data-bbox="395 1411 1361 1507"> <thead> <tr> <th></th> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>A3</th> <th>V1</th> <th>V2</th> <th>V3</th> <th><math>R_{total}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Unidades</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><math>R_{\parallel}</math> Es la resistencia total de las que están en paralelo.  <math>R_t</math> Es la resistencia total del circuito</p> <p><b>Rellena esta tabla con los datos que ves en el simulador:</b></p> <table border="1" data-bbox="395 1624 1337 1720"> <thead> <tr> <th></th> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>A3</th> <th>V1</th> <th>V2</th> <th>V3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Unidades</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><math>R_{\parallel}</math> Es la resistencia total de las que están en paralelo.  <math>R_t</math> Es la resistencia total del circuito                  Pega el circuito simulado aquí:</p>		A1	A2	A3	V1	V2	V3	Valor							Unidades								A1	A2	A3	V1	V2	V3	$R_{total}$	Valor								Unidades									A1	A2	A3	V1	V2	V3	Valor							Unidades						
	A1	A2	A3	V1	V2	V3																																																													
Valor																																																																			
Unidades																																																																			
	A1	A2	A3	V1	V2	V3	$R_{total}$																																																												
Valor																																																																			
Unidades																																																																			
	A1	A2	A3	V1	V2	V3																																																													
Valor																																																																			
Unidades																																																																			
<p>Sesión 23</p>	<p>Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.</p>																																																																		
<p>Sesión 24 Práctica 12</p>	<p>- ¿Lo has construido ya?</p>																																																																		



Rellena esta tabla con los datos medidos en la práctica 5:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3
Valor						
Unidades						

$R_{\parallel}$  Es la resistencia total de las que están en paralelo.

$R_t$  Es la resistencia total del circuito

Rellena esta tabla con los datos calculados en la práctica 8:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3	$R_{total}$
Valor							
Unidades							

$R_{\parallel}$  Es la resistencia total de las que están en paralelo.

$R_t$  Es la resistencia total del circuito

Rellena esta tabla con los datos que ves en el simulador:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3
Valor						
Unidades						

$R_{\parallel}$  Es la resistencia total de las que están en paralelo.

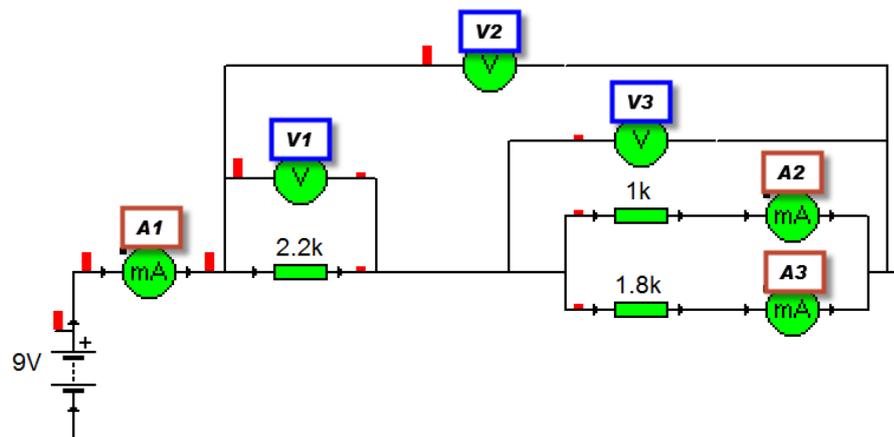
$R_t$  Es la resistencia total del circuito

Pega el circuito simulado aquí:

Sesión 25 Lectura de la parte de El Mundo de Pandora que explica la siguiente práctica.

Sesión 26 - ¿Lo has construido ya?

Práctica 13



	<b>Rellena esta tabla con los datos medidos en la práctica 6:</b>							
		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	
	<b>Valor</b>							
	<b>Unidades</b>							
	R <sub>=</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo. R <sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito							
	<b>Rellena esta tabla con los datos calculados en la práctica 9:</b>							
		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>Rtotal</b>
	<b>Valor</b>							
	<b>Unidades</b>							
	R <sub>=</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo. R <sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito							
	<b>Rellena esta tabla con los datos que ves en el simulador:</b>							
		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	
<b>Valor</b>								
<b>Unidades</b>								
R <sub>=</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo. R <sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito								
Pega el circuito simulado aquí:								
Sesiones de la 27 a la 37.	Proyectos							

Nuestro seguimiento se va a centrar en las actividades prácticas realizadas en el desarrollo de la propuesta.



## CAPÍTULO 3

En este Capítulo nos ocupamos de los resultados de la puesta en práctica de nuestra propuesta innovadora.

### 1.- Resultados del Pretest

La primera pregunta del pretest se recoge en la Figura 3.1

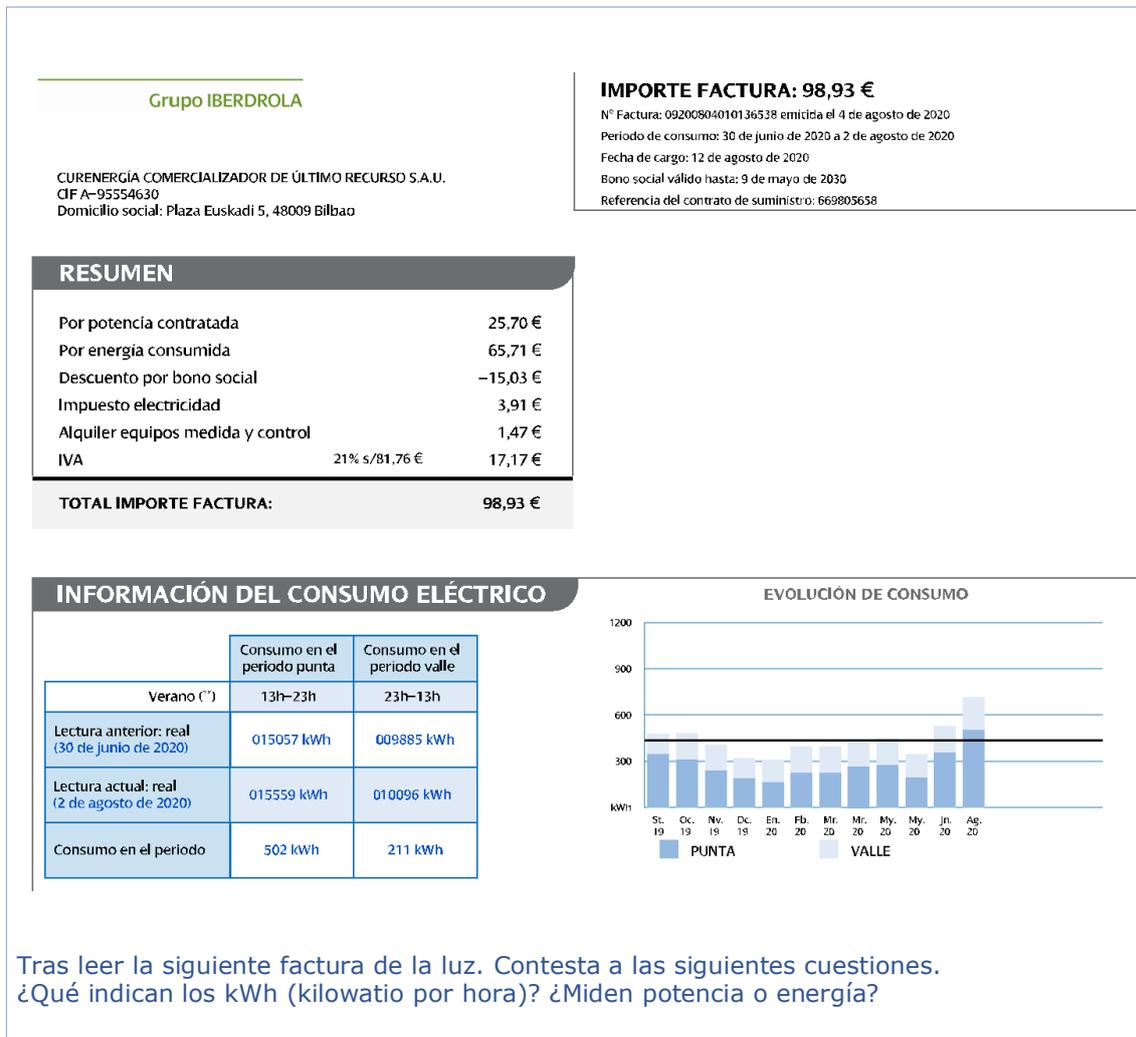


Figura 3.1. Item 1 del Pretest

En la tabla 3.1 se recogen los resultados a la primera pregunta del pretest

Tabla 3.1. Resultados ítem 1 del Pretest

Los kwh miden energía consumida	0,61
Los kwh indican lo consumido en un tiempo determinado	0,35
No lo sabe	0,17
Los Kwh miden potencia	0,22

Como se puede ver, hemos clasificado las respuestas en "Los kwh miden la energía consumida", que sería la adecuada y que han respondido un 61% de los estudiantes.

- "Los Kwh miden energía" (A15)
- "Mide la energía que gasta de media" (A12)
- "Indican la cantidad de energía que se consume durante una hora" (A19)

Esta última respuesta, aunque nombre tiempo, la hemos englobado en este grupo, ya que indica energía consumida.

Otro grupo, que no constaría de tanta precisión del concepto kwh, ya que no nombra la energía, son un 35%. Aquí podemos ver unos ejemplos:

- "Los Kwh se consumen en horarios" (A1)
- "Los Kwh indican lo que se consume a lo largo del día" (A2)
- "Los Kwh dicen lo que ha consumido" (A10)

Y un 22% que indica que los kwh sirven para cuantificar la potencia, aunque algunos de estos, en su respuesta, nombran también la energía.

- "Los Kwh miden potencia" (A6)
- "Los Kwh miden la potencia que gasta en una hora" (A7)
- "Los Kwh miden energía" y "Los Kwh dicen la potencia" (A10)

Otro pequeño grupo no desea expresar su opinión al respecto y alega que no lo sabe (17%).

La segunda pregunta del pretest era "*¿Qué diferencia hay entre potencia y energía?*". Los resultados se recogen en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Resultados ítem 2 del Pretest

La energía es lo que hace que vaya la electricidad y la luz	0,35
No sabe / no contesta	0,35
La potencia es fuerza o velocidad	0,35
La potencia es luz, electricidad, energía o depende de los voltios	0,17
La potencia es depende de cuantos w tenga el artículo	0,04
La energía es lo que se consume o gastas	0,22
La energía es la fuerza	0,09

Hemos clasificado las respuestas de energía en tres grandes grupos. En el primero, "La energía es lo que hace que vaya la electricidad y la luz" lo señalaban un 35% de los encuestados. Evidentemente, carece de rigor científico, pero se observan ligeras nociones, como en estos ejemplos:

- "La energía da electricidad" (A5)
- "La energía es lo que hace que haya electricidad" (A12)
- "La energía genera la luz" (A8)

En el grupo que dice "La energía es lo que se consume o gastas" (22%) se observa un toque más económico que científico. Veamos las siguientes respuestas:

- "La energía es lo que gastamos de luz" (A9)
- "La energía es lo que consume en horas" (A15)
- "La energía es el consumo total" (A19)

También hay un grupo más reducido (9%) que lo equiparan a la magnitud fuerza. Esta misma afirmación la hacen para la potencia otro 35%.

- “La potencia es la fuerza que tiene el aparato” (A4)
- “La potencia es la fuerza que se emplea” (A20)
- “La potencia es cómo de rápido va” (A6)

Y en otro grupo (17%) hemos englobado respuestas menos repetidas y más dispares como las siguientes:

- “La potencia es cuánta luz da” (A7)
- “La potencia sirve para que la energía eléctrica vaya más cómoda” (A1)
- “La potencia es, según el aparato eléctrico, lo voltios que tenga” (A19)

La tercera pregunta del pretest era “*En casa siempre estamos conectados a 230 voltios. ¿Todos consumimos la misma potencia??*”. Los resultados se recogen en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Resultados ítem 3 del Pretest

No	0,70
Sí	0,17
La potencia son los voltios, intentamos consumir pocos	0,13
Puedo contratar más potencia y depende de los objetos que utilice	0,26
Depende de la luz que gastemos	0,43

En líneas generales, casi todos (70%) reconoce que todos no consumimos lo mismo, pero, a la hora de justificarlo, aparece una gran diversidad de razonamientos.

Hay muchos estudiantes (43%) que responden que no y lo justifican en que depende de la electricidad que gastemos consumiremos mayor o menos potencia. Así, por ejemplo, tenemos:

- “Cada persona realiza distintas actividades domésticas” (A2)
- “Depende de lo que gaste cada persona” (A23)
- “Porque no utilizamos todos las mismas cosas” (A17)

Un 26% asegura que la potencia son los voltios:

- “Puedes contratar más potencia” (A1)
- “Si tengo encendidos todos los objetos requeriré más potencia” (A20)
- “Tú puedes contratar más potencia” (A8)

Un grupo que forman el 13% asegura que la potencia son los voltios y que se intentan consumir lo menos posible.

- “Se intenta consumir los menos voltios posibles” (A2)
- “Porque a lo mejor hay cosas que ocupan más voltios y deja con menos a los demás” (A10)
- “La potencia son los voltios que utilizamos” (A4)

La cuarta pregunta del pretest se recoge en la Figura 3.2

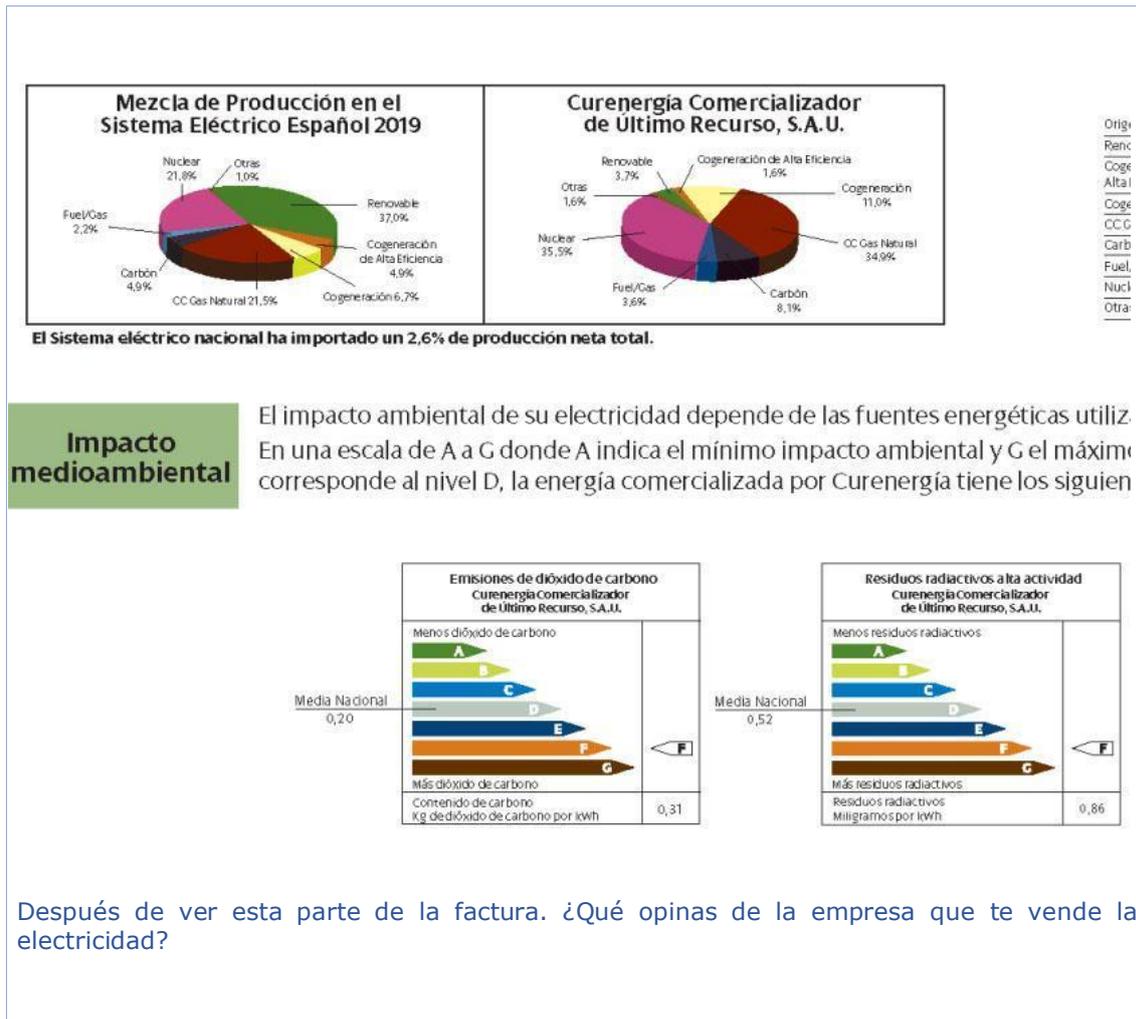


Figura 3.2. Ítem 4 del Pretest

La tabla 3.4 recoge los resultados del pretest a esta pregunta.

Tabla 3.4. Resultados ítem 4 del Pretest

Genera residuos que debería bajar	0,22
No lo sé, no entiendo	0,61
Lo está haciendo bien para generar electricidad y que la contratemos	0,13
Información sobre lo que gastas	0,09

Curiosamente, la mayoría de los estudiantes, en los que se aprecia un interés por no responder escuetamente la pregunta, alegaron que no conseguían comprender la gráfica (61%). Exponían claramente que no lo entendían:

- “No entiendo mucho la factura” (A16)
- “Pues ni idea porque no lo entiendo” (A19)
- “No lo comprendo” (A5)

Un 22% sí que se da cuenta de que la empresa está contaminando el medio ambiente para generar electricidad y lo comunican así:

- “Que debería generar menor cantidad posible de residuos radiactivos y dióxido de carbono” (A2)

- "Que tiene un impacto ambiental muy alto" (A12)
- "Tiene mucho más impacto ambiental que otras" (A22)

Un 13 por ciento opina favorablemente sobre la labor de la empresa.

- "Yo opino que está haciendo lo mejor posible para que contratemos sus servicios" (A6)
- "Opino que está bien porque, si no, no daría luz" (A7)
- "No está mal" (A8)

Un reducido grupo (9%) cree que en estas gráficas también nos da información sobre lo que hemos gastado.

- "Nos da información de lo que hemos gastado" (A8)
- "Que está diciendo lo que puedes gastar" (A17)

Ahora vamos a analizar las cuestiones sobre fenómenos cotidianos "Para cargar una tablet, ¿la conectamos directamente a los 230 voltios de la vivienda? Explica tu respuesta".

En la tabla 3.5 recogemos los resultados a la pregunta 5.

Tabla 3.5. Resultados ítem 5 del Pretest

Usa una cantidad de voltios el resto es para otras cosas	0,26
Sí, porque todos los enchufes son iguales	0,09
Ligeras nociones sobre el transformador	0,13
Sí	0,35
No	0,3
No lo sé	0,22

Las respuestas, en general son muy diversas; entre "Sí" (35%), "No" (30%) y "No lo sé" (22%) alegando diferentes justificaciones, como "Usa una cantidad de voltios, el resto es para otras cosas" (26%)

- "No. Lo conectamos a unos pocos voltios" (A13)
- "No. Porque si en toda la casa hay 230v no se utilizan todos para la tablet" (A3)
- "No. Porque los 230 voltios son para todo el mes" (A5)

Los que dicen que sí conectamos la Tablet a los 230v (9%), lo justifican porque todos los enchufes de la casa tienen 230v. Y hay un 13 por ciento que tiene ligeras nociones sobre el uso del transformador que hay en el cargador. Ejemplos:

- "No. Porque lleva un enchufe que dice a lo voltios que tiene que ir" (A6)
- "No. Cada cargador lleva ya su potencia" (A8)
- "No. Pero el cargador es distinto. Gran parte de la gente tiene uno con pocos voltios" (A12)

La siguiente pregunta era: "Si todos tenemos 230v en casa, ¿a todos nos cobran lo mismo? ¿Nos cobran por los w, los v, los amperios o los w x h?".

Las respuestas se recogen en la Tabla 3.6

Tabla 3.6. Resultados ítem 6 del Pretest

No nos cobran a todos lo mismo	0,74
Nos cobran por diversas cosas	0,09
Nos cobran según lo que gastes o consumas	0,52
No sé	0,13
Nos cobran por los w o los voltios	0,26
Nos cobran por los wxh	0,13
Sí, a todos nos cobran igual	0,26

Las respuestas de "No nos cobran a todos lo mismo" y "Sí, a todos no cobran igual" suman el 100%, ya que el "No sé" responde a la segunda pregunta. A pesar de que son adolescentes, hay un 26% que piensa que a todos nos cobran lo mismo.

- "Nos cobran a todos lo mismo" (A11)
- "Nos cobran igual" (A12)
- "Sí, es lo único que tienes que pagar" (A5)

Un grupo de 74% afirma que no nos cobran a todos lo mismo, pero a la hora de justificar, ven diferentes razones; unos, el 52%, dice que según lo que gastes:

- "Nos cobran en función del consumo" (A2)
- "Depende de la electricidad que gastes" (A7)
- "Se puede gastar más o menos" (A23)

Un 26% piensa que nos cobran por los vatios o los voltios.

- "Nos cobran por los vatios que gastemos" (A6)
- "Nos cobran por vatios" (A5)

Un 13% indica que la razón por la que nos cobran es en función de los wxh.

- "Nos cobran por los Wxh" (A21)

Hay una alumna (9%) que contesta:

- "Creo que no nos cobran lo mismo a todos, pero no sé por qué".

Por último, vamos adentrarnos ahora en el apartado de literatura y práctica del pretest, cuya primera pregunta se recoge en la Figura 3.3

Lee el diálogo de *El Mundo de Pandora* y continúa el diálogo como si fueras Crusoe.

- iTula! iTula! -llegó gritando Crusoe- Hemos conseguido crear un aerogenerador. He medido los bornes y da 230v.

- ¡Genial! ¿Eso quiere decir que podremos conectar todo lo que queramos como en una casa de verdad?

- \_\_\_\_\_.

Eso quiere decir que:

Figura 3.3. Ítem 7 del pretest

Las respuestas se recogen en la Tabla 3.7

Tabla 3.7. Resultados ítem 7 del Pretest

No	0,17
Sí, todo lo que queramos	0,7
No lo entiendo	0,17
Sí, pero con restricciones	0,26
No significa que pueda con muchos aparatos	0,04

Algún alumno se contradice así mismo, evitando de esta manera que los "No", los "Sí" y los "No sé" sumen el 100%. Por ejemplo:

- "No. Podremos conectar todo lo que queramos" (A17)

La mayoría de los encuestados (70%) asegura que podríamos conectar todo lo que queramos.

- "¡Claro! Cuando haya un apocalipsis podremos sobrevivir" (A3)
- "Podremos tener mucha energía para mucho tiempo" (A7)
- "Podemos conectar muchas cosas. Tener energía suficiente" (A5)

Algunos alumnos del apartado anterior, que forman un 26% del total, alegan restricciones, aunque con poco rigor científico.

- "Puedes enchufar todo lo que quieras mientras no pase de esa potencia (230 v)" (A8)
- "Pero no por mucho tiempo" (A13)
- "Pero creo que hacen falta más (aerogeneradores)" (A15)

Cabe destacar a un alumno (4%) que dice que "que tenga 230v no quiere decir que puedas con muchos aparatos", aludiendo elípticamente al concepto de potencia.

En la pregunta 8, más práctica, pero basada también en la novela, vamos a ver la pericia del alumnado. Se recoge en la Figura 3.4

Imagina que estás en un mundo destruido y que has conseguido esta pila, los siguientes 3 LEDs y las siguientes resistencias.

Realiza el circuito que más te convenga para que puedas tener los 3 LEDs encendidos durante más tiempo posible sin que haya peligro de que se fundan, ya que en un mundo destruido serían muy valiosos. Usa solo lo que creas necesario.

¿Ha conseguido encender los tres?

Ninguno	Solo uno	Los dos	Los tres

Figura 3.4. Item 8 del pretest

Las respuestas se recogen en la Tabla 3.8

Tabla 3.8. Resultados del ítem 8

No lo ha intentado	0,22
No ha conseguido nada	0,43
Ha conseguido parcialmente	0,26
Ha encendido los 3	0,09

Casi la mitad del estudio 43% no supo hacer nada, pese a que la mayoría (78%) lo intentaron con ahínco. Un 26 % consiguió encender 1 ó 2 (solo un alumno). Y de los que encendieron uno lo hicieron sin resistencia y se fundió el LED en 3 de los cuatro circuitos.

Dos alumnas consiguieron encender los tres, una de ellas incluso con resistencias, era repetidora y había trabajado con Pandora el año pasado.

La pregunta 9 fue "*¿Lo has construido en serie o en paralelo?*".

Las respuestas se recogen en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9. Resultados del ítem 9 del Pretest

Ni en serie ni en paralelo, No lo ha construido	0,70
Hace algo pero duda de en serie o paralelo	0,22
Usa las resistencias bien	0,04
En paralelo	0,13

Un 70% no consiguió encender ninguno, por lo que no estaba conectado ni en serie ni en paralelo.

Un 22% que hizo algo no supo decir que tipo de conexión había empleado.

De las dos alumnas que consiguieron conectar los 3 LEDs, una de ellas la repetidora supo conectar las resistencias y además decir que estaban en paralelo. La otra no supo explicar qué tipo de conexión había usado y no llegó a proteger los LEDs.

En la pregunta 10 se le animaba al alumno a explicar las razones por las que había optado a conectar los elementos de esa manera: "*¿Por qué lo has construido de esa manera?*".

Las respuestas se recogen en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10. Resultados del ítem 10 del Pretest

Justificaciones con poco fuste	0,43
No le sale	0,52
Porque es repetidor	0,04

Las personas que no hicieron el circuito (52%), evidentemente, no respondieron al tipo de conexión. Los que hicieron algo 43%, sus reflexiones no fueron muy contundentes.

- "Porque el cable era rojo y las líneas de la placa board eran rojas" (A9)
- "Porque pensaba que era así" (A22)
- "Lo primero que se me ha ocurrido" (A19)

Cabe destacar la respuesta de la alumna (4%) repetidora que consiguió hacer el circuito en paralelo con los Leds y las resistencias.

- "Porque lo hizo el año pasado" (A2)

La última pregunta, tenían que *tomar medidas con el polímetro* desmoralizó a la clase casi por completo. En la Figura 3.5 se recoge.

La pila está medio borrosa y no sabemos de cuánta tensión es, mide, tensión, intensidad y resistencia del circuito.

V=  
I=  
R<sub>total</sub>=

Figura 3.5. Item 11 del pretest

Las respuestas se recogen en la Tabla 3.11

Tabla 3.11. Resultados del ítem 11 del Pretest

No lo sé	0,09
Lo coloca a 600v y le sale 0,11	0,04
V=AC	0,09

Los resultados fueron escasos e inadecuados.

## 2.- Resultados del Seguimiento. Las actividades prácticas

### 2.1. Estudio de los Resultados de la Práctica 1

<i>Práctica 1. Fuentes de energía</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aquí lo tengo –dijo Crusoe sacando un motor de corriente continua de un cajón de la ferretería.</li> <li>- ¿Qué es eso?</li> <li>- Esto es un generador.</li> <li>- Pues se parece mucho a una cosa que había dentro de un coche eléctrico de juguete que yo tenía.</li> <li>- Sí. Buenos es que en realidad es un motor. Pero si lo utilizamos del revés funciona como un generador.</li> <li>- ¿Del revés?</li> <li>- Sí. En vez de ponerle electricidad por estos cables y esperar que gire, lo que vamos a hacer es girarlo y así “saldrá electricidad” por los cables. ¡Mira! –dijo mientras se ayudaba con un LED para que pudiera ver la corriente generada.</li> </ul>

En la Práctica 1 se plantea:

*1.- Ahora te toca a ti. Coge un motor e inténtalo. ¿Qué tal? ¿Se enciende la bombilla? Cuéntame lo que está pasando.*

En la Tabla 3.12 se recogen las respuestas del alumnado.

Tabla 3.12. Resultados ítem 1 de la Práctica 1.

No se enciende, aunque se esfuerza mucho	1,00
--	------

En esta primera pregunta el sentimiento ha sido unánime de frustración por no poder conseguir que ni un solo brillo saliera de la bombilla (100%).

Era lo que realmente esperábamos y deseábamos para que fueran capaces de ver el coste y la dificultad que entraña el encendido de una sola bombilla o LED. De esta aprenderá a valorar la importancia de la cantidad de energía que derrochamos en la vida cotidiana.

*2.- Ahora coge un LED, conéctalo al motor ayudándote de las pinzas cocodrilo. Y ¡Dale muy fuerte! ¿Qué tal? ¿Ha habido suerte?*

En la Tabla 3.13 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.13. Resultados ítem 2 de la Práctica 1.

Sí, pero muy poco	0,35
No, pero con un motor más grande sí	0,61
En blanco	0,04

Lo esperado era que hubieran podido encender el LED con una intensidad muy baja, o sea, la primera respuesta que ha obtenido un 35%. Pero al no lograrlo, les presté otro motor más grande para que lo consiguieran (61%). De esta manera todos pudieron cerciorarse de que el LED gasta menos que la bombilla y del consiguiente adelanto tecnológico que suponen en cuestión de ahorro energético.

Al ver que algunos alumnos conseguían iluminarlo y otros no, le daban la vuelta y así comprendieron lo que se buscaba en la siguiente pregunta; que vieran que los LEDs están polarizados y debes conectarlos en directa.

*3.- Los LEDs solo se encienden conectados de una de las dos formas. Si no se te ha encendido antes ahora conecta el LED al contrario y pruébalo de nuevo. ¿Qué tal? ¿Ha habido suerte?*

Lo que se buscaba era que los alumnos fueran conscientes de que los LEDs están polarizados y solo funcionan cuando se conectan en directa. Sin embargo, esto es algo que ellos ya habían comprendido, dado que habían estado haciendo cambios hasta que se ha iluminado el LED.

En la Tabla 3.14 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.14. Resultados ítem 3 de la Práctica 1.

Ahora sí se enciende o se había encendido antes	0,91
No se enciende, pero con el motor grande sí.	0,09

Tras la pregunta anterior, casi todos (91%) ya se habían dado cuenta de que el LED se podía iluminar también con el motor pequeño, pero que había quedarle la vuelta para conectarlo en directa.

*4.- No te preocupes Tula, sé que no te ha salido. Y si se ha encendido algo, debe haber sido muy poquito. ¿Entonces? ¿Por qué te hago pasar por estas pillerías, sabiendo que no va a funcionar? Ya lo explicaré. Ahora coge la reductora y haz lo mismo con la bombilla. Enchufa los extremos de la bombilla a los bornes (las salidas del motor de la reductora) y haz girar muy fuerte el primer eje. ¡Dale fuerte! ¿Qué está ocurriendo?*

En la Tabla 3.15 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.15. Resultados ítem 4 de la Práctica 1.

Se está encendiendo con mucha intensidad gracias a la reductora	0,87
Se enciende	0,13

Una amplia mayoría, el 87% del alumnado, observa que ahora se enciende la bombilla al usar la reductora y que lo hace con mayor intensidad, en caso de que antes hubieran conseguido encenderla algo. Esto era lo esperado.

*4.1.- ¿Por qué?*

En la Tabla 3.16 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.16. Resultados ítem 4.1 de la Práctica 1

Porque los engranajes aumentan el número de vueltas del motor	0,74
Por los engranajes (sin especificar velocidad ni vueltas)	0,17
La reductora ejerce más fuerza	0,04
EN BLANCO	0,04

Esperábamos que se dieran cuenta de que la razón por la que ahora se puede y/u obtenemos una mayor intensidad lumínica de la bombilla, es por el uso de la reductora. Y así es: un 74% reconoce la importancia del uso de reductoras porque aumentan la velocidad angular del motor y facilitan la obtención de energía y, por tanto, una mayor intensidad de luz.

*5.- Ahora en vez de la bombilla conecta el LED (de un lado y de otro, solo se encenderá conectado de una manera). ¡Dale fuerte! ¿Qué está ocurriendo?*

En la Tabla 3.17 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.17. Resultados ítem 5 de la Práctica 1.

Se enciende mucho más	0,57
Hasta que se ha fundido	0,35
Se les ha fundido y no se han dado cuenta	0,09
EN BLANCO	0,26

Lo deseable era que observaran que con la reductora se consigue fácilmente la potencia necesaria para encender un LED (92%). Lo que ocurrió fue que algún grupo jugó a darle muy fuerte para que se encendiera mucho y se fundió.

A raíz de este suceso muchos jugaron a fundir el LED y lo consiguieron fácilmente. Otro grupo ya lo tenía fundido y no se dio cuenta.

#### *5.1- ¿Por qué?*

En la Tabla 3.18 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.18. Resultados ítem 5.1 de la Práctica 1.

Por un exceso de corriente, tensión o potencia (se ha fundido o se ha iluminado más)	0,78
Por exceso de velocidad y energía	0,30
Por exceso de fuerza	0,13
EN BLANCO	0,04

Consideramos positivo que los alumnos achacaran el fundido del LED o el aumento de la intensidad a un aumento de tensión, intensidad o potencia (78%). Incluso, cuando han relacionado los resultados con el aumento de velocidad o energía (30%) producido por la reductora también lo hemos dado por bueno.

No hemos considerado el concepto de fuerza como correcto ya que se aleja demasiado de lo deseado.

#### *6.- ¿Qué conclusiones sacas de esta práctica?*

En la Tabla 3.19 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.19. Resultados ítem 6 de la Práctica 1.

Que sabemos y/o podemos producir energía eléctrica	0,48
El funcionamiento de un LED	0,35
El funcionamiento de la reductora	0,13
Conceptos o expresiones erróneas	0,04
Paciencia	0,04

Nuestra intención era que se dieran cuenta de que podemos producir energía eléctrica, pero que cuesta mucho. Esto solo un 48% parece haberse cerciorado.

Otros (35%) le ha dado más importancia en sus conclusiones a saber cómo funciona un LED, que está polarizado y que gasta mucho menos que una bombilla.

*7.- ¿Por qué cuesta más dependiendo de si es un motor o una reductora? ¿Con cuál cuesta más?*

En la Tabla 3.20 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.20. Resultados ítem 7 de la Práctica 1.

Con el motor cuesta más	0,91
Con la reductora	0,04
EN BLANCO	0,04

Evidentemente esperábamos que hubieran notado que con el motor cuesta más (91%). Lo que no teníamos claro es si sabrían decir la razón por la que se encendía más fácilmente con la reductora que con el motor.

*7.1- ¿Por qué?*

En la Tabla 3.21 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.21. Resultados ítem 7.1 de la Práctica 1.

Porque la reductora multiplica el número de vueltas	0,74
Mal explicado	0,22

El 74 por ciento sí que achacó la facilidad de encender un LED con la reductora a que multiplicaba el número de vueltas, gracias a los engranajes. Pero alumnos (22%) que contestaron sin conocimientos; por ejemplo: "porque una reductora reduce".

*8.- ¿Por qué cuesta más dependiendo de si es un LED o una bombilla lo que quiero encender? ¿Con cuál cuesta más?*

En la Tabla 3.22 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.22. Resultados ítem 8 de la Práctica 1.

Cuesta más la bombilla	0,96
Cuesta más el LED	0,04

Casi la totalidad (96%) contesta lo esperado, que la bombilla cuesta más. Pero en la siguiente pregunta, al razonar, ya no parecen tenerlo tan claro.

### 8.1- ¿Por qué? ¿Qué quiere decir eso?

En la Tabla 3.23 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.23. Resultados ítem 8.1 de la Práctica 1.

Porque la bombilla necesita más energía, consume más, o necesita mayor tensión, intensidad o potencia	0,74
Explican la deducción correctamente	0,17
EN BLANCO	0,09

Podemos ver que aumentan las preguntas dejadas en blanco, casi un 10%, porque la parte de razonar por qué ocurren las cosas de esa manera les cuesta más. También hay un 17% que se basan en la vivencia en sí, en el esfuerzo físico que les acarreo tener que encender la bombilla, entonces contestan cosas como "porque hay que hacer más esfuerzo para encenderla".

Pero la mayoría volvió a dar razonamientos científicos que hemos dado por esperados o positivos como achacar a la alta potencia eléctrica requerida por la bombilla, en comparación con el LED.

### 9.- Ese esfuerzo tan grande que haces dándole al motor o a la reductora para producir esa ínfima luz ¿Qué te hace pensar?

En la Tabla 3.24 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.24. Resultados ítem 9 de la Práctica 1.

El esfuerzo que requiere la obtención de energía eléctrica	0,74
Diferentes conceptos o mal expresado	0,17
EN BLANCO	0,13

Nos fue grato encontrar en esta pregunta un 74% de respuestas que hablaban de lo que cuesta obtener electricidad y, algunos mostraban su asombro al comparar lo que cuesta encender un LED y lo que ellos consumen en casa.

### 10.- ¿Quién o qué mueve, hace girar eso en verdad?

En la Tabla 3.25 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.25. Resultados ítem 10 de la Práctica 1.

Las aspas de los aerogeneradores	0,52
Más de una fuente de energía renovables	0,26
Incomprensión de la pregunta o conceptos erróneos	0,13
EN BLANCO	0,09

Aproximadamente la mitad (52%) mencionó solo la fuente de energía eólica, lo que pensamos que es debido al efecto de la novela, en la que Crusoe y los niños

construyen un aerogenerador. Quizás, también la pregunta no estuvo bien formulada, ya que al decir "girar eso" podrían pensar que se refiere a las aspas y no al generador.

No obstante, una cuarta parte (26%) adujo el movimiento a otras fuentes de energía renovables. Que ninguno nombrar el petróleo, carbón, gas o la nuclear fortalece la teoría de que entendieron que les preguntara por las aspas.

#### *11.- ¿Para qué podríais utilizar estos conocimientos en un mundo postapocalíptico?*

En la Tabla 3.26 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.26. Resultados ítem 10 de la Práctica 1.

Para generar electricidad y hacer funcionar dispositivos	0,83
Para generar electricidad, pero con dificultades	0,13
Muy literario	0,13
EN BLANCO	0,09

La inmensa mayoría (82%) tuvo claro que lo usarían como Crusoe y los niños, para producir electricidad. Y nombraron dispositivos que les vendrían bien en un mundo destruido.

Llama la atención que un 13% tuvieran una respuesta basada únicamente en la ciencia ficción, sin aportar nada científico. Una respuesta muy literaria que sin duda lo achacamos al efecto de trabajar con la novela como: "con ese invento podremos sobrevivir".

#### **Conclusiones globales de la práctica 1.**

Los aciertos o respuestas esperadas o deseadas son la gran mayoría en todas las preguntas de la práctica. Por lo que nos satisface los resultados en general en esta primera práctica.

No obstante, podemos decir que hemos encontrado dificultades. Especialmente en la primera parte, en la que algunos niños le daban la vuelta a LED porque no funcionaba, haciendo absurda la pregunta 3, en la que se le pide que le dé la vuelta. Esto no quiere decir que no nos satisfaga, sino que nos ha cogido de improviso. La curiosidad de algunos le ha llevado a comprender lo que queríamos enseñarles a posteriori.

Los alumnos más exitosos ha sido el número 2, seguido de 8, 9, 10 y 12. Al que más le ha costado adaptarse o superar las preguntas de esta práctica ha sido al alumno 13, que tan solo ha obtenido 8 con respuesta deseada.

## 2.2. Estudio de los Resultados de la Práctica 2

### *Práctica 2. Conductores, aislantes y semiconductores. El Polímetro*

- Mira Tula. Ves esto voy a construir un circuito. Aquí hay una pila, el cable rojo de esta lo conecto a la bombilla y de la bombilla de vuelta a la pila. ¿Has visto cómo se enciende?
- Sí.
- Se enciende sólo cuando cierro el circuito porque si no hay circulación de electrones, no hay corriente.
- Sí. Es verdad. ¿Me dejas a mí?
- Espera, luego lo harás tú todo. Ahora solo mira. Si yo abro el circuito y en medio pongo esta cuchara de plástico...

En la Práctica 2 se plantea:

#### *1.- ¿Se enciende? ¿Por qué?*

En la Tabla 3.27 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.27. Resultados ítem 1 de la Práctica 2.

No. Razonando con términos como conductor y aislante	0,83
No. Pero menos preciso	0,13
EN BLANCO	0,04

Una gran parte (83%) razona empleando adecuadamente términos como conductor o aislante. Unos pocos (13%) no lo expresan tan bien, pero lo intentan. Y, por último, está el alumno que ha faltado contantemente a las clases (4%).

#### *2.- Ahora voy a conectar un tornillo. ¿Qué ocurre ahora? ¿Por qué? ¿Y si conecto un lápiz? ¿Por qué?*

En la Tabla 3.28 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.28. Resultados ítem 2 de la Práctica 2.

El tornillo se enciende porque es conductor. Con el lápiz no se enciende porque es aislante	1,00
Con el lápiz no se enciende porque es aislante	0,96
Mal contestada la del lápiz	0,04
En blanco	0,04

La pregunta del tornillo todos (100%) contestan lo que esperábamos, que el tornillo está hecho de material conductor. En el caso del lápiz casi tenemos también unanimidad correcta (96%), salvo por un estudiante que achaca que no se encienda el LED debido al tamaño del lápiz.

#### *3.- ¿Te gusta la práctica?*

En la Tabla 3.29 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.29. Resultados ítem 3 de la Práctica 2

Sí.	0,91
En blanco	0,09

Casi todos (91%) responden que le está gustando, lo cual resulta motivante. Completan la respuesta con adjetivos como divertida e interesante.

*4.- Pues espera y verás que te voy a sorprender. Crusoe cogió una esponja de baño y los conectó los extremos que estaba poniendo en los anteriores objetos y los pinchó en la esponja (los puso cerca, pero sin tocarse). ¿Qué te parece? ¿Se enciende? ¿Por qué?*

En la Tabla 3.30 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.30. Resultados ítem 4 de la Práctica 2

No, utiliza los conceptos de conductor y aislante	0,91
No, pero usa mal los conceptos	0,09

En esta parte es muy obvio que no se enciende la bombilla, sin embargo, vale la pena resaltar que casi todos, un 91% los justifican usando bien los conceptos de conductor y aislante.

*5.- ¿Y si ahora derramo un poco de agua en la esponja? ¿Se enciende? ¿Por qué crees que pasa eso?*

En la Tabla 3.31 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.31. Resultados ítem 5 de la Práctica 2

Sí, porque el agua es conductora	0,78
No. Porque el agua es un material conductor	0,17

Muchos, un 80% deducen correctamente que son las propiedades conductoras del agua lo que permiten que se encienda el LED.

Otros (17%) hacen una afirmación incorrecta sobre el concepto de material conductor, poniendo exactamente lo mismo, lo que nos lleva a pensar que directamente pudieron copiarse unos de otros.

*6.- ¿Te gusta Tula?*

En la Tabla 3.32 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.32. Resultados ítem 6 de la Práctica 2

Si	0,91
EN BLANCO	0,09

La práctica totalidad (91%) indica que se está divirtiendo y que siente curiosidad.

El resto de respuestas (9%) es en blanco.

7.- *Pues espera a ver lo último. Te he dicho que había unos materiales que dependiendo de cosas externas como la temperatura o la luz se comportaban como conductores o como aislantes. Sí. Eran los \_\_\_\_\_*

En la Tabla 3.33 se recogen las respuestas del alumnado

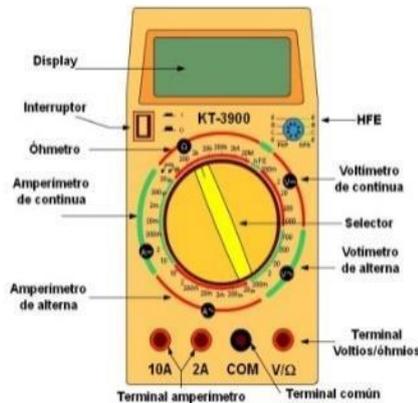
Tabla 3.33. Resultados ítem 7 de la Práctica 2

Eran los semiconductores	0,96
EN BLANCO	0,04

El 96%, o sea, todos los que contestan algo, aciertan con el nombre de los materiales que vamos a estudiar.

Uno de los estudiantes lo deja en blanco.

8.- *¿Sabes lo que es esto? Es un \_\_\_\_\_*



En la Tabla 3.34 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.34. Resultados ítem 8 de la Práctica 2

Polímetro	0,96
EN BLANCO	0,04

Todos los alumnos que contestan lo hacen correctamente, un 95%. También hay uno que lo deja en blanco, ya que no contesta nada de esa práctica porque no vino.

9.- *Mide tú ahora esta otra resistencia fija. ¿Qué mide?*

En la Tabla 3.35 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.35. Resultados ítem 9 de la Práctica 2

Mide correctamente y pone unidades	0,74
Mide correctamente pero no pone unidades	0,04
Mide erróneamente	0,09

La parte práctica, ya no tiene unanimidad, aunque el 74% mide correctamente, hay casi un 10% del alumnado que lo hace de manera incorrecta.

Y solo a uno de ellos se le olvida poner las unidades de lo que está midiendo.

*10.- Ahora intenta medir la resistencia de este dispositivo que se llama LDR. ¿Qué ocurre?*

En la Tabla 3.36 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.36. Resultados ítem 10 de la Práctica 2

Que va cambiando	0,87
EN BLANCO	0,13

Un 87 por ciento advierte que lo que más le llama la atención es que los números cambian continuamente.

Mientras que 2 personas no saben qué responder y lo dejan en blanco y la que no vino que tiene toda la práctica sin hacer.

*11.- ¿Y por qué ocurre eso?*

En la Tabla 3.37 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.37. Resultados ítem 11 de la Práctica 2

Lo justifica con la luz	0,91
Lo justifica erróneamente	0,04
EN BLANCO	0,09

Salvo una persona (4%) que justifica el vaivén de los números erróneamente, el resto (91%) indica que los números van cambiando según la intensidad que el dispositivo en estudio, LDR, recibe de la luz. Un 9% no contesta a la actividad.

*12.- Mide ahora el valor de la resistencia LDR cuando le da la luz y cuando no le da. ¿Qué ocurre? ¿Por qué? Descríbelo.*

En la Tabla 3.38 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.38. Resultados ítem 12 de la Práctica 2

Aprecia adecuadamente lo que ocurre	0,74
En lugar de hablar de resistencia dice que se enciende	0,17
Justifica incorrectamente	0,09

Un 74% sabe explicar lo que está ocurriendo y los justifica adecuadamente.

Un 17% se expresa incorrectamente al hablar de se enciende en lugar de decir incide la luz.

*13.- ¿Por qué?*

En la Tabla 3.39 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.39. Resultados ítem 13 de la Práctica 2

Justifica nombrando a la luz o materiales semiconductores	0,83
En blanco	0,17

El 92%, cuando la pregunta se centra en justificar lo que está ocurriendo con los valores de la resistencia LDR que está midiendo, lo hacen adecuadamente; nombrando el concepto de materiales semiconductores.

*14.- A qué mola, ¿eh? Di algo más que un simple sí.*

En la Tabla 3.40 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.40. Resultados ítem 14 de la Práctica 2

Le gusta porque es práctico o lo relaciona con la ciencia ficción.	0,52
Solo le gusta	0,30
En blanco	0,17

A un poco más de la mitad les gusta y lo achacan a que lo que damos es práctico o relacionado con la ciencia ficción. Otro, gran grupo, no se molesta en justificar por qué le gusta.

**Conclusiones globales de la práctica 2.**

Como se ha podido ver, en esta práctica un elevado porcentaje de contestaciones en cada pregunta responden adecuadamente y usando términos de manera correcta. Sorprende este la fácil asimilación de los conceptos como material aislante, conductor y semiconductor.

Por otra parte, hemos encontrado dificultades a la hora de que los alumnos recuerden que deben colocar las unidades en las respuestas, cosa bastante habitual a estas edades.

Hay tal unanimidad en las respuestas que muchos alumnos; 1, 2, 3, 4, 7, 9, y 17 nos dan respuestas muy esperadas. También hay que observar al alumno 22 que solo obtiene 3 respuestas positivas y comienza a mostrar signos de desinterés en los estudios y absentismo.

### 2.3. Estudio de los Resultados de la Práctica 3

#### Práctica 3. Construir y medir en un circuito en serie

- Ya verás que chulo Tula. Mira vamos a hacer varios circuitos. Pondremos dos o tres resistencias como esta –dijo enseñando el pequeño dispositivo electrónico.

- ¿Eso qué es?

- Esto es un dispositivo que no se enciende ni nada, pero se opone un poco (a veces más a veces menos) a que los electrones pasen a través de él. Nos será muy útil para aprender a utilizar el polímetro.

En esta práctica solo utilizaremos la parte del polímetro donde aparece el signo de omega este:  $\Omega$  ¿Vale? Ese es el símbolo de los ohmios.

- Vale. Entonces tengo que poner la cosa esta que gira...

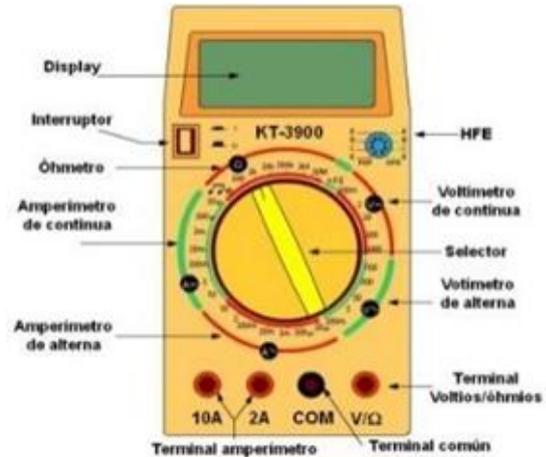
- El indicador

- Eso. ...hacia donde está el símbolo que has dicho, ¿no?

- Omega.  $\Omega$

- Eso.

- Empezaremos haciendo este circuito:



- Vale. Eso sé hacerlo yo. Déjame esos cables.



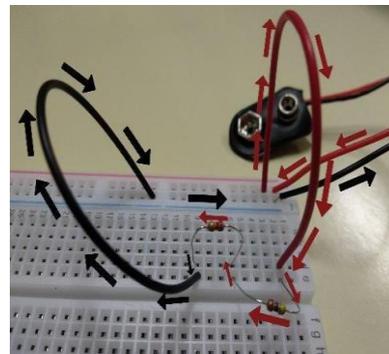
- No, no. Espera un momento. Ahora que ya sabes cómo funciona un circuito y la importancia de que esté cerrado, vamos a hacer los circuitos como los profesionales. Usando una placa board, –dijo extrayendo un plástico blanco de una caja de cartón.

- ¿Y esto como se utiliza?

- Tienes que pinchar las resistencias y la pila en los agujeritos sabiendo que por dentro están unidos así:

- Vale.

- O sea que, para conectar dos resistencias en serie, sería algo así. Y los electrones harían este caminito –dijo señalando con el dedo desde el cable rojo que salía del cable rojo hasta el cable negro de la pila pasando por todo el circuito



- Eso es fácil maestro, pero... ¿Cómo utilizo esto para medir la resistencia?

- Así. Esta por ejemplo mide 4.63 kilo-ohmios

- ¿Kilo-ohmios?

- Sí. Fíjate en dónde hemos puesto el cursor.

- ¿El cursor? Ah! La cosa que gira, ¿no?



- Eso -dijo Crusoe sometiéndose a la incapacidad de la niña para llamar a las cosas por su nombre-. Pone 20 k lo que quiere decir que ahí las cosas se miden en kilos, como lo tenemos midiendo ohmios son kilo-ohmios.
- Venga Crusoe, déjate de rollos y déjame a mí.
- Está bien. Está bien. Haz tú otro circuito

Crusoe cogió una hoja impresa solo por una cara y le dio la vuelta, después rebuscó entre los cajones y encontró un lápiz con el que comenzó a dibujar los circuitos.

- Pero que no sea muy difícil, ieh!
- Jejeje, no te preocupes, el primero será muy parecido al que te acabo de hacer en la placa board



En la Práctica 3, se plantea:

*1.- ¿Lo has construido?*

En la Tabla 3.41 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.39. Resultados ítem 1 de la Práctica 3

Sí	0,96
EN BLANCO	0,04

Evidentemente a esta primera pregunta todos (96%) contestaron que habían construido el circuito, o sea, que estaban preparados para comenzar las mediciones, salvo un alumno que no vino ese día y por ello está en blanco.

*2.- Ahora mide las resistencias de los dos dispositivos.*

- Pero si ya lo he hecho antes de hacer el circuito, sino no sabría cuál es cuál, no me he aprendido de memoria lo de los colores que me has dicho antes.
- ¡Ah! ¡vale! Pues apunta los valores de cada una en una tabla. Espera yo te la hago:

En la Tabla 3.42 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.42. Resultados ítem 2 de la Práctica 3

Ha hecho correctamente las 3/4 de las mediciones o más	0,74
Ha hecho la mitad bien	0,13
EN BLANCO	0,13

El 74% de los estudiantes realizaron las mediciones de las resistencias haciendo un buen uso del polímetro.

Algunos (13%) fallaron la mitad de las veces y en el mismo porcentaje se encuentra un grupo de alumnos que no consiguió medir algo coherente.

*3.- Mide las caídas de tensión en cada una de las resistencias y entre las dos.*

En la Tabla 3.43 se recogen las respuestas del alumnado

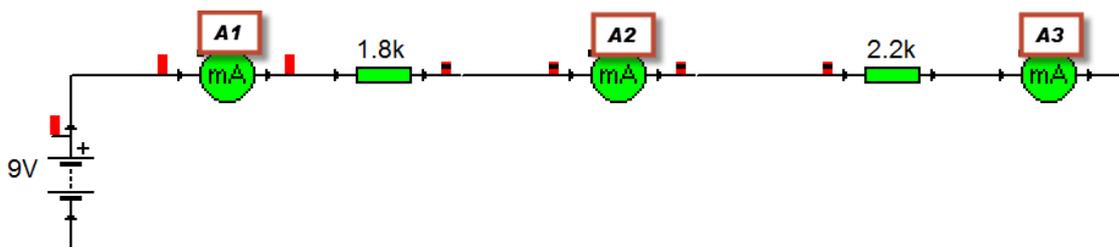
Tabla 3.43. Resultados ítem 3 de la Práctica 3

Ha hecho correctamente las 3/4 partes o más	0,74
Ha hecho la mitad bien	0,17
EN BLANCO	0,04

Como se puede ver en la tabla, un 74% ha realizado bien las medidas y ha colocado las unidades correctamente en la mayoría de los ejercicios, esta respuesta es la esperada, ya que tampoco precisamos que lo hagan perfectamente.

Frente a un 17% que lo hizo bien la mitad de las veces y un 4 por ciento que lo dejó en blanco y otro 4 % que lo obtuvo datos incoherentes.

*4.- Mide la intensidad que pasa antes de la R1, después de la R1 y después de la R2.*



En la Tabla 3.44 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.44. Resultados ítem 4 de la Práctica 3

EN BLANCO	0,09
Es coherente la medición	0,78
Es nula la medición	0,13

En este ejercicio, pese a que considero más complicado las mediciones en serie de la intensidad, obtuvimos un 78% de mediciones correctas, frente a un 13% que proporcionó unos datos incoherentes, y dos personas que lo dejaron en blanco.

*5.- ¡Oye Tula! ¿Por qué crees que obtenemos esos resultados al medir las intensidades antes de la R1, después y antes de la R2 y después de la R2?*

En la Tabla 3.45 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.45. Resultados ítem 5 de la Práctica 3

Respuesta esperada	0,74
Respuesta errónea	0,13
EN BLANCO	0,13

La mayoría (74%) adujo que, como estaban en serie, los electrones que pasan por segundo son los mismos. Algunos lo explicaron con términos precisos y otros con comentarios como "no podían ir para otro sitio" "uno detrás de otro" lo que refleja la comprensión del término intensidad, aunque de una manera infantil.

También hubo un 13% que se comentó cosas erróneas, mal expresadas o con poco sentido como "Porque la resistencia se mide".

### **Conclusiones globales de la práctica 3.**

Este circuito es el más sencillo, por eso es el primero. Y la facilidad de construcción hace posible que las mediciones salgan bien, que es lo que ha ocurrido con todas las preguntas, donde la mayoría produce una respuestas esperada y deseada.

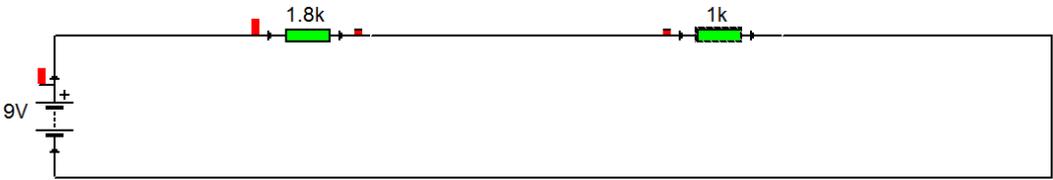
Las dificultades encontradas, han sido el manejo de la placa board por parte del alumnado. En cuanto han aprendido las conexiones interiores de estas ya han podido realizar la práctica con facilidad. También la colocación del selector del polímetro ha sido bastante batallada. Incluso ha habido grupos que el fusible se ha fundido debido a la conexión directa a la pila en la selección de medir la intensidad.

Muchos alumnos (8) han contestado lo que se esperaba en todas las preguntas. Destaca por otra parte la ausencia del número 23 que lo ha dejado en blanco todo por estar de baja.

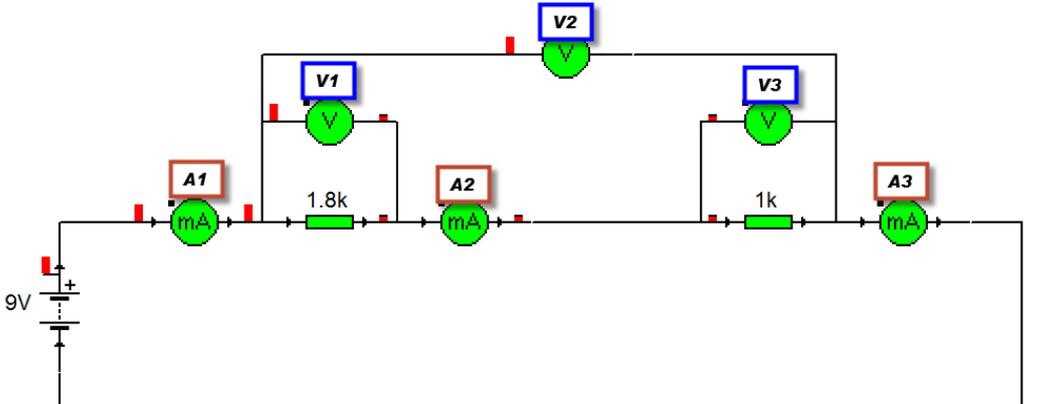
## 2.4. Estudio de los Resultados de la Práctica 4

**Práctica 4. Construir, medir y razonar con un circuito en serie**

- Venga Tula, vamos a construir el siguiente circuito.



- Ahora te lo voy a dibujar con los Amperímetros (que miden en mA, miliamperios) y los voltímetros (que miden en V, voltios) para que sepas dónde y cómo (serie o paralelo) tienes que conectar los polímetros.



En la Práctica 4, se plantea:

1.- *¿Lo has construido?*

En la Tabla 3.46 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.46. Resultados ítem 1 de la Práctica 4

Sí	0,87
EN BLANCO	0,13

La tabla indica que el 87% de los alumnos lo construyeron. Los que están en blanco, continuarán así el resto de la práctica, dado que no asistieron a clase.

2.- *¿Te ha costado?*

En la Tabla 3.47 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.47. Resultados ítem 2 de la Práctica 4

Sí	0,17
No	0,65
EN BLANCO	0,17

Hay un 17 % que indican que les ha costado construir el circuito, mientras un 65% lo han hecho con facilidad y sin tener que recurrir al profesor.

### 3.- ¿Te ha gustado?

En la Tabla 3.48 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.48. Resultados ítem 3 de la Práctica 4

Sí	0,78
No	0,04
EN BLANCO	0,17

Pese a que hay un 17% que les ha costado, contrasta que solo a un 4 % esta dificultad le ha llevado a no disfrutar de la práctica del montaje.

### 4.- Ahora coge el polímetro y mira cómo funcionaría como voltímetro.

En la Tabla 3.49 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.49. Resultados ítem 4 de la Práctica 4

Bien medido y unidades	0,78
Mal medido	0,17
En blanco	0,04

Durante esta práctica la medición de las tensiones salió correctamente en el 78% de los casos. Y hubo un 17% que obtuvo unos resultados incoherentes. Para ser la primera vez que utilizaban el polímetro en un circuito los resultados fueron bastante favorables y prometedores.

### 5.- ¿Lo has medido ya?

En la Tabla 3.50 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.50. Resultados ítem 5 de la Práctica 4

Sí	0,96
En blanco	0,04

El 96% llevó a cabo la medición, aunque como hemos visto en el apartado anterior no todos obtuvieron datos que indicaran que la medición se había realizado bien.

### 6.- ¿Explica que significa el resultado de V1? ¿Qué nos indica ese dato?

En la Tabla 3.51 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.51. Resultados ítem 6 de la Práctica 4

Razonamiento correcto o casi	0,74
Razonamiento incompleto	0,09
Razonamiento erróneo	0,13

Damos por buenas o esperadas las explicaciones de 74% de los alumnos cuando razonan qué es el dato que arroja V1 usando comentarios como “el impulso de los electrones para atravesar la resistencia” o “la caída de tensión cuando pasa por la resistencia de 1,8”.

*7- ¿Explica que significa el resultado de V2? ¿Qué nos indica ese dato?*

En la Tabla 3.52 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.52. Resultados ítem 7 de la Práctica 4

Razonamiento correcto o casi	0,65
Razonamiento incompleto	0,17
Razonamiento erróneo	0,13

A la hora de describir lo que ocurre o lo que significa V2, nos parece que un 65% da una respuesta muy acertada con comentarios como “el impulso que gastan los electrones en las dos resistencias” o “la tensión que se gasta en las dos resistencias”

*8.- ¿Explica qué relación guarda el resultado de V2 comparado con V1 y V3 juntos?*

En la Tabla 3.53 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.53. Resultados ítem 8 de la Práctica 4

Razonamiento correcto o casi	0,83
Razonamiento incompleto	0,09
Razonamiento erróneo	0,04

La respuesta que esperábamos la realiza un 83% de la clase, con lo que creemos es un razonamiento correcto o casi, ya que comentan cosas como “V2 es la suma de V1 y V3” dándose cuenta de la relación matemática que ocurre, o más certeramente “Porque V2 es la caída de tensión de las dos y V1 y V3 es la caída de tensión de cada una”

*9.- Ahora compara el resultado de V2 con la tensión de la pila. ¿Qué quiere decir esto?*

En la Tabla 3.54 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.54. Resultados ítem 9 de la Práctica 4

Razonamiento correcto o casi	0,65
La pila se le gastó. No se pudo comparar	0,09
Salió fallido	0,09
En blanco	0,17

Damos por esperada las respuestas del 65% de los alumnos que pensamos que son correctas o casi. Las contestaciones van encaminadas a darse cuenta que la tensión que se gasta en las únicas dos resistencias del circuito es igual o muy parecida a la que han medido la pila. Resalta que a partir de este punto las contestaciones en blanco aumentan hasta un 17%. Recordamos que es en la época del COVID y que

las ausencias al colegio eran algo común. Esta práctica se hizo en dos días, y el segundo faltó más gente.

*10-. Ahora vuelve a coger el polímetro y conviértelo en amperímetro.*

En la Tabla 3.55 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.55. Resultados ítem 10 de la Práctica 4

Medido correctamente	0,83
Medido incorrectamente	0,04
En blanco	0,13

El 83 por ciento de los alumnos nos comunica una respuesta esperada. Aunque evidentemente los datos no coinciden con exactitud, unos con otros, las respuestas son coherentes ya que están conectados en serie y todos los valores de un mismo estudiante son muy parecidos.

*11-. ¿Lo has medido ya?*

En la Tabla 3.56 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.56. Resultados ítem 11 de la Práctica 4

Sí	0,87
EN BLANCO	0,13

Esta pregunta, que nos sirve un poco de control, nos indica claramente la ausencia del 13% de los alumnos.

*12.- - ¿Explica que significa el resultado de A1? ¿Qué nos indica ese dato?*

En la Tabla 3.57 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.57. Resultados ítem 12 de la Práctica 4

Razonamiento correcto o casi	0,61
Razonamiento incompleto	0,22
En blanco	0,17

Para esta cuestión lo importante era conocer si el concepto de intensidad había quedado claro. El 61% devuelve una respuesta adecuada como "La cantidad de electrones que pasa desde la pila al circuito" o "Los electrones que pasan a través de la resistencia". Aunque la mayoría de ellos no nombra todavía la magnitud tiempo en la respuesta, observamos que los conocimientos apuntan en buen sentido.

*13.- - Compara los resultados de A1, A2 y A3. ¿Qué quiere decir esto? ¿Por qué pasa esto?*

En la Tabla 3.57 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.57. Resultados ítem 12 de la Práctica 4

Bien razonado, usando el concepto de circuito en serie	0,30
Bien razonado	0,30
Mal razonado	0,04
En blanco	0,35

Se pretendía que se dieran cuenta que al estar en serie la intensidad es la misma en todos sus puntos. Algunos (un 30%) nombran el concepto; "Porque al estar el circuito en serie los electrones que pasan por segundo siempre es la misma" o "Porque están en serie y da lo mismo porque pasa lo mismo, da la misma intensidad".

Otros tantos (30%) lo achacan a que están conectados en serie, pero sin nombrar ese concepto concretamente; "No pueden ir a otro lado, porque todos acaban en el mismo sitio" o "Son iguales porque al solo haber un sitio por donde pasar los electrones siempre va a dar lo mismo".

#### **Conclusiones globales de la práctica 4.**

En la práctica 4 se constata que la parte práctica de construcción del circuito está superada; con casi un 90% que construyen el circuito. Paulatinamente dependiendo de la profundidad de las cuestiones ese porcentaje va bajando; un 80% aproximadamente siempre realiza bien las mediciones, pero si preguntas por el significado de ese dato o el razonamiento baja hasta el 60%, lo cual es lógico porque implica tener muy claro los conceptos de lo que se está midiendo.

En la última pregunta, dividimos entre los que razonan bien utilizando su propio vocabulario (30%) y los que razonan bien usando los términos estudiados (30%). Por lo que el problema más claro es el del uso de conceptos estudiados, además de la comprensión de las magnitudes.

El alumno número 3 es que responde más adecuadamente, seguido de cerca por 6, 8, 9 y 10. En contraste, se confirma la falta de asistencia del alumno número 22, que tenía rachas muy largas de absentismo escolar, comunicándonos con su madre, nos decía que ya no sabía qué hacer y que parece que estaba esperando para meterse en un módulo. De los que sí asistieron los alumnos con más problemas fueron el 15 y el 23.

## 2.5. Estudio de los Resultados de la Práctica 5

*Práctica 5. Construir, medir y razonar con un circuito en paralelo*

- Venga Tula, vamos a construir el siguiente circuito.

The diagram shows a 9V battery connected in series with ammeter A1. This combination is connected to a parallel network. The top branch of the parallel network contains voltmeter V1 in series with a 1k resistor. The bottom branch contains ammeter A2 in series with a 1.8k resistor. A third branch, connected in parallel to the bottom branch, contains ammeter A3 in series with voltmeter V3. The circuit is completed by connecting the bottom terminals of the battery and the parallel network.

- Parece complicado, pero porque hemos puesto todos los voltímetros y amperímetros dónde quiero que midas. En realidad, es así de simple:

The simplified diagram shows a 9V battery connected to a parallel combination of a 1k resistor and a 1.8k resistor. This represents the core circuit without the measurement instruments.

En la Práctica 5, se plantea:

1.- ¿Lo has construido?

En la Tabla 3.58 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.58. Resultados ítem 1 de la Práctica 5

Sí	0,87
EN BLANCO	0,13

En esta pregunta de control y ambientación literaria se observa que hay un 13% de personas que se ausentaron ese día, la inmensa mayoría debido al COVID y sus restricciones. El resto, un 87%, sí pudo llevar a cabo el montaje del circuito que pedía la práctica.

*2.- Venga pues ahora coge el polímetro y mira a ver qué medirían los siguientes voltímetros.*

En la Tabla 3.59 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.59. Resultados ítem 2 de la Práctica 5

Medido correctamente	0,78
Medido erróneamente	0,17
EN BLANCO	0,04

Se puede observar en los resultados de esta parte de la práctica que el 78% consigue medir la tensión con el polímetro con éxito. La tensión obtenida evidentemente difiere de unos circuitos a otros, ya que tienen diferentes pilas, pero se obtienen resultados coherentes según las resistencias instaladas en el circuito.

*3.- ¿Lo has medido ya?*

En la Tabla 3.60 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.60. Resultados ítem 3 de la Práctica 5

Sí	0,87
Pila gastada	0,04
EN BLANCO	0,09

Uno de los grupos dice directamente que su pila está tan gastada que da todo cero o casi cero y por lo tanto no pueden trabajar bien. Y es que se lo dejan conectada al circuito y, evidentemente, se vacía.

Sin embargo, frente a este contratiempo tenemos un 87% que anuncia que lo han medido ya.

*4.- Explícalo basándote en la definición de tensión o caída de tensión.*

En la Tabla 3.61 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.61. Resultados ítem 4 de la Práctica 5

Explicación correcta	0,61
Explicación incorrecta	0,30
EN BLANCO	0,09

Un 61% da la respuesta que esperábamos según lo estudiado y leído en la novela, aunque no utilice literalmente la definición de tensión; "Porque al estar en paralelo la caída de tensión de una resistencia es la misma que la de la otra".

También dieron muchos una respuesta como: "Porque al estar en paralelo la caída de tensión de una resistencia es la misma que la de la otra".

*5.- Ahora vuelve a coger el polímetro y mira que funcione como amperímetro.*

En la Tabla 3.62 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.62. Resultados ítem 5 de la Práctica 5

Medido correctamente	0,78
Medido incorrectamente	0,17
EN BLANCO	0,04

Para medir la intensidad hay que abrir el circuito, pero con la explicación de hay que hacer pasar a los electrones por el aparato y luego que vuelvan al circuito, parece que dio buen resultado, ya que el 78% proporcionó datos coherentes.

#### 6.- ¿Lo has medido ya?

En la Tabla 3.63 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.63. Resultados ítem 6 de la Práctica 5

Sí	0,96
EN BLANCO	0,04

En esta cuestión de control podemos ver que la totalidad de los asistentes 96% midieron la intensidad, aunque como se observa en la anterior pregunta, no todos los hicieron correctamente, algo normal debido a la dificultad de medir la intensidad abriendo el circuito.

#### 7.- ¿Explica que significa el resultado de A1? ¿Qué nos indica ese dato?

En la Tabla 3.64 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.64. Resultados ítem 7 de la Práctica

Explicado correctamente	0,52
Explicado de manera incompleta	0,04
EN BLANCO	0,39

Algo más de la mitad de los alumnos razonaron bien que significaba el dato de A1, frente a una gran cantidad de personas que no contestaron nada 39%. La parte de razonar los datos obtenidos es lo que más les cuesta.

#### 8.- ¿Explica que significa el resultado de A1 comparándolo con A2 y A3 juntos? ¿Por qué pasa eso? Explícalo basándote en la definición de la intensidad.

En la Tabla 3.65 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.65. Resultados ítem 8 de la Práctica

Explicado correctamente	0,48
Explicado de manera incompleta	0,09
EN BLANCO	0,39

En esta siguiente como en la anterior hay un 39% de alumnado que lo deja en blanco porque todavía no está preparado para razonar sobre el dato de la intensidad.

Y casi un 48 % sí que lo hace correctamente con afirmaciones como: "Porque los electrones de A1 son la suma de los electrones de A2 y A3".

Un 9% lo intentó, pero no obtuvo resultados positivos, ya que el razonamiento era erróneo como por ejemplo diciendo "Son los electrones de A1".

### **Conclusiones globales de la práctica 5.**

En esta práctica 5 notamos que las contestaciones sobre las mediciones son claramente positivas, en torno a un 80% supo medir, tanto tensión como intensidad. Pero a la hora de preguntar por el significado de las mediciones realizadas en el caso de la tensión baja al 60% las personas que comprenden o saben justificar los datos obtenidos de dicha magnitud.

Y más se acucia la problemática cuando se les pide la justificación de los datos obtenidos de la intensidad; ya que incluso llega a bajar al 52% y al 48% cuando se les pide explicar.

Los alumnos con mayor éxito en esta fase han sido: 1, 2 y 7 que han contestado favorablemente al 100% de las preguntas, mientras que el 23 con tan solo tres aciertos, y el 18 y el 22 con cuatro aciertos son los alumnos menos exitosos.

## 2.6. Estudio de los Resultados de la Práctica 6

**Práctica 6. Construir, medir y razonar con un circuito mixto**

- Venga Tula, vamos a construir el siguiente circuito.

- Parece complicado, pero porque hemos puesto todos los voltímetros y amperímetros dónde quiero que midas. En realidad, es así de simple:

En la Práctica 6, se plantea:

1.- *¿Lo has construido?*

En la Tabla 3.66 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.66. Resultados ítem 1 de la Práctica 6

Sí	0,83
EN BLANCO	0,17

A esta pregunta de control hay cierto grupo (17%) que no contesta, ya sea porque la ven muy sencilla o innecesaria, pero sí que estaban en clase como se puede ver en la siguiente pregunta.

2.- *Venga pues ahora coge el polímetro y comprueba que funciona como voltímetro.*

En la Tabla 3.67 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.67. Resultados ítem 2 de la Práctica 6

Medido correctamente	0,65
Medido incorrectamente	0,35

Dos terceras partes de la clase midió bien las tres tensiones del circuito. Y un 35% dio valores incoherentes, desde una visión global.

### 3.- ¿Lo has medido ya?

En la Tabla 3.68 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.68. Resultados ítem 3 de la Práctica 6

Sí	0,91
EN BLANCO, pese a que lo han medido	0,09

En realidad, viendo los resultados de la pregunta anterior, podemos ver que, en verdad, todos los han medido, pero, como he dicho, en la primera pregunta, hay cierto grupo 9% que no contesta a este tipo de preguntas, se las toma como si fueran retóricas y obvia la respuesta.

### 4.- Explica que significa los datos que acabas de obtener. ¿Por qué son así? Explícalo basándote en la definición de tensión o caída de tensión.

En la Tabla 3.69 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.69. Resultados ítem 4 de la Práctica 6

Explicado correctamente	0,52
Explicado incorrectamente	0,35
EN BLANCO	0,09

El 52% explica muy bien las tensiones obtenidas y la relación que existe entre ellas sin necesidad de la siguiente pregunta, que ya le orienta a que se fije en la relación de la suma de  $V_1$  y  $V_3$  con respecto a  $V_2$ .

Un 35% lo explica, pero no con demasiado acierto, o al menos, no de la manera que se espera después de las explicaciones y de la lectura de la novela.

### 5.- No se te olvide comparar a $V_2$ con $V_1$ y $V_3$ juntos. ¿Por qué pasa eso?

En la Tabla 3.70 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.70. Resultados ítem 5 de la Práctica 6

Razonamiento correcto o casi	0,83
Razonamiento incorrecto	0,13
EN BLANCO	0,04

En este apartado, dónde ya recalcamos que deben fijarse en la relación entre dichas tensiones, aumenta la cantidad de alumnos (83%) que razonan según lo previsto sobre la comprensión o explicación de los resultados obtenidos.

Frente a un 13% que todavía no explican del todo correcto la datos que han apuntado sobre la tensiones obtenidas, ya sea porque lo expresan mal "Me da 6,43 sumando los 3 y es lo mismo que 6,43" o porque no terminan de determinar la diferencia entre resistencia y tensión; "V2 es más grande porque es la resistencia más grande".

#### 6.- *Ahora vuelve a coger el polímetro y colócalo como amperímetro.*

En la Tabla 3.71 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.71. Resultados ítem 6 de la Práctica 6

Mide correctamente	0,70
Mide incorrectamente	0,30

Que el 70% de los alumnos mida adecuadamente es un buen dato, ya que es complicado de medir la intensidad, porque al abrir el circuito es sencillo liarse.

Incluso la mitad de ese 30% que midió incorrectamente, no lo es tal, sino que más bien, los datos apuntan a que escribieron el valor de A1 en A2 y similar.

#### 7.- *¿Lo has medido ya?*

En la Tabla 3.72 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.72. Resultados ítem 7 de la Práctica 6

Sí	0,96
EN BLANCO	0,04

Esta vez, ya sea porque se lo recordé en ese momento, pero todos escribieron un "Sí" en esta pregunta, excepto la persona que se ausentó ese día.

#### 8.- *¿Explica que significa el resultado de A1? ¿Qué nos indica ese dato?*

En la Tabla 3.73 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.73. Resultados ítem 8 de la Práctica 6

Explicado de la manera deseada	0,61
Explicado incorrectamente	0,09
EN BLANCO	0,30

A la hora de explicar los datos obtenidos en los amperímetros, al igual que ocurrió en la práctica anterior, hay muchos estudiantes (30%) que prefiere dejar el espacio de la respuesta en blanco, frente al 61 que sí que razona adecuadamente el porqué de los datos obtenidos con comentarios como "La cantidad de electrones que pasan por segundo desde la pila" o "La cantidad de electrones que pasan por segundo desde la pila antes de dividirse en A2 y A3"

9.- *¿Explica que significa el resultado de A1 comparándolo con A2 y A3 juntos? ¿Por qué pasa eso? Explícalo basándote en la definición de la intensidad.*

En la Tabla 3.74 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.74. Resultados ítem 9 de la Práctica 6

Explicación deseada	0,43
Explicación incorrecta	0,04
EN BLANCO	0,39

En esta pregunta, a pesar de que les indicamos que lo que esperamos es que comparen las intensidades del paralelo sumadas comparadas con la intensidad total del circuito medida en A1, aumenta el número de alumnos que dejan este apartado en blanco. Lo que achaco a que quizás era la última pregunta de una larga hora y con apenas tiempo.

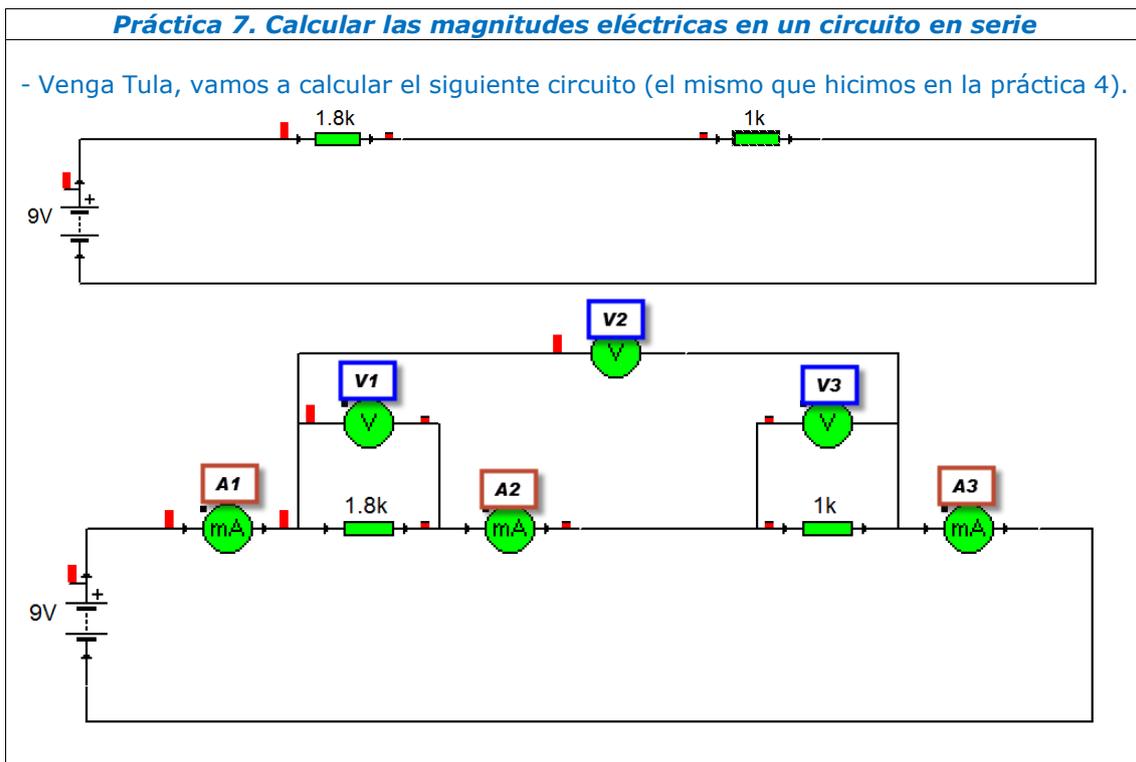
### **Conclusiones globales de la práctica 6.**

En esta práctica 6 podemos ver que el trabajo con un circuito mixto ha llevado a bajar notablemente el éxito en las mediciones. Ya que, en las anteriores prácticas, tanto en la de serie como en la del paralelo los datos obtenidos eran de en torno a un 80% y, ahora, en el circuito mixto desciende a un 70%.

También se percibe en las preguntas que se solicita razonamiento sobre los datos de las tensiones que desciende hasta el 52%, más que en las anteriores dos prácticas, guardando esa proporción de dificultad añadida creemos que por ser circuito mixto.

Los alumnos con mayor éxito han sido: el 2 y el 8 obteniendo éxito en el 100% de las cuestiones, seguidos de 5, 6, 7, 15 y 16, que han fallado solo en una. El que menos es el 22, de nuevo y el 13.

## 2.7. Estudio de los Resultados de la Práctica 7



En la Práctica 7 se plantea:

1.- *Calcula la resistencia total. Resistencia total = \_\_\_\_\_ No se te olvide poner las unidades.*

En la Tabla 3.75 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.75. Resultados ítem 1 de la Práctica 7

Respuesta deseada	0,96
EN BLANCO	0,04

Tal y como es de esperar, en esta parte inicial de resolución de circuitos mediante cálculo, la resistencia total en esta práctica que las resistencias están en paralelo es bien sencilla, ya que solo es la suma de ambas. Por ello casi todos (96%) dan con el resultado correcto o respuesta deseada, mientras que hay un alumno que no asistió aquel día.

2.- *Ahora calcula la Intensidad total del circuito:*

En la Tabla 3.76 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.76. Resultados ítem 2 de la Práctica 7

Respuesta deseada	0,91
Respuesta incorrecta	0,04
EN BLANCO	0,04

En el siguiente paso, donde tienen que aplicar la Ley de Ohm para calcular la intensidad, el 91% lo realiza correctamente, mientras que una persona se equivoca. Este alumno había colocado en numerador y denominador el calor de la resistencia total, solo que en un caso en ohmios y en otro en kilo-ohmios.

### 3.- *Compárala ahora con cualquiera de las intensidades que mediste en práctica 4.*

En la Tabla 3.77 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.77. Resultados ítem 3 de la Práctica 7

Respuesta deseada	0,78
Da distinto	0,04
EN BLANCO	0,17

A partir de esta pregunta ya era otro día en el que faltaron 4 alumnos, por ello hay un 17% de respuestas en blanco como mínimo, de aquí hasta que finaliza la práctica. Aun así, la comparación con los datos medidos de la práctica 4 y los calculados en esta, salen prometedores en un 78% de los alumnos. Ya que los valores son iguales o parecidos.

### 4.- *Calcula la caída de tensión que hay en cada una de las resistencias.*

En la Tabla 3.78 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.78. Resultados ítem 4 de la Práctica 7

Respuesta deseada	0,70
EN BLANCO	0,30

A partir de aquí se complica más la práctica y ello se nota en el aumento de casos en blanco (30%) contando que hubo un ausentismo escolar por COVID de un 17%. Aun así, no sale del todo mal, ya que como no hay que comparar ni razonar, que es lo que más les cuesta, hay un 70% de alumnos que calculan correctamente las caídas de tensiones.

### 5.- *Compáralas las dos juntas con la tensión total del circuito.*

En la Tabla 3.79 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.79. Resultados ítem 5 de la Práctica 7

Respuesta deseada	0,52
No da parecido	0,04
EN BLANCO	0,43

Llama la atención que el 43% de los alumnos dejan la pregunta en blanco, incluso siendo en realidad un 36% porque faltó un 17%, es una cifra muy alta. Refleja lo que les cuesta comparar y reflexionar sobre los resultados que obtienen.

Hay un 52% de estudiantes que responden y comparan sus resultados y que, además, les salen resultados esperados, al sumar las caídas de tensión calculadas sale lo mismo que la que total del circuito, como era de esperar.

### 6.- Compáralas con la V1, V2 y V3 que mediste en su día, en la práctica 4.

En la Tabla 3.80 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.80. Resultados ítem 6 de la Práctica 7

Respuesta deseada	0,52
No le da parecido	0,09
EN BLANCO	0,39

Al realizar la comparación con lo medido en la práctica 4, podemos ver que al mismo porcentaje 52% que la práctica anterior lo hace correctamente y al comprarlo los valores medidos de la práctica 4 le dan parecidos o iguales a los calculados en esta. Era lo que esperábamos.

Por otra parte, el gran porcentaje 39% que lo dejan en blanco, un 22% real, debida a la alta ausencia por COVID defrauda, aunque se comprende porque en este apartado deben de tener hecho las dos prácticas y con la alta ausencia a clase eso es complicado. Solo un 9% no le da parecido lo medido con lo calculado.

### 7.- ¿Qué conclusiones sacas de esto?

En la Tabla 3.81 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.81. Resultados ítem 7 de la Práctica 7

Repuesta deseada	0,48
EN BLANCO	0,52

Evidentemente los estudiantes que dejaron en blanco los apartados anteriores ahora no pueden sacar conclusiones. Sin embargo, el 48%, extrae conclusiones acordes a los esperado, llegando a la conclusión satisfactoria que los calculado y lo medido es lo mismo porque lo han hecho bien.

### Conclusiones globales de la práctica 7.

Comienza bien esta práctica, realizando cálculos sencillos de las resistencias, rozando el 100% en la práctica, ya que se ausentó uno de los alumnos. Par calcular la intensidad, aplicando la Ley de Ohm, no tuvieron tampoco problemas, sin embargo, es al solicitar que razonen cuando surgen problemas.

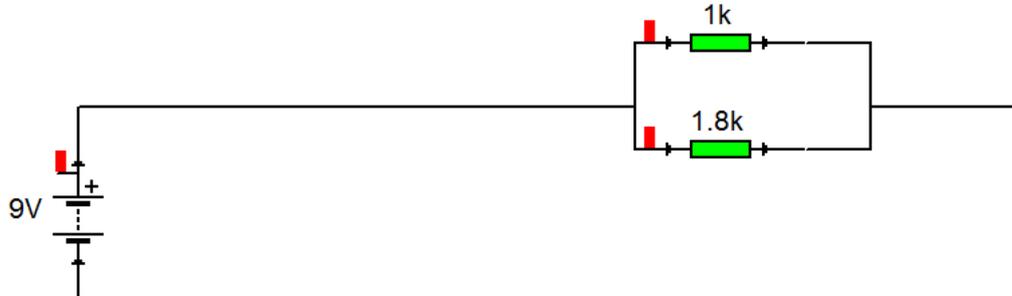
En la comparación con la intensidad de la práctica homóloga a esta (pero midiendo) sale también razonablemente bien (78%), pero cuando hacemos lo propio con las tensiones los datos se desmoronan y un porcentaje muy alto prefiere dejarlo en blanco (39%). La mayor dificultad quizás fue no estar encima para solicitarles que explicaran como pudieran sin miedo a equivocarse.

Hay muchos alumnos que contestan bien a las 7 preguntas; 2, 3, 4, 5, 8, 9, 12, 15, 16 y 20. Y, en contrate, tenemos al alumno número 22 que ya no viene a clase en esta época y a los alumnos 10, 11, 13, 17, 18, 21 que no llegan a contestar exitosamente ni a la mitad de las preguntas.

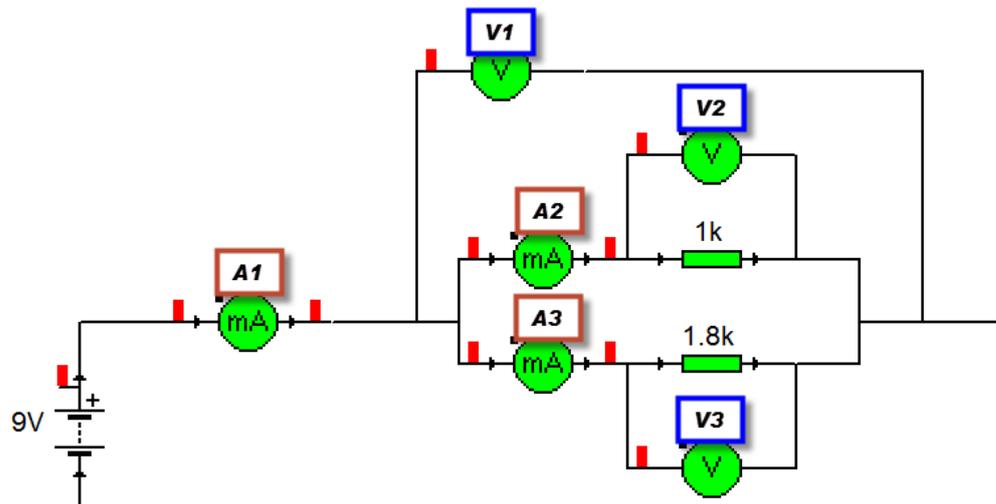
## 2.8. Estudio de los Resultados de la Práctica 8

### *Práctica 8. Calcular magnitudes eléctricas en un circuito en paralelo*

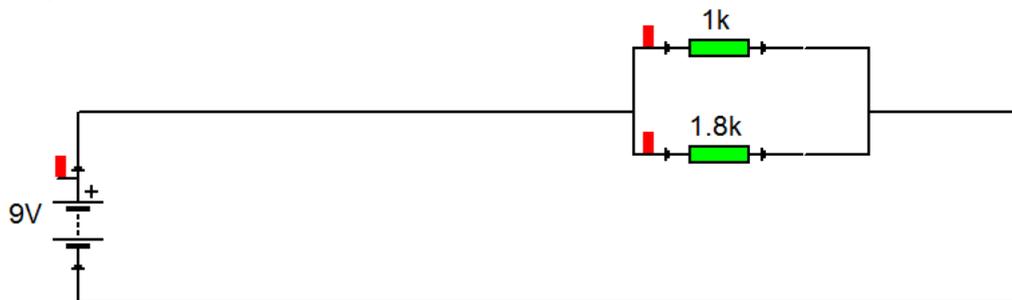
- Venga Tula, vamos a calcular el siguiente circuito. Es el mismo que construiste en la práctica 5.



- Si recuerdas en aquella práctica tenías que medir todos estos puntos:



- Ahora vamos a calcularlos y para ello volvemos al primer esquema que se ve todo más simple:



En la Práctica 8 se plantea:

1.- *¿Cuántas resistencias hay?*

En la Tabla 3.82 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.82. Resultados ítem 1 de la Práctica 8

2	0,87
EN BLANCO	0,13

Prácticamente todos reconocen el símbolo de la resistencia 87%, con un 9% que no asistió a clase ese día, hay solo una persona que la deja en blanco o la obvia, quizás por lo sencilla que es la cuestión.

### 2.- *¿Cómo están conectadas entre sí?*

En la Tabla 3.83 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.83. Resultados ítem 2 de la Práctica 8

Paralelo	0,87
En serie	0,04
EN BLANCO	0,09

Uno de los estudiantes erra a la hora de diferenciar entre serie y paralelo el resto de los que asistieron 87%, no les cuesta diferenciar entre los tipos de conexiones y contesta lo esperado.

### 3.- *¿Te acuerdas de la fórmula que tienes que usar? Pues venga. Intenta calcular la Resistencia total de las dos.*

En la Tabla 3.84 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.84. Resultados ítem 3 de la Práctica 8

Resultado deseado	0,61
Resultado erróneo	0,22
EN BLANCO	0,13

El 61% consigue recordar la fórmula para calcular la resultante del paralelo y, además lo realiza adecuadamente

Un alto porcentaje 22% tiene pequeños fallos. De ellos, 4 se equivocan en el cambio de unidades entre ohmios y kilo-ohmios y 1 se equivoca despejando. Con lo cual no se puede decir que sean fallos de comprensión de conceptos eléctricos o tecnológicos.

### 4.- *Ahora haya la Intensidad total del circuito:*

En la Tabla 3.85 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.85. Resultados ítem 4 de la Práctica 8

Resultado deseado	0,78
Resultado erróneo	0,13
EN BLANCO	0,04

Un 78 % de los alumnos obtiene el resultado correcto. Más que en el anterior pese a que necesitan el dato de la parte que acaban de hacer. Eso es debido a que se dan cuenta del error de cambio de unidades y lo corrigen en este apartado, además, de hacer bien el cálculo de la Intensidad con la Ley de Ohm.

*5.- Ahora compárala con la Intensidad Total que mediste en la práctica 5 (la A1).*

En la Tabla 3.86 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.86. Resultados ítem 5 de la Práctica 8

Respuesta deseada	0,65
Respuesta no deseada	0,22
EN BLANCO	0,13

Que un 65% de los alumnos den la respuesta deseada, no solo significa que la comparan, sino que en ambas prácticas están bien los resultados obtenidos, dado que observan unos resultados parecidos de la intensidad. El comparar ayudó mucho a algunos alumnos que habían cambiado mal de unidades y veían dígitos similares, pero en escala decimal diferente.

Un 22% obtuvo una respuesta no deseada, lo que no quiere decir que estuviera mal, sino que por alguna razón los alumnos no vieron que los datos fueran parecidos, ya sea porque una pila estaba muy gastada cuando fueron a medir o porque lo hicieron de manera incorrecta. Aunque en algunos casos sí se dieron cuenta de que no salía igual porque la pila estaba gastada y lo anotan en la respuesta como en esta: "Da mucho menos porque mi pila estaba un poco gastada" de A5.

*6.- Ahora calcula la intensidad que circula por cada una de las resistencias.*

En la Tabla 3.87 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.87. Resultados ítem 6 de la Práctica 8

Respuesta deseada	0,87
EN BLANCO o inacabado	0,13

Volver a usar la Ley de Ohm, para obtener las intensidades de cada rama le salió bien al 87% de los alumnos. O sea, a la práctica totalidad menos uno, ya que hubo un 9% de absentismo aquel día. Eso nos da una buena base para comprarlas con la intensidad total del circuito en el siguiente apartado.

*7.- Compáralas las dos juntas con la intensidad del circuito.*

En la Tabla 3.88 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.88. Resultados ítem 7 de la Práctica 8

Respuesta deseada	0,65
Respuesta no deseada	0,13
EN BLANCO o inacabada	0,22

En este ítem los alumnos subieron la moral, dado que un 65% pudieron alegrarse de ver que los calculado en ambas ramas paralelas del circuito coincidía con el total de la intensidad que recorría el circuito, también calculado. Puesto que conocían el concepto de intensidad, ver que las dos juntas sumaban la total del circuito les produjo una subida de autoestima.

*8.- Compara la A2 de la práctica 5 con la I1 que acabas de calcular.*

En la Tabla 3.89 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.89. Resultados ítem 8 de la Práctica 8

Respuesta deseada	0,70
Respuesta no deseada	0,22
EN BLANCO o inacabada	0,09

Todavía es más motivador o regenerador ver que el 70% de los estudiantes dan la respuesta deseada en preguntas como esta en la que se pide que comparen las intensidades medidas y calculadas de dos prácticas distintas y se dan cuenta de que obtienen la misma medida o muy parecido. Tanto para ellos como para el profesor resulta reconfortante.

*9.- Por último, compara la A3 de la práctica 5 con la I1,8 que acabas de calcular*

En la Tabla 3.90 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.90. Resultados ítem 9 de la Práctica 8

Respuesta deseada	0,74
Respuesta no deseada	0,13
EN BLANCO	0,13

El 74% da la respuesta deseada, lo que significa que al comprar los datos se dan cuenta de que son muy parecidos, tanto lo medido en la práctica 5 como lo calculado en esta.

Un 13 % da una respuesta que no es lo que se desea, ya que o en esta o en la práctica 5 han obtenido unos datos diferentes porque está incorrecto o simplemente porque no han llegado a darse cuenta de que los datos son parecidos.

*10.- ¿Qué conclusiones sacas de esto?*

En la Tabla 3.91 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.91. Resultados ítem 10 de la Práctica 8

Respuesta deseada	0,78
Incorrecta	0,09
EN BLANCO	0,13

Las conclusiones deseadas (78%) son que se cercioren de que salen igual porque han hecho un buen trabajo y que sientan satisfacción por haber realizado bien las prácticas. Además, sirve para que se reafirmen o se confirmen sus conocimientos

teóricos. Algunos muy serenos como "Pues que ya que lo hemos calculado se supone que los cálculos son correctos ya que nos dan números parecidos" A7 y otros más eufóricos como "Soy perfecta porque me ha salido lo mismo".

### **Conclusiones globales de la práctica 8.**

Al llevar ya 5 prácticas con electricidad, se puede observar una cierta mejora a la hora de utilizar los conceptos estudiados en las preguntas en las que comparan los datos obtenidos con el cálculo y los datos obtenidos con la medición de la práctica homóloga.

La mayor problemática fue de conocimientos matemáticos, a la hora de ejecutar la fórmula de las resistencias en paralelo. Un 22% tuvo fallos de despejar la resistencia total, ya que se encontraba en el denominador.

Los alumnos con mayores éxitos alcanzados en esta práctica son el 4, el 6, el 7 y el 14, seguidos de 5, 8, 11, 12, 17, 19 y 21. Opuestamente tenemos al alumno número 22 que continúa en su larga racha sin venir a clase (también el 1 en esta ocasión) y a 15 y 23 que vuelven a ser de los más flojos con solo la mitad de las respuestas satisfactorias.

**2.9. Estudio de los Resultados de la Práctica 9**

**Práctica 9. Cálculo de magnitudes eléctricas en un circuito mixto**

- ¿Te acuerdas de este circuito? Es el que hicimos en la práctica 6.

- Vamos a calcularlo. Así que lo dejamos mejor así, que solo se vean las resistencias para que parezca más simple. Aunque vamos a calcular todo lo que pone en el anterior.

En la Práctica 9 se plantea:

*1.- Lo primero es calcular la resistencia total del paralelo. ¡Vamos a allá! Resistencia total del paralelo:*

En la Tabla 3.92 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.92. Resultados ítem 1 de la Práctica 9

Respuesta deseada	0,87
Incorrecta	0,04
EN BLANCO	0,09

La resistencia resultante de las dos líneas en paralelo la calcularon bien un 87%, frente a un 4% (el alumno con código (A23) que erró colocando un número al parecer aleatorio y disparatadamente superior.

Hubo un 9% de ausencias en esta práctica.

### 2.- Ahora ¿Qué tienes que hacer?

En la Tabla 3.93 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.93. Resultados ítem 2 de la Práctica 9

Respuesta deseada	0,74
Incorrecta	0,00
EN BLANCO	0,26

En los problemas de circuitos mixtos, una de las cosas más complicadas es saber por dónde debe comenzar o seguir, por ello se le pregunta esta cuestión. El 74% parecía que tenía claros los pasos que debía de dar tras haber calculado la resistencia en paralelo.

Frente al 26% que no contestó, teniendo en cuenta que hubo un 9% de ausencias aquel día, en realidad, los que no saben cómo comenzar el circuito son entorno a un 17%.

### 3.- ¿Es esa la resistencia total del circuito?

En la Tabla 3.94 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.94. Resultados ítem 3 de la Práctica 9

Respuesta deseada	0,83
Incorrecta	0,04
EN BLANCO	0,13

Esta pregunta trampa viene a buscar si los alumnos saben con certeza o seguridad lo que realmente están hallando. En este caso un 83% sabía que la resistencia calculada solo era la resultante del paralelo y que para la total del circuito había que incluir la que está en serie. Uno de ellos (A23), el mismo que contestó un número muy alto y aleatorio en el primer apartado contesta "Yo creo que sí".

### 4.- Pues venga, súmala la resistencia que hay en serie. Resistencia total del circuito:

En la Tabla 3.95 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.95. Resultados ítem 4 de la Práctica 9

Respuesta deseada	0,91
Incorrecta	0,04
EN BLANCO	0,04

Para calcular la resistencia total del circuito, lo cual incluye el cálculo de la resultante del paralelo que hicieron en el primer apartado, y la suma de esta con la que está en serie, un 83% lo hicieron correctamente, y solo uno de manera incorrecta (el A23) que siguió fiel a los datos disparatados obtenidos en el primer apartado.

#### 5.- Si tenemos la resistencia total y la tensión total... ¿Qué podemos calcular ahora?

En la Tabla 3.96 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.96. Resultados ítem 5 de la Práctica 9

La intensidad	0,87
EN BLANCO	0,13

Como hemos dicho anteriormente, lo más difícil no son los cálculos, sino saber que cálculos tengo que hacer y no perder el norte en el camino para resolver el circuito, por ello preguntamos "¿Qué podemos calcular ahora?". A lo que el 87% contesta de manera acertada.

#### 6.- Pues venga vamos. Intensidad total del circuito:

En la Tabla 3.97 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.97. Resultados ítem 6 de la Práctica 9

Respuesta deseada	0,57
Respuesta deseada (excepto unidades)	0,22
Incorrecta	0,13
EN BLANCO	0,09

Para el cálculo de la intensidad, que no solo requiere el uso de la Ley de Ohm sino poner los datos en las unidades correctas, hay un 13% que tiene problemas para dar con un resultado coherente.

Un 22% sí que consigue obtener el valor deseado, pero se equivoca al expresar las unidades.

Y un 57% que lo hace todo bien; tanto valor numérico obtenido usando la Ley de Ohm como las unidades. Si diéramos por buen el error de las unidades o lo tomáramos como una confusión el acierto en el cálculo sería en torno a un 80%.

#### 7.- Y ahora a por las caídas de tensión.

En la Tabla 3.98 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.98. Resultados ítem 7 de la Práctica 9

Respuesta deseada	0,91
EN BLANCO	0,09

En las caídas de tensión, los alumnos obtienen el 91% de resultados favorables. Es decir, en esta última práctica de cálculos en circuitos, han conseguido dominar el cálculo de resistencias.

### 8.- *Compara con sus homólogos de la práctica 6*

En la Tabla 3.99 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.99. Resultados ítem 8 de la Práctica 9

Respuesta deseada	0,74
Incorrecta o inacabada	0,17
EN BLANCO	0,13

El último apartado de la última práctica nos lleva a comparar los resultados calculados en esta práctica con los homólogos de la práctica 6. Y un 74% se da cuenta que los resultados obtenidos son correctos por coinciden o se acercan a los de la práctica 6 en donde los medimos.

#### **Conclusiones globales de la práctica 9.**

Los resultados de la práctica 9 son en general satisfactorio. Cabe destacar la pregunta en la que separo el cálculo de la intensidad. Hay dos grupos que lo calculan bien; el primero y más numerosos lo hace todo bien 57%, pero hay un 22% que a pesar de que los cálculos son correctos tienen problemas de unidades. Esa fue la principal problemática.

Los alumnos con más éxitos son un total de 11 alumnos, que contestan a todas correctamente, mientras que el alumno número 22, absentista, esta vez vino, pero solo consiguió hacer 1 bien. Sin contar este caso, que no creo que pusiera mucho entusiasmo, le siguen el 1, el 10 y el 23 con 5 o 6 respuestas correctas.

## 2.10. Estudio de los Resultados de la Práctica 10

### *Práctica 10. Potencia y energía en la factura de la luz*

- Bueno chic@s. Espero que os haya gustado el paseo por el colegio (igual que el que dio Crusoe con los niños en el edificio Pandora). A ahora espero que os fijéis o miréis de otra manera los cables, interruptores y en general la instalación eléctrica de cada vivienda. Para sobrevivir en un mundo postapocalíptico os será de gran ayuda. Para ello quiero que te quedes con un pequeño resumen:

En la Práctica 10 se plantea:

#### 1.- ¿Qué es un PIA?

En la Tabla 3.100 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.100. Resultados ítem 1 de la Práctica 10

Respuesta deseada	0,83
Incorrecta o inacabada	0,09
EN BLANCO	0,09

La mayoría de los alumnos, 83%, comprendía el papel de los pequeños interruptores automáticos dentro del cuadro eléctrico con afirmaciones como "Pequeño interruptor automático que sirve para cortar la corriente cuando hay una sobrecarga".

#### 2.- ¿Qué es un diferencial?

En la Tabla 3.101 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.101. Resultados ítem 2 de la Práctica 10

Respuesta deseada	0,78
Incorrecta o inacabada	0,13
EN BLANCO	0,09

En esta cuestión, no les cuesta recordar cómo funciona un diferencial, aunque si bien no mencionan en algunos casos la magnitud intensidad, recorren a un número de electrones por segundo, lo cual muestra la comprensión de lo que están hablando. Como, por ejemplo: "Dispositivo de seguridad que corta la corriente cuando los electrones vuelven menos de los que van"

#### 3.- ¿Qué es una caja de derivación?

En la Tabla 3.102 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.102. Resultados ítem 3 de la Práctica 10

Respuesta deseada	0,70
Incorrecta o inacabada	0,13
EN BLANCO	0,04

Al pasear por el colegio en busca de cualquier parte de la instalación eléctrica que desconociéramos, nos topamos con unas cuantas cajas de derivación, que como si fuéramos niños en un mundo destruido abrimos para husmear y aprender.

El 70% contestó correctamente que son estas cajas de derivación, aunque alguno con poca precisión, solo poniendo para que se empleaban. hubo un 13% que no fue muy preciso, aunque de tantas que vimos, estoy seguro que sabían a qué se referían.

#### 4.- *¿Qué es un cuadro eléctrico?*

En la Tabla 3.103 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.103. Resultados ítem 4 de la Práctica 10

Respuesta deseada	0,83
Incorrecta o inacabada	0,04
EN BLANCO	0,13

La parte en la que analizamos los cuadros eléctricos del colegio fue la que más interés atrajo, especialmente en el momento en el que testeamos el diferencial y dejamos al colegio entero sin electricidad. Quizás estas situaciones hayan ayudado a saber contestar bien a este apartado (83%).

Hay un 13% que lo dejó en blanco, sin embargo, recuerdo perfectamente que los que faltaron por COVID estaban con nosotros en un Chromebook y que sirvió mucho para enseñarnos la instalación de su propia casa. Fue muy interesante, especialmente en la parte en la que los padres y madres que también estaba confinados me hacían preguntas y se reían.

#### 5.- *¿En qué se mide la electricidad que consumimos?*

En la Tabla 3.104 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.104. Resultados ítem 5 de la Práctica 10

Respuesta deseada	0,74
wxh	0,17
EN BLANCO	0,09

La mayoría (74%) aprendió en qué se medía la electricidad que se consume en casa.

Mientras que algunos (17%) no se equivocó, pero no estuvo certero del todo, ya que dijo wxh, una magnitud que no se usa por ser demasiado pequeña.

#### 6.- *¿Está la factura pegada?*

En la Tabla 3.105 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.105. Resultados ítem 6 de la Práctica 10

Sí	0,83
No	0,17

Casi todos colocaron la factura de su casa en la paraáctica, 83%, pero a partir de aquí hubo un absentismo muy fuerte en una de las dos clases, lo que lleva a que, a partir de esta pregunta, la mitad de las respuestas estén en blanco.

*7.- ¿En qué se mide la electricidad que has consumido? ¿Cuánto es?*

En la Tabla 3.106 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.106. Resultados ítem 7 de la Práctica 10

Respuesta deseada	0,48
Incorrecta	0,04
EN BLANCO	0,48

Como hemos dicho, la cantidad de respuestas en blanco es debido a que una clase estaba casi vacía por COVID, la otra o contestó todo correctamente.

*8.- ¿Cuánta electricidad puedes consumir por unidad de tiempo como máximo?*

En la Tabla 3.107 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.107. Resultados ítem 8 de la Práctica 10

Respuesta deseada	0,48
Incorrecta por unidades	0,04
EN BLANCO	0,48

Podría pensarse que esta práctica, al ser la menos manipulativa, ya que no hay circuitos, los alumnos no contestaron, pero no fue tal. Es simplemente que, de las dos clases, una tuvo un absentismo muy grande el día de la práctica, y la otra (48%) lo contesta todo correctamente o casi todo.

*9.- ¿Qué pasa si te pasas de esa potencia?*

En la Tabla 3.108 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.108. Resultados ítem 9 de la Práctica 10

Respuesta deseada	0,43
Respuesta incompleta	0,09
EN BLANCO	0,48

Más de lo mismo, la primera mitad de datos contesta correctamente (43%) y la otra mitad, casi por completo está ausente (48%).

*10.- Opinión/discusión/conclusión de la práctica:*

En la Tabla 3.109 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.109. Resultados ítem 10 de la Práctica 10

Respuesta deseada	0,48
EN BLANCO	0,52

En este apartado no esperábamos una respuesta concreta ya que era una pregunta abierta. Hemos tomado como respuesta deseada aquellas que nombran la parte práctica y útil de la cuestión, por ejemplo, los nuevos conocimientos sobre la factura de la luz, o sobre el cuadro eléctrico para salvar vidas.

### **Conclusiones globales de la práctica 10.**

En esta práctica hay dos partes claramente diferenciables e función de los resultados obtenidos. Por un lado, está cuando preguntamos a cerca de lo visto y manipulado como son las cajas de derivación, los PIA, los diferenciales etc. que obtenemos un nivel de respuestas deseables muy aceptable en torno al 70-80%.

Y, por otro lado, está cuando preguntamos sobre los datos que lleva la factura de la luz, que, pese a que la mayoría (83%) lleva pegada la factura, solo la mitad contestan algo esperado, el resto, la otra mitad lo deja en blanco. No todos los alumnos lo trajeron el día que estuvimos haciendo la práctica, por lo tanto, la dificultad de encontrar los datos solicitados días después podría ser una razón para tanta respuesta en blanco.

Los alumnos con más éxitos son 1, 2, 3, 4, 5, 9 y 10 que contestaron todo correctamente. Y 13, 15, 16, 21, y 22 que obtuvieron menos de la mitad de las respuestas deseadas.

## 2.11. Estudio de los Resultados de la Práctica 11.

### *Práctica 11. Simular circuitos en serie*

- Hola Tula. En la práctica 4,5 y 6 medisteis unos circuitos. Esos mismos circuitos en la 7, 8 y 9 los calculasteis. En la 10 te enseñé a utilizar el simulador.

- Ahora quiero que cojas el circuito que mediste en la 4 y en la 7 y lo simules aquí. Recuerda que debes entregar deben aparecer capturas de pantalla de tu circuito simulado.



*Ilustración 1. Tecla Print*

Esa tecla hará que en el ordenador copie lo que se ve en ese momento en la pantalla del ordenador. Después abre el Paint y pégalo (presiona Ctrl+V). Una vez en el Paint recorta la parte en dónde sale la simulación (presiona selección, ilustración 2) y pégala en una hoja Word.

*Ilustración 2. Función seleccionar de Paint*

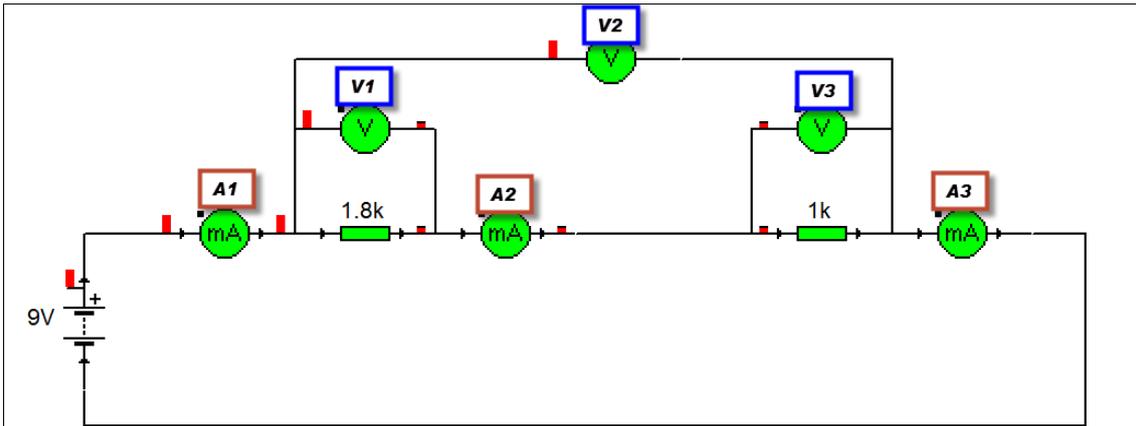
Haz esto con todos los circuitos que te dé tiempo a hacer y luego mándate el archivo word con todas las imágenes a tu email para poder imprimirlo en tu casa y adjuntarlo a las prácticas.



- El circuito en cuestión que vamos a hacer es el de la práctica 4:



Lo que tienes que medir se ve aquí:



Rellena esta tabla con los datos calculados en la práctica 7:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3	R <sub>total</sub>
Valor							
Unidades							

R<sub>=</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo.

R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

[Pega el circuito simulado aquí](#)

Rellena esta tabla con los datos que ves en el simulador:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3
Valor						
Unidades						

R<sub>=</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo.

R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

En la Práctica 11 se plantea:

[Pega el circuito simulado aquí \(en serie\):](#)

En la Tabla 3.110 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.110. Resultados de la Práctica 11

Respuesta deseada	0,96
En blanco	0,04

La totalidad de los alumnos consiguieron simular el circuito con relativa facilidad y les satisfizo el ver que los resultados medidos y calculados, en la mayoría de los casos, eran muy parecidos. Algunos en esta fase se dieron cuenta de ciertos errores de unidades y los corrigieron.

## 2.12. Estudio de los Resultados de la Práctica 12.

### Práctica 12. Simular circuitos en paralelo

- Hola Tula. En la práctica 4,5 y 6 medisteis unos circuitos. Esos mismos circuitos en la 7, 8 y 9 los calculasteis. En la 10 te enseñé a utilizar el simulador.

- Ahora quiero que cojas el circuito que mediste en la 5 y en la 8 y lo simules aquí. Recuerda que en la práctica que debes entregar deben aparecer capturas de pantalla de tu circuito simulado.

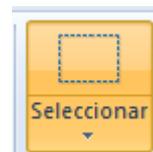


Ilustración 1. Tecla Print

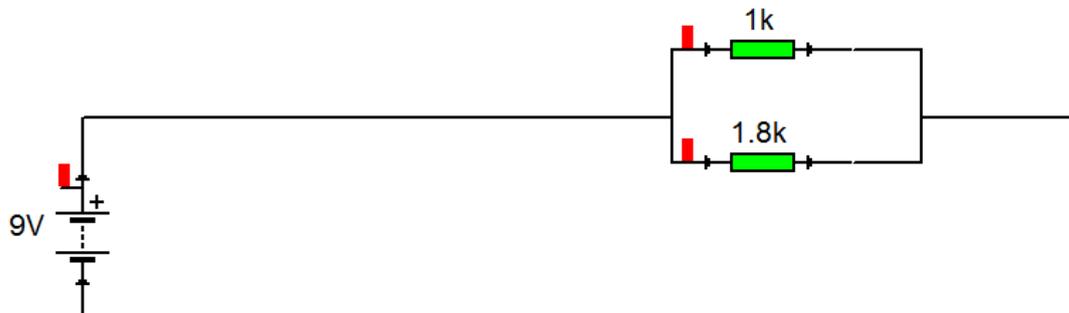
Esa tecla hará que en el ordenador copie lo que se ve en ese momento en la pantalla del ordenador. Después abre el Paint y pégalo (presiona Ctrl+V). Una vez en el Paint recorta la parte en dónde sale la simulación (presiona selección, ilustración 2) y pégala en una hoja Word.

Ilustración 2. Función seleccionar de Paint

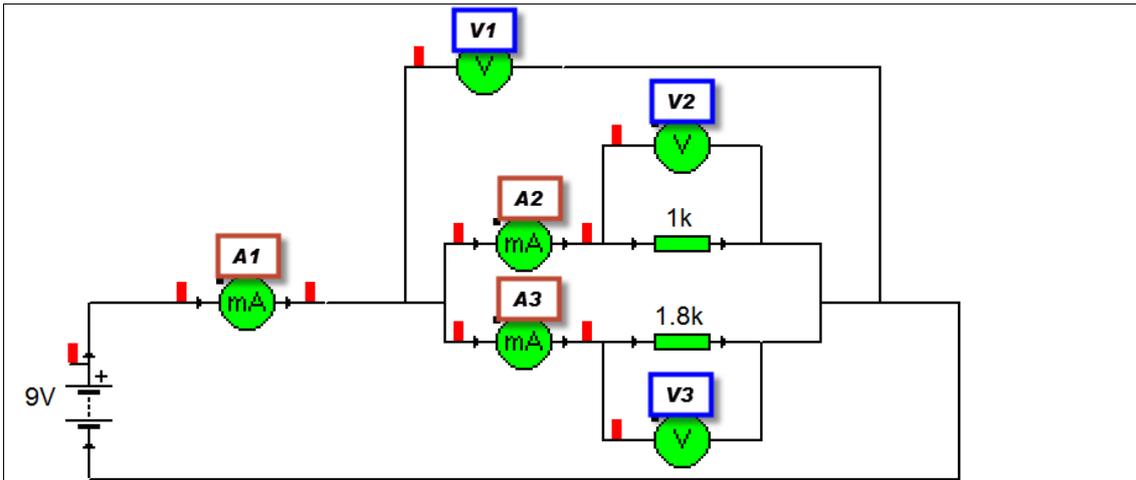
Haz esto con todos los circuitos que te dé tiempo a hacer y luego mándate el archivo word con todas las imágenes a tu email para poder imprimirlo en tu casa y adjuntarlo a las prácticas.



- El circuito en cuestión que vamos a hacer es el de la práctica 5:



Lo que tienes que medir se ve aquí:



Rellena esta tabla con los datos calculados en la práctica 8:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3	R <sub>total</sub>
<b>Valor</b>							
<b>Unidades</b>							

R<sub>=</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo.

R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

Pega el circuito simulado aquí

Rellena esta tabla con los datos que ves en el simulador:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3
<b>Valor</b>						
<b>Unidades</b>						

R<sub>=</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo.

R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

En la Práctica 12 se plantea:

*Pega el circuito simulado aquí (en paralelo):*

En la Tabla 3.111 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.111. Resultados de la Práctica 12

Respuesta deseada	0,78
Respuesta casi deseada	0,04
EN BLANCO	0,17

Un 78% de los alumnos, además de pegar sus simulaciones, rellenan las tablas donde ponen los datos medidos, calculados y simulados y observan que son coincidentes en su gran medida. Hay algún caso (4%) en donde colocan algunos de los datos desordenados y da la sensación de que no coincide plenamente, pero en general están muy conseguidos.

### 2.13. Estudio de los Resultados de la Práctica 13.

#### *Práctica 13. Simular circuitos mixtos*

- Hola Tula. En la práctica 4,5 y 6 medisteis unos circuitos. Esos mismos circuitos en la 7, 8 y 9 los calculasteis. En la 10 te enseñé a utilizar el simulador.

- Ahora quiero que cojas el circuito que mediste en la 6 y en la 9 y lo simules aquí. Recuerda que debes entregar deben aparecer capturas de pantalla de tu circuito simulado.

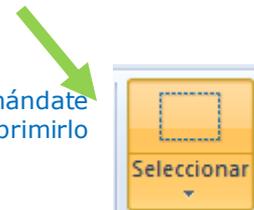


*Ilustración 1. Tecla Print*

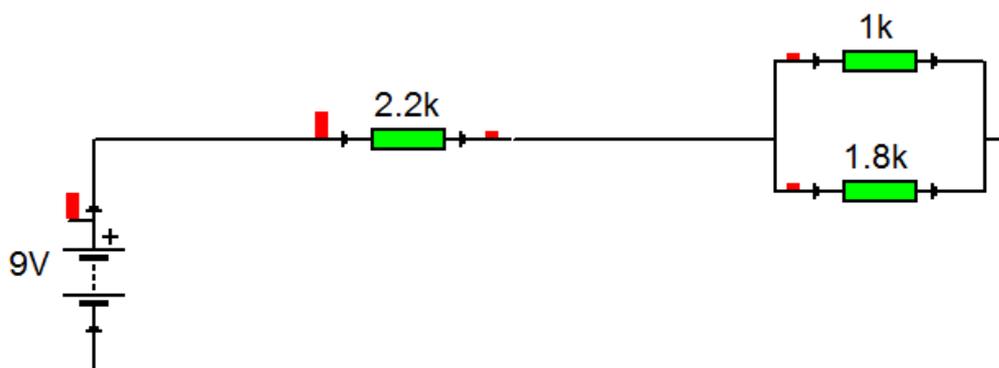
Esa tecla hará que en el ordenador copie lo que se ve en ese momento en la pantalla del ordenador. Después abre el Paint y pégalo (presiona Ctrl+V). Una vez en el Paint recorta la parte en dónde sale la simulación (presiona selección, ilustración 2) y pégala en una hoja Word.

*Ilustración 2. Función seleccionar de Paint*

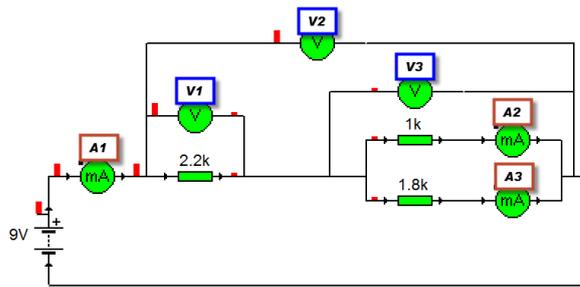
Haz esto con todos los circuitos que te dé tiempo a hacer y luego mándate el archivo word con todas las imágenes a tu email para poder imprimirlo en tu casa y adjuntarlo a las prácticas.



- El circuito en cuestión que vamos a hacer es el de la práctica 6:



Lo que tienes que medir se ve aquí:



Rellena esta tabla con los datos calculados en la práctica 9:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3	R <sub>total</sub>
Valor							
Unidades							

R<sub>=</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo.

R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

Pega el circuito simulado aquí

Rellena esta tabla con los datos que ves en el simulador:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3
Valor						
Unidades						

R<sub>=</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo.

R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

En la Práctica 13 se plantea:

*Pega el circuito simulado aquí (en paralelo):*

En la Tabla 3.112 se recogen las respuestas del alumnado

Tabla 3.112. Resultados de la Práctica 13

Respuesta deseada	0,78
Respuesta casi deseada	0,09
EN BLANCO	0,13

Respecto de esta última práctica, seguimos en unos porcentajes bastante altos de logro de entorno a un 80%, teniendo en cuenta el absentismo del 13% de ese día. Ya no solo por COVID, sino porque algún alumno había prácticamente abandonado los estudios pese a los esfuerzos de familia y profesores.

### Conclusiones globales de la práctica 11, 12 y 13.

Las prácticas con simulador tienen unos resultados muy parecidos. En ellas percibimos una facilidad de manejo de la herramienta informática Circuit Lab, que les permite sentir una seguridad, además de una visión global al poder comparar tranquilamente los datos arrojados por el ordenador con los medidos y calculados en las prácticas anteriores.

### 3.- Resultados del Postest

La primera pregunta del postest se recoge en la Figura 3.4.

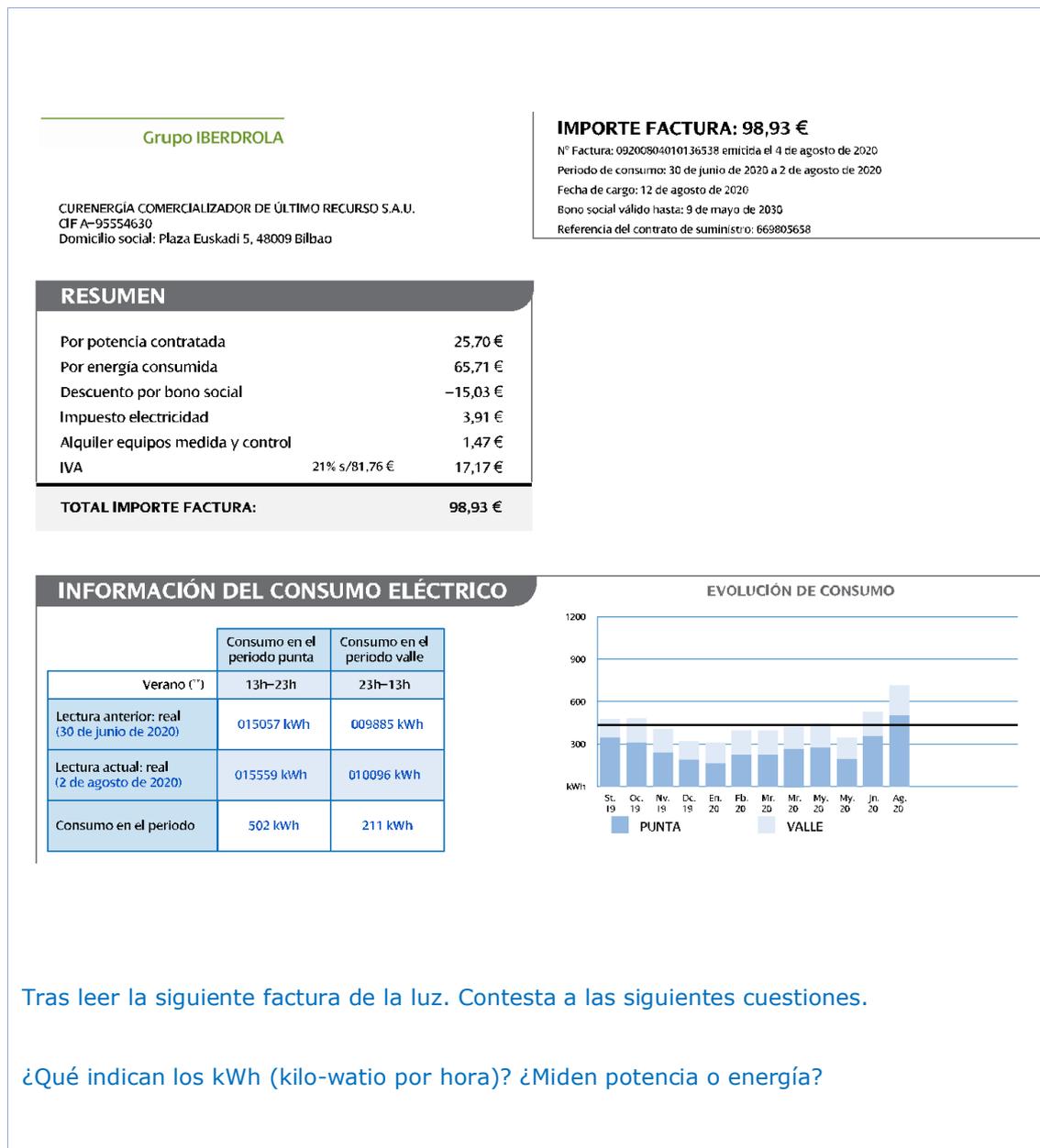


Figura 3.4. Item 1 del Postest

En la tabla 3.113 se recogen los resultados a la primera pregunta del postest

Tabla 3.113. Resultados ítem 1 del Pretest y Postest

	Pretest	Postest
Los kwh miden la energía que consumimos	0.61	0,91
Los kwh miden consumo o potencia	0.22	0,13
Los kwh indican lo consumido en un tiempo determinado	0.35	
No lo sabe	0.17	

En el Postest, hay alumnos que contestan que miden energía y potencia; por ello, las respuestas no suman la esperada unidad a pesar de estar en frecuencia relativa.

La mayoría (91%) dicen que los kwh miden la energía eléctrica que consumimos.

- "Indican la cantidad de energía que gastamos" (A7)
- "La energía que consume una vivienda" (A16)
- "Los kwh indican la energía que consume" (A3)

Hay un 13% que indica el consumo, pero sin aclarar la magnitud; por ello, los hemos colocado en el mismo grupo de los que afirman que los kwh miden la potencia.

- "Los kwh miden la potencia" (A1)
- "Los kwh miden el consumo" (A18)

### Contraste Pretest-Postest

Ha aumentado el número de respuestas adecuadas en relación con el Pretest, ya que pasa de un 61% a un 91% de respuestas que a que los kwh miden la energía que consumimos. Tampoco es despreciable que el 17% que no contestaba, haya desaparecido.

Las respuestas a la segunda pregunta del postest ("*¿Qué diferencia hay entre potencia y energía?*") se recogen en la Tabla 3.114.

Tabla 3.114. Resultados ítem 2 del Pretest y Postest

	Pretest	Postest
Conceptos de energía correctos o bastante acertados	0	0,43
Conceptos de potencia correctos o bastante acertados	0	0,70
Conceptos de potencia erróneos o poco precisos	0,56	0,26
Conceptos de energía erróneos o poco precisos	0,66	0,43
No sabe / No contesta	0,35	0,4

Hemos diferenciado las respuestas de los estudiantes sobre energía y sobre potencia.

De esta manera observamos que, sobre un concepto tan difícil como el concepto de energía, un 43% usa el término trabajo y, por lo tanto, nos parece bastante acertado:

- "La energía es la capacidad de realizar un trabajo" (A16)
- "La energía es la cantidad de trabajo que necesita la electricidad" (A15)
- "Energía es lo que hace posible que podamos realizar trabajos: encender luz, enchufar lavadoras" (A6)

Mientras, un 43% todavía habla de energía como lo que consumimos o lo que hace que haya electricidad.

- "La energía es la luz que consumimos" (A1)
- "La energía es lo que consumimos" (A2)
- "La energía es lo que hace que vaya" (A10)

Respecto de la potencia, un 70% dio una respuesta más adecuada.

- "Potencia es la cantidad de energía que se puede consumir por segundo" (A16)
- "La potencia es la cantidad de energía que consume por unidad de tiempo" (A8)

- “La potencia es la electricidad que gastas por cada segundo” (A17)

Un porcentaje menor (26%) continua con un concepto erróneo o poco preciso:

- “Cuanta más potencia más consumo” (A2)
- “La potencia es lo que lleva una cosa” (A7)
- “La potencia es la potencia que tiene” (A10)

### Contraste Pretest-Postest

Igual que en el pretest de la primera pregunta sorprendía el alto porcentaje de respuestas, en esta segunda se ve muy claramente que ninguno de los alumnos domina el concepto de energía o de potencia antes de las actividades, y en el postest ascienden las respuestas correctas hasta el 43% y el 70% respectivamente.

Las respuestas a la tercera pregunta del postest “*En casa estamos conectados a 230 voltios. ¿Todos consumimos la misma potencia?*” se recogen en la Tabla 3.115

Tabla 3.115. Resultados ítem 3 del Pretest y Postest

	Pretest	Postest
Bien justificado, la potencia contratada	0,26	0,52
Conceptos erróneos	0,13	0,22
Conceptos correctos que no justifican	0	0,13
Justificado parcialmente o sin precisión de conceptos	0,43	0,26
No, sin justificar	0,70	0,04

En esta pregunta del postest ningún alumno contesta afirmativamente, pero las razones que lo justifican son dispares y las hemos clasificado en varios grupos.

Uno de ellos, el más numeroso (52%), las respuestas que, en su mayoría, utilizan el concepto de potencia contratada:

- “Unos contratan más potencia” (A1)
- “Cada persona tiene cierta potencia contratada” (A14)
- “No, porque cada uno contrata unos cuantos Kw” (A7)

El siguiente grupo más numeroso (26%) es el que alega que consumimos diferente potencia, pero no lo termina de justificar adecuadamente:

- “No, porque hay algunos que no tienen lo mismo.” (A9)
- “No, depende de los aparatos que estén conectados” (A18)
- “Cada casa consume cosas diferentes” (A23)

Un pequeño grupo se justifica usando conceptos correctos pero que no sirven para demostrar la diferente potencia de cada vivienda.

- “Aunque cada enchufe tenga 230 v” (A16)
- “Porque existen transformadores que utilizan solo los voltios necesarios.” (A22)

El 22% todavía comenta inadecuadamente los voltios y su relación con la potencia.

- “Podemos gastar más o menos dependiendo de los voltios contratados” (A2)
- “Algunos tienen contratados más voltios y otros menos voltios.” (A20)

**Contraste Pretest-Postest**

Las respuestas bien justificadas, utilizando el concepto de potencia contratada se duplica del pretest al postest, y pasa del 26% al 52%.

También llama la atención de que en el pretest un porcentaje importante (70%) contesta "No" sin justificar, dato que disminuye drásticamente en postest hasta el 4%. Este atrevimiento a contestar hace aumentar también las respuestas erróneas que pasan del 13 al 22%.

La pregunta 4 del postest se recoge en la Figura 3.5

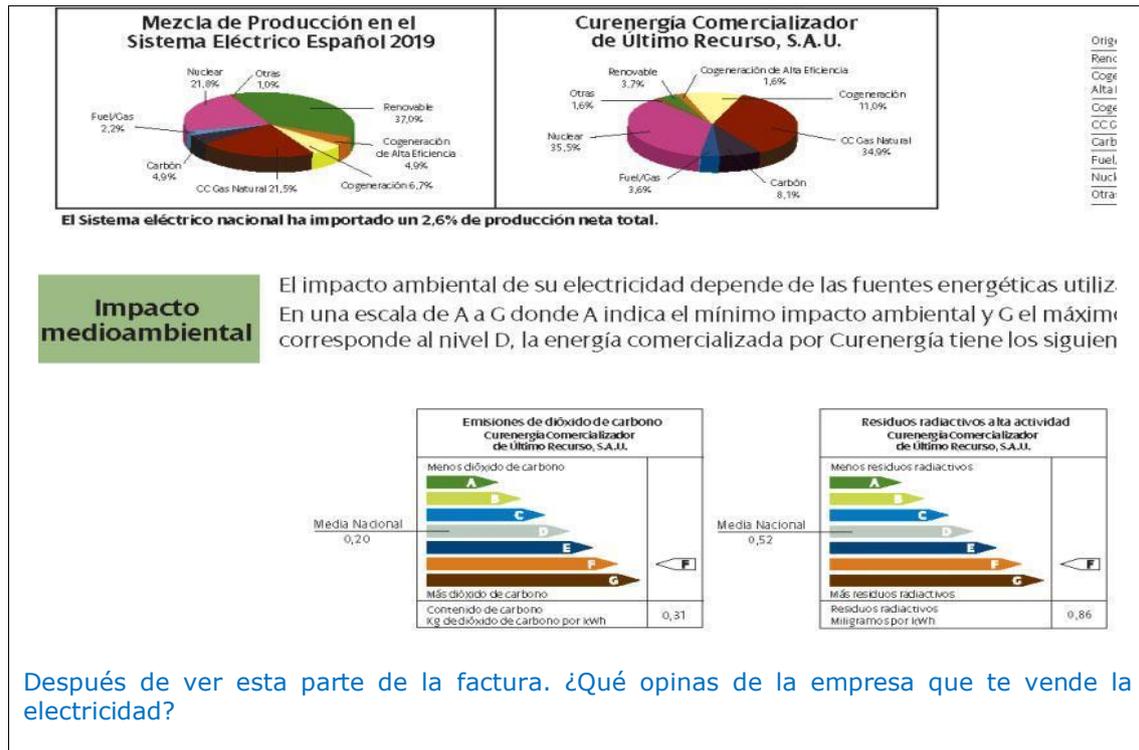


Figura 3.5. Item 4 del Postest

En la tabla 3.116 se recogen los resultados a la cuarta pregunta del postest

Tabla 3.116. Resultados ítem 4 del Pretest y Postest

	Pretest	Postest
Que contamina en general	0,22	0,87
Que emite mucho CO <sub>2</sub>		0,39
Que produce residuos radiactivos y CO <sub>2</sub>		0,09
En Pandora hay energías más limpias		0,26
Información sobre lo que consumes	0,09	0,09
Justificación errónea	0,13	
No sabe / No contesta	0,61	

La mayoría 87% exponen frases alegando que contamina mucho.

- “Ensucia mucho el medio ambiente” (A6)
- “Que es contaminante” (A11)
- “Que daña mucho el planeta” (A12)

Entre este 87%, hay algunos que después añaden, especificando, si la contaminación es sobre CO2 o sobre residuos radiactivos (39% del total) o de CO2 y residuos radiactivos (9% del alumnado encuestado)

- “Que ensucia la atmósfera con CO2” (A7)
- “Que debería de hacer una menor emisión de CO2 y Residuos radiactivos” (A2)

Todavía en el postest hay un 9% que piensa que en estas gráficas te indican lo que has consumido.

- “Te está diciendo lo que estás gastando” (A17)
- “Que estás consumiendo más de la cuenta y eso es muy malo” (A18)

Hay un 26% que se refieren a la novela para decir que en ella los protagonistas usan energías renovables.

- “En Pandora no se podría dañar porque cogen la energía de la naturaleza” (A12)
- “En Pandora no se consume CO2 ya que son energías renovables” (A16)
- “En Pandora no **dañaríamos** el medio ambiente” (A15)

### Contraste Pretest-Postest

La respuesta más coherente y sencilla es que los datos ofrecidos informan de que la empresa contamina; ésta aumenta de un 22% a un 87% en el postest, casi la totalidad del alumnado. Algunos, en torno a un 40%, indagan más en los datos y subrayan el carbón y los residuos radiactivos como principal problema de la energía producida por esta empresa. Mientras, en el pretest, la mayoría un 61% no contesta porque no comprende la tabla de la factura de la luz.

El siguiente apartado del postest son los fenómenos cotidianos. Y la quinta pregunta dice: “*Para cargar una tablet, ¿lo conectamos directamente a los 230 voltios de la vivienda? Explica tu respuesta*” Los resultados se recogen en la Tabla 3.117

Tabla 3.117. Resultados ítem 5 del Pretest y Postest

	Pretest	Postest
Sí	0,35	0,22
No	0,3	0,65
Justificación correcta o parcialmente	0,13	0,61
Justificación incorrecta	0,35	0,26
No sabe / No contesta	0,22	

La mayoría (65%) contestan negativamente y un 22% que dice que sí. Hay tres alumnos que no contestan esta pregunta.

Entre las justificaciones, hay algunas más adecuadas que otras. Un 61% se justifica usando correctamente los conocimientos aprendidos:

- “Porque al cargarlo con el cargador, este funciona de adaptador” (A2)
- “El cargador hace que no lo conectes directamente al enchufe de 230v” (A18)

- “Pones la cabeza del cargador, que es un transformador” (A23)

Algunas justificaciones las hemos tomado como poco adecuadas.

- “Lo conectamos a la potencia del móvil” (A4)
- “Pero tienen resistencias” (A10)
- “En cada enchufe hay un transformador que hace que el móvil no explote” (A19)

### Contraste Pretest-Postest

Las respuestas del pretest estaban muy divididas con un 35% que respondía de manera incorrecta. Tras las prácticas y explicaciones, los alumnos lograron responder adecuadamente e incluso justificar bien más del 60%, nombrando que es el transformador del cargador el que evita que se enchufe directamente a los 230v.

La sexta pregunta del Postest es la siguiente: “Si todos tenemos 230v en casa, ¿a todos nos cobran lo mismo? ¿Nos cobran por los w, los v, los amperios o los  $w \times h$ ?”. Los resultados se recogen en la Tabla 3.118

Tabla 3.118. Resultados ítem 6 del Pretest y Postest

	Pretest	Postest
No nos cobran lo mismo	0,74	0,91
Sí, nos cobran lo mismo	0,26	0,04
Nos cobran diferente por la potencia		0,26
Nos cobran diferente por el consumo de energía en Kwh	0,13	0,83
Razonamientos totalmente erróneos		0,09
Justifica sin precisión, sin unidades, ni magnitud	0,52	
Justificación incorrecta	0,35	
No sabe / no contesta	0,13	

Excepto un alumno que no contesta y otro que cree que “sí nos cobran lo mismo”, el 91% afirma que no nos cobran lo mismo.

Muchos de ellos (83%), lo justifican con el consumo de energía diferente:

- “Se mide en kw x h” (A15)
- “Cada uno consume unos kwh determinado” (A3)
- “Se mide en w x h Cada uno gasta más que otros” (A6)

Dos alumnos (9%) achaca que nos cobren diferente a los voltios utilizados:

- “Dependiendo de los voltios que tengas contratados” (A4)
- “Nos cobran según los voltios que utilizamos” (A21)

Hay un 26% que reconoce que es por ambas, tanto el consumo de energía como la potencia contratada.

- “Se mide en kwh. Nos cobran dependiendo de lo que consumamos. Nos cobran dependiendo de la potencia que tengamos contratada” (A2)
- “Se mide en kwh. Si necesitas más potencia solo tienes que pagar más” (A21)

### Contraste Pretest-Postest

En este apartado queda reflejado que la mayoría (74% en el pretest y un 91% en el postest) saben que todos pagamos facturas de la luz diferentes. Sin embargo, en el pretest muy pocos (13%) llegan a justificar adecuadamente utilizándolas unidades o magnitudes adecuadas, frente al 83% que lo hace en el postest.

Tras terminar con las preguntas sobre sucesos cotidianos, ahora vamos a ver el apartado más relacionado con la literatura y la práctica. Se trata de la séptima pregunta del Postest (ver Figura 3.6).

3.- Literatura y práctica

Lee la siguiente parte inédita de *El Mundo de Pandora* y continúa el diálogo como si fueras Crusoe.

- ¡Tula! ¡Tula! -llegó gritando Crusoe- Hemos conseguido crear un aerogenerador. He medido los bornes y da 230v.

- ¡Genial! ¿Eso quiere decir que podremos conectar todo lo que queramos como en una casa de verdad?

- \_\_\_\_\_.

Eso quiere decir que

Figura 3.6. Item 7 del Postest

En la tabla 3.119 se recogen los resultados a la séptima pregunta del postest

Tabla 3.119. Resultados ítem 7 del Pretest y Postest

	Pretest	Postest
Sí, podemos conectar todo lo que queramos	0,7	0,09
No, y lo justifica correctamente	0	0,57
No, pero no lo justifica correctamente	0,21	0,35
Sí, pero con restricciones. Justificaciones incorrectas	0,26	0
EN BLANCO	0,08	0,17

La mayoría, un 57 %, niega que podamos conectar todo lo que queramos, y alega correctamente una justificación.

- “Nuestra potencia será pequeña” (A3)
- “Podemos conectar los aparatos que queramos, pero no a la vez” (A10)
- “El aerogenerador se pararía con más de una cosa por falta de potencia requerida” (A12)

También hay un 35% de los que dicen “No” que no terminan de comprender la razón, o al menos no la justifican adecuadamente.

- “Si conectamos muchas cosas se gasta rápido” (A7)
- “...porque todo es mucha energía” (A9)
- “No, si conectamos más cosas de las que deberíamos nos quedaríamos sin energía” (A20)

Un 17% deja en blanco la pregunta, ya sea por la forma literaria de la cuestión o porque no sabe que poner. Y hay dos alumnos que piensan que sí pueden conectar todo lo que quieran.

- “Sí, podemos construirlo y conectarlo sin que pase nada” (A17)
- “Sí y ayudarnos de transformadores para que funcionen ciertos aparatos electrónicos” (A19)

### Contraste Pretest-Postest

En el pretest la mayoría (70%) confunde tener con 220 voltios con poder conectar todo lo que quieras a la misma vez. Esto se reduce a menos del 10% en el postest y más de la mitad lo justifica correctamente, alegando que Crusoe haya conseguido 230 voltios, no significa que pueda conectarlo todo a la vez, porque eso depende de la potencia.

La octava pregunta hace alusión a un mundo imaginario en el que tiene que poner en práctica sus conocimientos (ver Figura 3.7).

Imagina que estás en un mundo destruido y que has conseguido esta pila, los siguientes 3 LEDs y las siguientes resistencias.

Realiza el circuito que más te convenga para que puedas tener los 3 LEDs encendidos durante más tiempo posible sin que haya peligro de que se fundan, ya que en un mundo destruido serían muy valiosos. Usa solo lo que creas necesario.

¿Ha conseguido encender los tres?

Ninguno	Solo uno	Los dos	Los tres
---------	----------	---------	----------

Figura 3.7. Item 8 del Postest

En la tabla 3.120 se recogen los resultados a la décima pregunta del postest

Tabla 3.120. Resultados ítem 8 Pretest y del Postest

	Pretest	Postest
Circuito para 3 hecho perfecto	0,09	0,52
Ninguno	0,43	0,26
Parcialmente	0,26	0,04
EN BLANCO	0,22	0,17

Más de la mitad, un 52%, realiza la tarea perfectamente, colocando los LEDs en serie con sus resistencias en serie.

También hay un 26% que, aunque lo intentan no consiguen encender ninguno.

### Contraste Pretest-Postest

En la parte práctica que se evalúa en esta pregunta se puede ver que los alumnos al principio no saben conectar los tres LEDs. Sin embargo, en el postest, un 52% consigue encender los tres LEDs.

La novena pregunta sigue con el mundo imaginario y que identifique el tipo de asociación.

¿Lo has construido en serie o en paralelo?	
Serie	Paralelo

Figura 3.8. Ítem 9 del Postest

En la tabla 3.121 se recogen los resultados a la novena pregunta del postest

Tabla 3.121. Resultados ítem 9 Pretest y del Postest

	Pretest	Postest
No ha construido ninguno, o muy poco	0,7	0,3
No sabe que es serie y/o paralelo	0,22	0,04
Serie	0	0,43
Paralelo	0,13	0,09
EN BLANCO	0	0,13

La mayoría, un 43% contesta que lo ha construido en serie, frente a un 9% que ha optado por hacerlo en paralelo. Destaca que hay un 30% que no lo ha contraído de ningún tipo.

### Contraste Pretest-Postest

En la parte del pretest los alumnos no consiguen prácticamente nada en su mayoría 70%, frente al 43% de los del postest que lo construyen en serie, que es la mejor opción para ahorrar energía. Aunque los resultados han mejorado bastante, se aprecia que la parte práctica se resiste más que la teórica.

La décima pregunta sigue con el mundo imaginario y pide que se justifique el tipo de asociación. *¿Por qué lo has construido de esa manera?*

En la tabla 3.122 se recogen los resultados a la décima pregunta del postest

Tabla 3.122. Resultados ítem 9 Pretest y del Postest

	Pretest	Postest
Porque consume menos energía, bien justificado.	0	0,52
Porque sé o me parece más fácil	0,43	0,13
No lo ha conseguido construir	0,52	0,13
Porque es repetidor y lo hizo el año pasado	0,05	
EN BLANCO	0	0,26

Damos por buena, la justificación que da el 52% de los encuestados cuando dicen que de esta manera consume menos energía, que son casi los mismos alumnos que los que contestan en serie.

### Contraste Pretest-Postest

La justificación de qué tipo de conexiones hacer, si paralelo o en serie, en el pretest evidentemente no está conseguida por ninguno, ya que ninguno había conseguido hacer el circuito, frente a los del postest que la mitad justifica bien que se realice en serie, incluso más de los que lo consiguieron en la práctica, lo que quiere decir que sabían que lo mejor era hacerlo en serie, pero no les salió.

La undécima pregunta sigue con el mundo imaginario y pide la medida de tensión, intensidad y resistencia (ver Figura 3.9)

La pila está medio borrosa y no sabemos de cuánta tensión. Mide tensión, intensidad y resistencia del circuito.

V=  
I=  
R<sub>total</sub>=

Figura 3.9. Ítem 10 del Postest

En la tabla 3.123 se recogen los resultados a la undécima pregunta del postest

Tabla 3.123. Resultados ítem 11 Pretest y del Postest

	Pretest	Postest
Ha medido bien solo una magnitud		0,13
Ha medido bien dos magnitudes o más		0,35
No ha hecho el circuito	0,70	0,35
No ha sabido a medir	0,30	0,13
Se ha negado a medir		0,04

Han medido bien dos magnitudes o más el 35%, y solo una de ellas el 13%. Se podría decir también que el 48% aprendió a medir al menos una magnitud. Hay que tener en cuenta que un 35% no había contraído el circuito y, por lo tanto, no podía medir las magnitudes.

### Contraste Pretest-Postest

La justificación en el pretest en este último apartado en el que tenían que medir las magnitudes ocurre más o menos lo mismo que en el punto anterior; como no habían hecho el circuito la mayoría (70%), tampoco pudieron medir. En el postest se nota una mejora, ya que el 35% consigue medir dos o más magnitudes, y al menos una el 48%.



## CAPÍTULO 4

En este Capítulo, nos ocuparemos de las principales Conclusiones que se derivan del trabajo realizado.

### 1. Conclusiones respecto al uso de la literatura para enseñar Ciencias

El Mundo de Pandora es una trilogía que el autor de esta Tesis ha tardado aproximadamente 10 años en escribir. De los tres tomos, tan solo el primero es el adaptado a trabajar la tecnología en la Educación Secundaria Obligatoria. Con ella conseguimos crear una situación de aprendizaje ficticia en la que todos los alumnos necesitaban aprender los conocimientos de tecnología por si algún día el mundo, tal y como lo conocemos, se destruyera. En definitiva, se convirtió en una asignatura para aprender a sobrevivir al Apocalipsis.

Aunque ayudaba a fomentar la lectura entre el alumnado al situar a la novela en el eje principal de la programación del curso, nuestro interés estaba en el aprendizaje de la Tecnología y, en este sentido, lo que más motivó a los chavales fueron las prácticas y los proyectos; ya que, en definitiva, es la aplicación práctica de los conocimientos lo que suele ser algo que interesa al alumnado adolescente.

Además, no podemos olvidar que introducir el hobby del profesor dentro de su profesión facilita una motivación al docente difícil de igualar. No es lo mismo un profesor que ha dado multitud de años el mismo temario de la misma manera y con recursos comerciales, que un docente que incorpora la emoción, que ríe, que hace fotos porque se maravilla de los resultados obtenidos y todo porque ve a un grupo trabajar imaginando las aventuras que ha diseñado para ellos.

Tampoco es aconsejable repetir continuamente la misma propuesta, incluso aunque haya obtenido unos resultados fantásticos. La metodología perfecta dudo de que exista y, si encuentras una que te gusta y la repites una y otra vez de la misma manera, el encanto acaba desvaneciéndose. Los grupos de alumnos son, ante todo, personas y probablemente, aunque apenas nos demos cuenta, si usamos la misma propuesta, echaremos de menos a esas personas con la que la usamos por primera vez. En tal caso, nuestro comportamiento no será igual de alocado, inesperado y divertido.

Nunca hemos utilizado El Mundo de Pandora de la misma manera. A veces era con un proyecto de un aerogenerador, otras con prácticas, otras solo leyendo e interpretando la novela, otras imaginándonos para qué sería útil lo que estudiábamos en un mundo como el de Pandora, a veces hemos hecho debates, otras hemos introducido diferentes proyectos como circuitos para el edificio Pandora o una alarma contra los Lux, los malvados de la novela. Y en tres ocasiones, en los últimos diez doce años, lo he usado de una manera todavía más especial, para hacer La noche de Pandora, en la que me encierro con los alumnos en el centro sin móviles, ni electricidad a vivir como lo hacen en la novela.

El Mundo de Pandora no es una propuesta perfecta (probablemente ésta no exista), pero la diversidad en la puesta en práctica de este hobby dentro de nuestro trabajo es lo que la hace especial. Y cuando un profesor se encuentra bien en su clase, los alumnos lo notan y es más sencillo tanto aprender, como explicar.

En definitiva, que los resultados sean positivos significa que la puesta en práctica ha producido buenas respuestas de los estudiantes, pero la misma propuesta con un profesorado que no valore la literatura o que no aprecie la importancia de la imaginación del alumnado, no tendría por qué obtener valores similares.

## 2. Problemas de la investigación.

El objetivo central de este trabajo es Diseñar, aplicar y evaluar una propuesta innovadora -articulada en torno a El Mundo de Pandora- para la enseñanza de los circuitos eléctricos en 3º de la ESO en la asignatura Tecnología. Para ello, desglosamos dicho objetivo en tres problemas principales:

PP1. Problema principal 1.

¿Cuáles eran los conocimientos y experiencias iniciales que tenían mis alumnos sobre la electricidad y los fenómenos eléctricos?

PP2. Problema principal 2.

¿Cómo desarrollaron las actividades planteadas con nuestra propuesta El Mundo de Pandora? ¿Qué logros se obtuvieron, que dificultades se encontraron en el desarrollo de estas?

PP3. Problema principal 3.

¿Qué efectos produce dicha propuesta en el alumnado en relación con el aprendizaje?

## 3. Metodología de investigación

Desde el punto de vista metodológico, se trata del estudio de una propuesta sin grupo de control, con pretest, postest y seguimiento. Los tres elementos clave del diseño son la muestra, la variable independiente y las dependientes.

En relación con los participantes, la experiencia se ha realizado en un centro de una pedanía de Murcia. Este centro que dispone de una sola línea, a pesar de pertenecer a una zona con un nivel socioeconómico medio-bajo o bajo se caracteriza por su carácter innovador. No hemos buscado que la muestra tuviese unas características especiales, sino que es el grupo que nos asignaron en la distribución horario que se efectuó en el centro a primeros de septiembre de 2022. Es, pues, una muestra incidental. Se trata del grupo de 3º de la ESO (14-15 años), 33 alumnos (20 chicos y 13 chicas).

En relación con la variable independiente (X), se pretende evaluar la puesta en práctica de una propuesta de enseñanza -formada por las actividades  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  .... - para abordar el estudio de la electricidad. Nuestro proceso de planificación de la unidad didáctica se basó en siete tareas:

- a) Buscar la presencia de los contenidos con el entorno del alumnado.
- b) Identificar y analizar los contenidos de ciencias.
- c) Analizar los logros y dificultades que tienen los estudiantes con los conocimientos del tema.
- d) Concretar los objetivos de enseñanza.
- e) Estudiar cómo contribuyen los objetivos a la adquisición de competencias.
- f) Proponer y establecer una secuencia de las actividades de enseñanza y elaborar los materiales correspondientes.

g) Establecer las estrategias de evaluación.

Nuestra experiencia se desarrolló a lo largo de 26 sesiones (sin contar los proyectos); se realizaron 55 actividades (prácticas, simulaciones, análisis de documentos...).

En relación con la variable dependiente (medidas con las observaciones), nos hemos centrado fundamentalmente en el aprendizaje del alumnado. Hay tres observaciones diferentes en el diseño respecto al mismo: Observación inicial o pretest ( $O_i$ ), observaciones de seguimiento ( $O_{s1}, O_{s2}, \dots$ ) y observación final o posttest ( $O_f$ ).

## 4. Resultados

### 4.1. Conclusiones del Pretest

Tras estudiar los datos del pretest se puede concluir que, desde el inicio, la mayoría del grupo, examinando una factura de la luz, era capaz de saber que eran los kwh lo que se utilizaba para saber la cantidad consumida. Sin embargo, no tenían nociones para diferenciar o definir potencia y energía.

También mayoritariamente sabían que no tenemos todos la misma potencia en casa, pero no saben si tiene que ver con los 230v o con la luz que gastamos, cayendo en razonamientos inadecuados.

La parte de la factura, en la que la empresa informa sobre la contaminación, resulta incomprensible para la mayoría.

Tampoco sabían casi ninguno qué es un transformador, ni cómo ni para qué lo utilizamos cuando conectamos nuestro móvil o tablet.

La mayoría sabía que no nos cobran lo mismo por la luz de nuestras casas, pero casi ninguno sabe explicarlo con unidades y magnitudes.

Tampoco son conscientes del concepto de potencia cuando dicen que en Pandora ya pueden conectar todo lo que quieran porque han conseguido 230v.

En la parte más práctica, solo una cuarta parte es capaz de conseguir que algo se encienda en el circuito, y no sabían explicar entre la elección de serie o paralelo para que se consuma menos energía.

### 4.2. Seguimiento de la propuesta

El seguimiento lo hemos centrado en las actividades prácticas realizadas por los estudiantes a lo largo de la propuesta. Mantenemos la división que utilizamos en el Capítulo 3.

#### **Conclusiones globales de la práctica 1.**

Los aciertos o respuestas esperadas o deseadas aparecieron en la mayoría de las contestaciones, por lo que nos resultaron satisfactorios los resultados en general en esta primera práctica.

No obstante, podemos decir que hemos encontrado dificultades. Especialmente en la primera parte, en la que algunos le daban la vuelta a LED porque no funcionaba, haciendo absurda la pregunta 3, en la que se les pide que le dé la vuelta al LED. Esto no quiere decir que no nos parezca interesante, sino que nos ha cogido de improviso.

La curiosidad de algunos le ha llevado a comprender lo que queríamos enseñarles a posteriori.

Los alumnos más exitosos fueron el número 2, seguido de 8, 9, 10 y 12. Al que más le costó adaptarse o superar las preguntas de esta práctica ha sido al alumno 13, que solo ha obtenido 8 respuestas deseadas.

### **Conclusiones globales de la práctica 2.**

En esta práctica un elevado porcentaje de estudiantes respondieron adecuadamente y usaron términos correctamente. Nos sorprendió la facilidad en la asimilación de los conceptos como material aislante, conductor y semiconductor.

Por otra parte, encontramos dificultades a la hora de que los alumnos recordaran que debían colocar las unidades, omisión bastante habitual a estas edades.

Muchos alumnos (1, 2, 3, 4, 7, 9, y 17) nos dieron respuestas esperadas. También hay que observar al alumno 22 que solo obtiene 3 respuestas positivas y que comenzaba a mostrar signos de desinterés en los estudios.

### **Conclusiones globales de la práctica 3.**

Este circuito era el más sencillo y la facilidad de construcción hizo posible que las mediciones salieran bien.

Las dificultades encontradas fueron el manejo de la placa board por parte del alumnado. En cuanto aprendieron las conexiones interiores de éstas, realizaron la práctica con facilidad. También la colocación del selector del polímetro fue bastante batallada; incluso ha habido grupos que el fusible se ha fundido debido a la conexión directa a la pila en la selección de medir la intensidad.

Muchos alumnos (8) han contestado lo que se esperaba en todas las preguntas. Destaca por otra parte la ausencia del número 23 que lo ha dejado en blanco todo por estar de baja.

### **Conclusiones globales de la práctica 4.**

En la práctica 4 se constató que la parte práctica de construcción del circuito estaba superada; casi un 90% construyeron el circuito. Paulatinamente dependiendo de la profundidad de las cuestiones, ese porcentaje va bajando; un 80% aproximadamente siempre realizó bien las mediciones, pero si preguntas por el significado de ese dato o el razonamiento baja hasta el 60%.

En la última pregunta, dividimos entre los que razonaban bien utilizando su propio vocabulario (30%) y los que lo hacían usando los términos estudiados (30%). Desde luego el problema estaba en el del uso y comprensión de los conceptos estudiados.

El alumno 3 fue el que respondió más adecuadamente, seguido por el 6, el 8, el 9 y el 10. En contraste, se confirmó la falta de asistencia del alumno número 22, que tenía rachas muy largas de absentismo escolar. De los que asistieron los alumnos con más problemas fueron el 15 y el 23.

### **Conclusiones globales de la práctica 5.**

En esta práctica 5 las contestaciones sobre las mediciones fueron claramente positivas; en torno a un 80% supo medir, tanto tensión como intensidad.

Pero al preguntar por el significado de las mediciones realizadas en el caso de la tensión baja, sólo el 60% comprendían o sabían justificar los datos obtenidos.

La problemática se acentuaba cuando se les pedía la justificación de los datos obtenidos de la intensidad; ya que incluso bajaba al 52% y al 48%.

Los alumnos con mayor éxito en esta fase fueron el 1, el 2 y el 7 que contestaron favorablemente al 100% de las preguntas, mientras que el 23 tuvo solo tres aciertos, y el 18 y el 22 tuvieron cuatro.

### **Conclusiones globales de la práctica 6.**

En la práctica 6 -el estudio de un circuito mixto- bajó notablemente el éxito en las mediciones. Si en las anteriores prácticas, tanto en la de serie como en la del paralelo los aciertos obtenidos estaban en torno a un 80%, en éste descendió a un 70%.

También percibimos que, en las preguntas que se solicitaba razonamiento sobre los datos de las tensiones descendió hasta el 52%.

Los alumnos con mayor éxito fueron el 2 y el 8 con un 100% de aciertos en las cuestiones, seguidos del 5, el 6, el 7, el 15 y el 16, que fallaron solo en una. El que tuvo el rendimiento menos adecuado fue el 22, de nuevo, y el 13.

### **Conclusiones globales de la práctica 7.**

Comenzó bien esta práctica, realizando cálculos sencillos de las resistencias, rozando el 100% en la práctica (se ausentó uno de los alumnos). Para calcular la intensidad, aplicando la Ley de Ohm, no tuvieron tampoco problema; sin embargo, las dificultades aparecieron al solicitar que lo razonaran.

En el contraste con la intensidad de la práctica homóloga a ésta (pero midiendo) salió también razonablemente bien (78%). Sin embargo, cuando hicieron lo propio con las tensiones los datos se desmoronaron y un porcentaje alto prefirieron dejarlo en blanco (39%). Quizás debimos estar más encima para solicitarles que explicaran cómo pudieran equivocarse sin miedo.

Hay muchos alumnos que contestaron bien las 7 preguntas; 2, 3, 4, 5, 8, 9, 12, 15, 16 y 20. Y, en contraste, tenemos al alumno número 22 que ya no venía a clase en esta época y a los alumnos 10, 11, 13, 17, 18, 21 que no llegaron a contestar exitosamente ni a la mitad de las preguntas.

### **Conclusiones globales de la práctica 8.**

Al llevar ya 5 prácticas con electricidad, se observaba una cierta mejora a la hora de utilizar los conceptos estudiados en las preguntas en las que comparan los datos obtenidos con el cálculo y los obtenidos con la medición de la práctica homóloga.

Los mayores problemas tenían su origen en los conocimientos matemáticos, a la hora de ejecutar la fórmula de las resistencias en paralelo. Un 22% tuvo fallos al calcular la resistencia total.

Los alumnos con mayores éxitos alcanzados en esta práctica fueron el 4, el 6, el 7 y el 14, seguidos de 5, 8, 11, 12, 17, 19 y 21. Opuestamente tenemos al alumno número 22 que continuaba sin venir a clase (también el 1 en esta ocasión) y al 15 y al 23 que volvían a ser los más flojos con solo la mitad de las respuestas satisfactorias.

### **Conclusiones globales de la práctica 9.**

Los resultados de la práctica 9 fueron en general satisfactorios. Cabe destacar la pregunta en la que separamos el cálculo de la intensidad. Hay dos grupos que lo calcularon bien; el primero y más numerosos lo hace todo bien 57%, pero hay un 22% que a pesar de que los cálculos son correctos tienen problemas de unidades.

Los alumnos con más éxitos fueron 11 alumnos, que contestaron a todas correctamente, mientras que el alumno 22, absentista, esta vez vino, pero solo consiguió hacer 1 bien. Sin contar este caso, le siguieron el 1, el 10 y el 23 con 5 o 6 respuestas correctas.

### **Conclusiones globales de la práctica 10.**

En esta práctica hubo dos partes diferenciadas en función de los resultados obtenidos. Por un lado, estuvo cuando preguntamos a cerca de lo visto y manipulado como son las cajas de derivación, los PIA, los diferenciales etc. que obtenemos un nivel de respuestas deseables muy aceptable, en torno al 70-80%.

Y, por otro, cuando preguntamos sobre los datos que lleva la factura de la luz, que, pese a que la mayoría (83%) llevaba pegada la factura, solo la mitad contestaron algo esperado; la otra mitad lo deja en blanco.

Los alumnos con más éxitos fueron el 1, el 2, el 3, el 4, el 5, el 9 y el 10 que contestaron todo correctamente. Y con menos, el 13, el 15, el 16, el 21 y el 22 que obtuvieron menos de la mitad de las respuestas deseadas.

### **Conclusiones globales de la práctica 11, 12 y 13.**

Las prácticas con simulador tienen unos resultados muy parecidos. En ellas percibimos una facilidad de manejo de la herramienta informática Circuit Lab, que les permite sentir una seguridad, además de una visión global al poder comparar tranquilamente los datos arrojados por el ordenador con los medidos y calculados en las prácticas anteriores.

### **4.3. Conclusiones de Pretest-Postest**

En la primera pregunta vemos que aumenta un 30% el porcentaje de respuestas correctas, tras trabajar con El Mundo de Pandora, hasta casi llegar a la totalidad del alumnado los que saben que la energía que consumimos se mide en kwh.

En la siguiente pregunta disminuyen a la mitad los alumnos que utilizan un concepto de potencia erróneo y aparecen respuestas acertadas con respecto a la potencia y la energía, mientras que en el pretest no había ningún acierto.

Las respuestas bien justificadas, utilizando el concepto de potencia contratada se duplica del pretest al postest.

También pasan de muy pocos a casi la totalidad los alumnos que ahora ya saben comprender las gráficas en las que sale la contaminación de la empresa que suministra la energía.

Más de la mitad en el postest sabe utilizar el concepto de transformador para explicar por qué nuestros móviles no se enchufan directamente a los 230v frente a casi ninguno que era capaz antes de las actividades de El Mundo de Pandora.

Es cierto que la mayoría, incluso antes de que aplicáramos la propuesta, sabía que no pagábamos lo mismo por la luz, pero ahora la mayoría también sabe justificarlo que antes no sabía salvo un diez por ciento.

El concepto erróneo de tener 230 voltios con poder conectar todo lo que quieras a la vez se reduce drásticamente y más de la mitad lo sabe justificar usando el concepto de potencia.

La parte práctica tampoco consigue buenos resultados tras las actividades. Sin embargo, mejoran y llegan a más de la mitad los que saben construir el circuito en serie y justificar la razón por la que la construyen en serie.

El uso del polímetro incluso después de las actividades les cuesta, llegando con dificultad a casi la mitad los que saben medir al menos una magnitud.

En definitiva, se ve claramente una mejora en los resultados del postest del alumnado comparándolo con el pretest. Aunque esa mejora no se aprecia tanto cuando se trata de evaluar características prácticas como montaje de circuitos o mediciones de magnitudes.



## Bibliografía.

Aranzabal, J. G.; Zubimendi, J. L.; García, J. M. & Ceberio, M. (2008). Dificultades persistentes en el aprendizaje de la Electricidad. Estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26(2), 177-192.

Arons, A. B. & Redish, E. F. (1997). *Teaching introductory physics* (Vol. 22). New York: Wiley.

Asimov, I. (1986). *Sobre la ciencia ficción*. Barcelona: Edhasa.

Asimov, I. (2010). *Trilogía de la fundación*. Barcelona: Debolsillo.

Balibrea, A. (2014). *El Mundo de Pandora*. Murcia: Editorial Tres Fronteras.

Balibrea, A. & Pro, A. (2013). ¿Podemos hacer video-juegos? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 73, 98-104.

Balibrea, A. & Pro, A. (2018). Energías renovables: una unidad didáctica en "El Mundo de Pandora". *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(1), 40-49. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.1.3299>

Barniol, P., Campos, E. & Zavala, G. (2018). La prueba conceptual de electricidad y magnetismo: análisis de confiabilidad y estudio de las dificultades más frecuentes. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(2), 165-190. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2456>

Bates, R. (1989). Burocracia, educación y democracia: hacia una política de participación. En *Práctica crítica de la Administración educativa*. Valencia: Universitat de Valencia

Blanco-López, Á., España-Ramos, E. & Franco-Mariscal, A. J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica* 1(1), 107-115. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004>

Bunge, M. (2002). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. Madrid: Siglo XXI.

Bravo, B., Bouciguez, M. J., & Braunmüller, M. (2019). Una propuesta didáctica diseñada para favorecer el aprendizaje de la Inducción Electromagnética básica y el desarrollo de competencias digitales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1203. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2019.v16.i1.1203](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1203)

Briones, C. (2018). Reseña del libro: Didáctica de las ciencias experimentales en educación infantil. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 80-82. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.3484>

Bruguière, C., Heraud, J. L., Errera, J. P. & Rembotte, X. (2007). Mondes possibles et compréhension du réel. La lecture d'un album en cycle 2 comme source de questionnement scientifique. *Aster*. 44, 69-106.

Bruguière, C. & Triquet, E. (2012). Des albums de fiction réaliste pour problématiser le monde vivant. Repères. *Recherches en didactique du français langue maternelle*, (45), 181-200. <https://doi.org/10.4000/reperes.159>

Calo, N.; García-Rodeja, I. & Sesto, V. (2021). Construyendo conceptos sobre electricidad en infantil mediante actividades de indagación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 39(2), 223-240. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3238>

Campbell, D. & Stanley, J. (1995). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación educativa*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.

Cantó, J.; Pro, A. & Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(3), 25-50. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/314144>.

Cantó, J.; Pro, A. & Solbes, J. (2017). ¿Qué resultados de aprendizaje alcanzan los futuros maestros de Infantil cuando planifican unidades didácticas de ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2017, 14 (3), 666-688. <http://hdl.handle.net/10498/19515>

Charles, F. & Bruguiere, C. (2019, June). Des objets didactiques pour questionner les sciences à l'école primaire: les albums de littérature de jeunesse. In *Colloque Objets pour apprendre, objets à apprendre: quelles pratiques enseignantes pour quels enjeux?* (pp. 114-124). Université Jules Verne

Ciencia ficción dura. (Sin fecha). En Wikipedia. Recuperado el 13 de julio de 2023 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Ciencia\\_ficci%C3%B3n\\_dura](https://es.wikipedia.org/wiki/Ciencia_ficci%C3%B3n_dura)

Coca, D. M. (2013). El aprendizaje cooperativo y la enseñanza tradicional en electricidad y magnetismo en secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 2297-2302.

Cromley, J.G. (2009). Reading Achievement and Science Proficiency: International Comparisons from the Programme on International Student Assessment. *Reading Psychology*. 30 (2), 89-118. <https://doi.org/10.1080/02702710802274903>

Cyrules, E. (2022). Experiencias de electromagnetismo con un interesante y sencillo motor eléctrico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3), 340101-340108. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2022.v19.i3.3401](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3401)

Dávila, M. A.; Cañada, F. & Sánchez, J. (2021). Análisis de las emociones y la autopercepción de la capacidad para aprender contenidos relacionados con la energía, la electricidad y la materia en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. En *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1231-1237). Universidad de Córdoba.

De Cajén, S. G. & Castiñeiras, J. D. (2009). Perfil argumentativo del profesorado cuando resuelve un problema real sobre la transformación de energía eléctrica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 3042-3046.

Domínguez C. (9 de abril del 2020). Finlandia abre los almacenes secretos de la Guerra Fría. El País. Recuperado de <https://elpais.com/internacional/2020-04-09/finlandia-abre-los-almacenes-secretos-de-la-guerra-fria.html>

Duggan, S. & Gott, R. (1995). The place of investigations in practical work in the UK National Curriculum for Science. *International Journal of Science Education*, 17(2), 137-147. <https://doi.org/10.1080/0950069950170201>

Dupin, J. J. & Joshua, S. (1990). Una analogía térmica para la enseñanza de la corriente continua en electricidad: descripción y evaluación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 8(2), 119-126.

Duran, X. (2018). *Ciencia en la literatura, La. Un viaje por la historia de la ciencia vista por escritores de todos los tiempos*. Edicions Universitat Barcelona.

Etkina, E. (2010). Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6(2), 020110. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>

Fernandes, I. M.; Pires, D. & Delgado-Iglesias, J. (2017). Las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, en los libros de texto de Educación Primaria: Un estudio comparativo entre Portugal y España, antes de las últimas reformas educativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 54-68. [http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2017.v14.i1.05](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i1.05)<http://reuredc.uca.es>

Gardner, J. (2012). *El mundo de Sofía: novela sobre la historia de la filosofía* (Vol. 1). Siruela.

Garaigordobil, M. (1995). *Psicología para el desarrollo de la cooperación y de la creatividad*. Bilbao: Descleé Brouwer.

García Algarra, F. J. (2016). Diseños para sobrevivir al apocalipsis. Centrales telefónicas de la guerra fría. En *Ciencia y Técnica en la Guerra y en la Paz* (pp. 605-612). <http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:404-Fjgarcia-8000>

García Arqués, J. J., Pro, A. & Llamas, O. S. (1995). Planificación de una unidad didáctica: el estudio del movimiento. Enseñanza de las Ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(2), 211-226.

García Carmona, A., & Acevedo, J. A. (2016). Una controversia de la Historia de la Tecnología para aprender sobre Naturaleza de la Tecnología: Tesla vs. Edison-La guerra de las corrientes. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(1), 193-209. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/306643>.

García Castro, J., Obando Correal, N. L., García Castro, G. & Ruiz Ortega, F. J. (2021). Modelos Explicativos sobre Electricidad en estudiantes de Secundaria Medios por ABP. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 8-13.

García Fontes, W. (2011) *Efectos de los hábitos de lectura familiares sobre los resultados académicos en PIRLS 2011* Universitat Pompeu Fabra

García Jiménez, A., Tur-Viñes, V. & Pastor Ruiz, Y. (2018). Consumo mediático de adolescentes y jóvenes. Noticias, contenidos audiovisuales y medición de audiencias. *Icono 14*, 16(1), 22-46. <https://doi.org/10.7195/ri14.v16i1.1101>

González, C. (2000). Estrategias y procedimientos para fomentar la lectura en la familia y en la escuela. *Lenguaje y textos*, 15: 71-80

Harris, P. L. (2005). *El funcionamiento de la imaginación*. México: Fondo de Cultura Económica.

Hernández, M. A. & Alcaraz, M. (2018). Factores incidentes en el abandono escolar prematuro. *Revista de investigación en educación*, 16(2), 182-195. <https://revistas.webs.uvigo.es/index.php/reined>

Hummel, R. (1982). *The Bureaucratic Experience*. Nueva York: St. Martin's Press

Ibáñez, M. M.; Romero, M.C. & Jiménez, M.P. (2019). ¿Qué ciencia se presenta en los libros de texto de Educación Secundaria? *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 37(3), 49-71. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/363987>.

Izquierdo, M.; Caamaño, A. & Quintanilla, M. (2007). *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (pp. 173-196). Universidad autónoma de Barcelona.

Jerrim, J.; Lopez, L. A. & Marcenaro, O. D. (2020). *How did Spain perform in PISA 2018? New estimates of children's PISA reading scores*. Department of Quantitative Social Science-UCL Institute of Education, University College London. <http://repec.ioe.ac.uk/REPEc/pdf/qsswp2001.pdf>

La Verdad. (2013, June 30). Utilizar la imaginación de los adolescentes para potenciar su creatividad. Recuperado de <https://www.laverdad.es/murcia/v/20130630/region/utilizar-imaginacion-adolescentes-para-20130630.html>

Lewis, D. (1973). *Counterfactuals*. Blackwell, Oxford.

Llinares, M. C.; García, O. M.; Solís, À. U. & Peña, A. V. (2019). La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 37(1), 157-175. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/351064>.

López, D. M.; Guerra, M. T. & Pulido, L. G. (2013). Enseñanza de la energía eléctrica en educación primaria: desarrollo de una unidad didáctica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 2002-2007. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307674>

Macías, F. S. (2004). 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. *Tesis Doctoral*. Universidad de Extremadura.

Maloney, D. P.; O'Kuma, T. L.; Hieggelke, C. J. & Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), S12-S23. <https://doi.org/10.1119/1.1371296>

Marina, J.A. y Válgoma, M de la (2007). *La Magia de Leer*. Barcelona: Debolsillo

Martínez, L. M. (2020). Reseña de libro. How we teach science. What's changed and why it matters. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 89-90. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6249>

Mc Millan, J. & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson.

González, L. L. (2018). Ideas previas del alumnado sobre Robótica y Programación en 3º de la ESO. En *Illuminando el cambio educativo: encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 205-210). Servicio de Publicacións.

- Maturano, C. I.; Mazzitelli, C. A. & Guirado, A. M. (2021). El libro de texto universitario de ciencias en la formación docente. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 39(2), 83-101. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3070>
- Melo, L. V.; Mellado, V. & Buitrago, A. (2016). Desarrollo del conocimiento didáctico del contenido en el caso de la enseñanza de la carga eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13(2), 459-475. <http://hdl.handle.net/10498/18300>
- Méndez, D. (2013). El aprendizaje cooperativo y la enseñanza tradicional en electricidad y magnetismo en secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 2297-2302. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307839>
- Meneghetti, C.; Carretti, B. y De Beni, R. (2006). Components of reading comprehension and scholastic achievement. *Learning and Individual Differences*, 16 (4), 291-301. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2006.11.001>
- Mulhall, P.; McKittrick, B. & Gunstone, R. (2001). A perspective on the resolution of confusions in the teaching of electricity. *Research in Science Education*, 31(4), 575-587. <https://doi.org/10.1023/A:1013154125379>
- Navarrete, L. & Molina, J. L. (2015). La influencia de los videojuegos de contenido apocalíptico en los adolescentes. *Arte, Individuo y Sociedad*, 27(2), 161-178. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=513551297001>
- Nolen, E. G.; Kurish, A. J.; Wong, K. A. & Orlando, M. D. (2003). Short, stereoselective synthesis of C-glycosyl asparagines via an olefin cross-metathesis. *Tetrahedron letters*, 44(12), 2449-2453. [https://doi.org/10.1016/S0040-4039\(03\)00350-2](https://doi.org/10.1016/S0040-4039(03)00350-2)
- Qadeer, A. (2014). Un estudio de libros de texto de electricidad de 6º grado: respuestas de los estudiantes y análisis de contenido. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(1), pp. 285-286. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287519>.
- Otero, L. K. (2017). *Importancia de la motivación del docente para disminuir el fracaso escolar*. UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Sociales, Machala, Ecuador. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11157>
- O'Reilly, T. & McNamara, D. S. (2007). The impact of science knowledge, reading skill, and reading strategy knowledge on more traditional "highstakes" measures of high school students' science achievement. *American Educational Research Journal*, 44 (1), 161-196. <https://doi.org/10.3102/0002831206298171>
- Parratt, S. (2010). ¿Por qué los jóvenes no leen periódicos? Análisis y propuestas. *Nuevos Medios, Nueva Comunicación*. Salamanca. <https://campus.usal.es/~comunicacion3punto0/comunicaciones/080.pdf>
- Pau-Custodio, I. (2018). Novel·les a la classe de ciències: una nova mirada a les narratives de ficció. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, (35), 22-27. <https://revistes.uab.cat/ciencies/article/view/n35-pau>
- Pau-Custodio, I.; Márquez, C. & Marbà, A. (2017). Hablando de ciencias a partir de novelas. En *27 Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 121-129). Badajoz: JL Bravo Galán.

Pau-Custodio, I.; Márquez, C. & Marbà, A. (2018). La narrativa de ficción como contexto socio-científico: una ejemplificación mediante la novela juvenil. En *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: iluminando el cambio educativo* (pp. 745-749). Servicio de Publicacións. <http://hdl.handle.net/2183/20935>

Pau-Custodio, I.; Bruguíere, C. & Márquez, C. (2019). Lire et discuter un extrait de roman réaliste en classe de SVT. *Spirale-Revue de recherches en education*, 2, 85-97. <https://doi.org/10.3917/spir.064.0085>

Pau Custodio, I. & Márquez, C. (2018). Potencialidades y dificultades de incorporar la novela como contexto en clase de ciencias. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 11(2), 136-157. <https://doi.org/10.3895/rbect.v11n2.8432>

Pau-Custodio, I.; Márquez, C., & Marbà, A. (2017). Acercar la ciencia a los jóvenes a través de novelas de ficción realista. *Aula de secundaria*, (23), 40-43.

Pennac, D (1993). *Como una novela*. Barcelona: Anagrama.

Pennac, D. (2008). *Mal de Escuela*. Barcelona: Mondadori.

Pereda, S. & López, A. (2009). Diseño de una estrategia didáctica para propiciar el cambio conceptual sobre electrostática en alumnos de secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 3409-3415.

Pérez, J. M. (2015). *Enseñanza de electricidad en 2º de ESO utilizando el software de simulación Crocodile Clips*. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/3152>

Pocoví, M. C. & Collivadino, C. (2014). Traducción entre lenguajes simbólicos de distintas áreas del conocimiento: el caso del flujo del campo eléctrico. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(2), 53-69. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287525>

Pontes, A. & Pro, A. (2001). Concepciones y razonamientos de expertos y aprendices sobre electrocinética: consecuencias para la enseñanza y la formación de profesores. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(1), 103-121. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21720>

Pro, A. (2006). Planificación de la enseñanza en las Ciencias Experimentales. En la obra de Serrano: *Psicología de la instrucción*, Vol. II, pp. 267-301. Murcia: Diego Marín.

Pro, A. (2008). Jugando con los circuitos y la corriente eléctrica. En *El desarrollo del pensamiento científico-técnico en educación Primaria*, 43-82. Madrid: Secretaría Técnica del MEC.

Pro, A. (2010). ¿Se puede enseñar a ahorrar energía en Educación Primaria? En *Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico: la comprensión del entorno próximo*, 5-34. Madrid: Secretaría Técnica del MEC.

Pro, A. (2011). Aprender y enseñar con experiencias... y ahora para desarrollar competencias. *Investigación en la Escuela*, (74), 5-22. <https://doi.org/10.12795/IE.2011.i74.01>

Pro, A. (2012). Los ciudadanos necesitan conocimientos de ciencias para dar respuestas a los problemas de su contexto. *Libro 11 ideas claves. El desarrollo de la competencia científica*, 83-104, Barcelona: Graó.

Pro, A. (2014). *La energía: uso, consumo y ahorro energético en la vida cotidiana*. Barcelona: Graó.

Pro, A. & Pérez Manzano, A. (2014). Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 111-132, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287543>

Pro, A. & Rodríguez, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(3), 385-404. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/210807>

Pro, A. & Rodríguez, J. (2011). La investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Educatio Siglo XXI*, 29(1), 129-148.

Pro, A. & Rodríguez, J. (2014). Ahorrando energía en educación Primaria: estudio de una propuesta de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 151-170. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287530>

Ramírez, J. M. & Dávila, M. A. (2017). Las emociones según el género, en el aprendizaje de la Tecnología del alumnado de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(2), 18-37. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.2.2091>

Rangel, N. & Castells, M. (2013). Analizando la presencia en la multimodalidad de la explicación en el aula: Caso: flujo eléctrico. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 02946-2951. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/308134>

Reyes, J. & Martínez, C. (2013). Conocimiento didáctico del contenido y enseñanza del campo eléctrico. *IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias* (pp. 2979-2984). <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/308170>

Rodríguez Cavazos, J. (2013). Una mirada a la pedagogía tradicional y humanista. *Presencia universitaria*, 3(5), 36-45. <http://www.presenciauniversitaria.uanl.mx/>

Rodríguez Moreno, J. (2008). Diseño, Aplicación Y Evaluación de una Propuesta para la Enseñanza de los Circuitos Eléctricos en Tercer Ciclo De Educación Primaria (*Tesis de Maestría*). Universidad de Murcia.

Rodríguez Moreno, J.; Pro, C. & Pro, A. (2020). ¿Qué se puede aprender «Jugando con la electricidad» en Educación Infantil? <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2020.v17.i2.2203>

Sáez, F. T. (2012). Enseñanza basada en proyectos: una propuesta eficaz para el aprendizaje y el desarrollo de las competencias básicas. *Revista Eufonía-Didáctica de la Educación Musical*, 55, 7-15.

Salillas, E. C.; Casals, C. R.; de Echave Sanz, A. & Serón, F. J. (2021). Aprendiendo a enseñar electricidad. En *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 280-286). Universidad de Córdoba.

Sánchez Blanco, G. & Valcárcel Pérez, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 11(1), 33-44.

Savolainen, H.; Ahonen, T.; Aro, M.; Tolvanen, A. y Holopainen, L. (2008). Reading comprehension, word reading and spelling as predictors of school achievement and choice of secondary education. *Learning and Instruction*, 18 (2), 201-210. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.017>

Sebastián, M. & Galagovsky, L. (2020). Enseñanza en contexto: la importancia de revelar obstáculos implícitos en docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 45-64. <https://10.5565/rev/ensciencias.2822>

Serón, F. J., Casals, C. R. & de Echave Sanz, A. (2021). El reto de la electricidad en el marco de un proyecto STEAM: Estudios de caso en la formación de maestras/os. En *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 661-667). Universidad de Córdoba.

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

Sider, Th.; Hawthorn, J. & Zimmerman, D.W. (Ed.) *Contemporary Debates in Metaphysics* (p. 111). Blackwell Publishing 2008 Malton MA.

Soudani, M.; Heraud, J. L.; Bruguere, C. & Triquet, E. (2012, March). Modéliser en physique à partir d'un album de fiction dans l'enseignement primaire. 7ème Rencontres de l'ARDIST, 425-432 [https://www.researchgate.net/publication/278621867\\_Modeliser\\_en\\_physique\\_a\\_partir\\_d'un\\_album\\_de\\_fiction\\_dans\\_l'enseignement\\_primaire](https://www.researchgate.net/publication/278621867_Modeliser_en_physique_a_partir_d'un_album_de_fiction_dans_l'enseignement_primaire)

Soudani, M.; Héraud, J. L.; Soudani-Bani, O. & Bruguière, C. (2015). Mondes possibles et fiction réaliste. Des albums de jeunesse pour modéliser en science à l'école primaire. RDST. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 11, 135-160. <https://doi.org/10.4000/rdst.1013>

Sparling, N. L. (2017). La ciencia de género según Angélica Gorodischer. *Revista Iberoamericana*, 83(259), 657-670. <https://doi.org/10.5195/reviberoamer.2017.7525>

Strieder, R.; Bravo, B. & Gil, M. J. (2017). Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35(3), 29-49. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/329206>

Topping, K J.; Samuels, J. & Paul, T. (2007). Does practice make perfect? independent reading quantity, quality and student achievement. *Learning and Instruction*, 17 (3), 253-264. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.02.002>

Travé, G.; Pozuelos, F. J. & Soto, A. (2015). Profesores y materiales curriculares en la enseñanza de la realidad social y natural. Análisis de concepciones sobre la práctica reflexionada del profesorado andaluz (España). *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 23(56), 1-36. <https://doi.org/10.14507/epaa.v23.1910>

Valverde, D.; Pro, A. & González, J. (2020). Competencia digital de estudiantes de Secundaria al buscar y seleccionar información sobre ciencia. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 38(3), 81-103. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2833>

Vera, F.; Villanueva, J. & Ortiz, M. (2018). Revelando el signo de las cargas eléctricas usando un detector de polaridad entretenido. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 240101-240110. <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2018.v15.i2.2401>

Vesga, A. (2015). La ciencia ficción como herramienta pedagógica en un curso de estudios en ciencia, tecnología y sociedad: descripción de una experiencia docente *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 12(3), 520-528. [https://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc](https://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc)

## Reseñas de audiovisuales

Bustillo C. (Productora) (2011-2023) *Al rojo vivo* [Programa]. La sexta

Emmerich R. (Director). (1996) *Independence Day* [Película]. Dean Devlin Productions.

Gavin A. & Rubin J. (2013) *The Last of us* [Videojuego]. Naughty Dogs

Kubrick, S. (Director). (1968) *2001: A Space Odyssey* [Película]. Metro-Goldwyn-Mayer

Lucas G. (Director). (1977) *Star Wars* [Película]. Lucasfilm

Spielberg S. (Director). (2018) *Ready Player One* [Película]. Warner Bros. Pictures

Sputore G. (Director). (2019) *I´m a mother* [Película]. Timothy White Kelvin Munro Productions.

Wachowski L. (Directora). (1999) *The Matrix* [Película]. Warner Bros. Pictures

## Anexo 1. Hojas de Trabajo de los estudiantes

---

### Práctica 1. Fuentes de energía.

---

- Aquí lo tengo –dijo Crusoe sacando un motor de corriente continua de un cajón de la ferretería.

- ¿Qué es eso?

- Esto es un generador.

- Pues se parece mucho a una cosa que había dentro de un coche eléctrico de juguete que yo tenía.

- Sí. Buenos es que en realidad es un motor. Pero si lo utilizamos del revés funciona como un generador.

- ¿Del revés?

- Sí. En vez de ponerle electricidad por estos cables y esperar que gire, lo que vamos a hacer es girarlo y así “saldrá electricidad” por los cables. ¡Mira! –dijo mientras se ayudaba con un LED para que pudiera ver la corriente generada.

1.- Ahora te toca a ti.

Coge un motor e inténtalo. ¿Qué tal? ¿Se enciende la bombilla? Cuéntame lo que está pasando.

---

---

---

2.- Ahora coge un LED, conéctalo al motor ayudándote de las pinzas cocodrilo. Y ¡Dale muy fuerte! ¿Qué tal? ¿Ha habido suerte?

---

---

3.- Los LEDs solo se encienden conectados de una de las dos formas. Si no se te ha encendido antes ahora conecta el LED al contrario y pruébalo de nuevo. ¿Qué tal? ¿Ha habido suerte?

---

---

---

4.- No te preocupes Tula, sé que no te ha salido. Y si se ha encendido algo, debe haber sido muy poquito. ¿Entonces? ¿Por qué te hago pasar por estas pillerías, sabiendo que no va a funcionar? Ya lo explicaré. Ahora coge la reductora y haz lo mismo con la bombilla. Enchufa los extremos de la bombilla a los bornes (las salidas del motor de la reductora) y haz girar muy fuerte el primer eje. ¡Dale fuerte! ¿Qué está ocurriendo?

---

---

---

4.1- ¿Por qué?

---

---

---

5.- Ahora en vez de la bombilla conecta el LED (de un lado y de otro, solo se encenderá conectado de una de las dos maneras).

¡Dale fuerte! ¿Qué está ocurriendo?

---

---

---

5.1- ¿Por qué?

---

---

6.- ¿Qué conclusiones sacas de esta práctica?

---

---

---

7.- ¿Por qué cuesta más dependiendo de si es un motor o una reductora? ¿Con cuál de las dos cuesta más?

---

7.1- ¿Por qué?

---

8.- ¿Por qué cuesta más dependiendo de si es un LED o una bombilla lo que quiero encender? ¿Con cuál de las dos cuesta más?

---

8.1- ¿Por qué? ¿Qué quiere decir eso?

---

9.- Ese esfuerzo tan grande que haces dándole al motor o a la reductora para producir esa ínfima luz ¿Qué te hace pensar?

---

---

10.- ¿Quién o qué mueve, hace girar eso en verdad?

---

---

11.- ¿Para qué podríais utilizar estos conocimientos en un mundo posapocalíptico?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Práctica 2. Conductores, aislantes y semiconductores. El Polímetro.*

---

- Mira Tula. Ves esto voy a construir un circuito. Aquí hay una pila, el cable rojo de esta lo conecto a la bombilla y de la bombilla de vuelta a la pila. ¿Has visto cómo se enciende?

- Sí.

- Se enciende sólo cuando cierro el circuito porque si no hay circulación de electrones, no hay corriente.

- Sí. Es verdad. ¿Me dejas a mí?

- Espera, luego lo harás tú todo. Ahora solo mira. Si yo abro el circuito y en medio pongo esta cuchara de plástico...

1.- ¿Se enciende? \_\_\_\_\_

-¿Por qué?

---

Ahora voy a conectar un tornillo. ¿Qué ocurre ahora? \_\_\_\_\_ ¿Por qué?

---

¿Y si conecto un lápiz? \_\_\_\_\_ ¿Por qué?

---

3.- ¿Te gusta la práctica? \_\_\_\_\_

4.- Pues espera y verás que te voy a sorprender. Crusoe cogió una esponja de baño y los conectó los extremos que estaba poniendo en los anteriores objetos y los pinchó en la esponja (los puso cerca pero sin tocarse). ¿Qué te parece? ¿Se enciende? \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

---

---

5.- ¿Y si ahora derramo un poco de agua en la esponja? ¿Se enciende? \_\_\_\_\_ ¿Por qué crees que pasa eso?

---

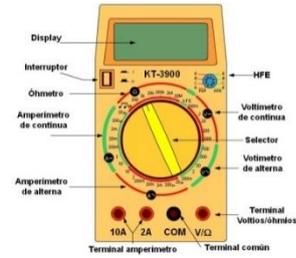
---

---

6.- ¿Te gusta Tula? \_\_\_\_\_

7.- Pues espera a ver lo último. Te he dicho que había unos materiales que dependiendo de cosas externas como la temperatura o la luz se comportaban como conductores o como aislantes. Sí. Eran los \_\_\_\_\_

8.- ¿Sabes lo que es esto? Sí.  
Me lo has dicho antes es un \_\_\_\_\_



9.- Mide tú ahora esta otra resistencia fija. ¿Qué mide?

\_\_\_\_\_

10.- Ahora intenta medir la resistencia de este dispositivo que se llama LDR. ¿Qué ocurre?

\_\_\_\_\_

11.- ¿Y por qué ocurre eso?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

12.- Mide ahora el valor de la resistencia LDR cuando le da la luz y cuando no le da. ¿Qué ocurre? ¿Por qué? Descríbelo.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13.- ¿Por qué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

14.- ¿A qué mola, eh? Di algo más que un simple sí. ; )

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

---

### Práctica 3. Construir y medir en un circuito en serie

---

- Ya verás que chulo Tula. Mira vamos a hacer varios circuitos. Pondremos dos o tres resistencias como esta –dijo enseñando el pequeño dispositivo electrónico.

- ¿Eso qué es?

- Esto es un dispositivo que no se enciende ni nada pero se opone un poco (a veces más a veces menos) a que los electrones pasen a través de él. Nos será muy útil para aprender a utilizar el polímetro. Aunque en esta práctica solo utilizaremos la parte del polímetro donde aparece el signo de omega este:  $\Omega$  ¿Vale? Ese es el símbolo de los ohmios.

- Vale. Entonces tengo que poner la cosa esta que gira...

- El indicador

- Eso. ...hacia donde está el símbolo que has dicho, ¿no?

- Omega.  $\Omega$

- Eso.

- Empezaremos haciendo este circuito:



- Vale. Eso se hacerlo yo. Déjame esos cables.

- No, no. Espera un momento. Ahora que ya sabes cómo funciona un circuito y la importancia de que esté cerrado, vamos a hacer los circuitos como los profesionales. Usando una placa board, -dijo extrayendo un plástico blanco de una caja de cartón.

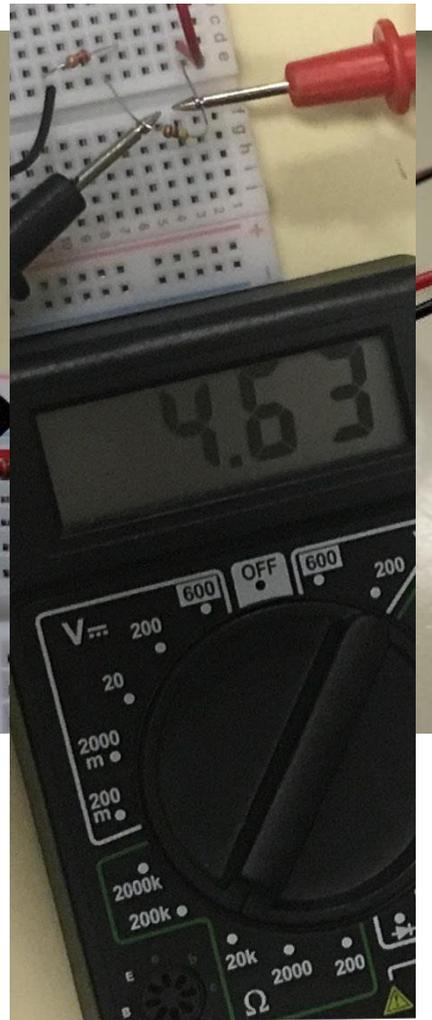
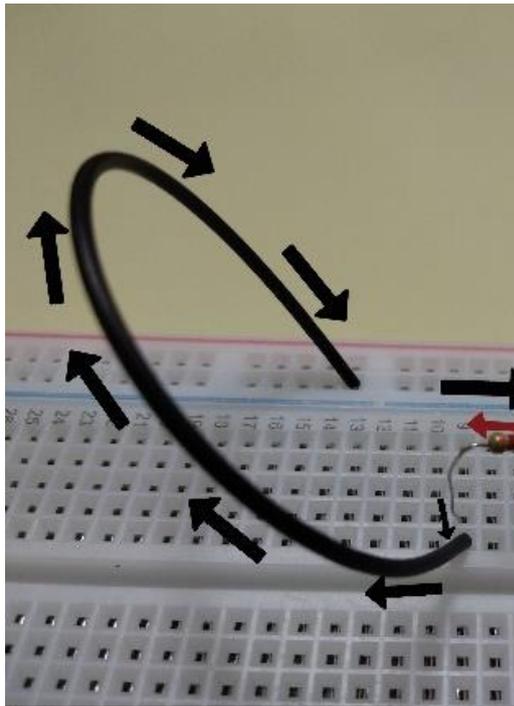
- ¿Y esto como se utiliza?

- Tienes que pinchar las resistencias y la pila en los agujeritos sabiendo que por dentro están unidos así:

- Vale.



- O sea que para conectar dos resistencias en serie, sería algo así. Y los electrones harían este caminito - dijo señalando con el dedo desde el cable rojo que salía del cable rojo hasta el cable negro de la pila pasando por todo el circuito.



- Eso es fácil maestro pero... ¿Cómo utilizo esto para medir la resistencia?

- Así. Esta por ejemplo mide 4.63 kilohmios

- ¿Kilohmios?

- Sí. Fíjate en dónde hemos puesto el cursor.

- ¿El cursor? Ah! La cosa esa que gira, ¿no?

- Eso -dijo Crusoe sometiéndose a la incapacidad

de la niña para llamar a las cosas por su nombre-. Pone 20 k lo que quiere decir que ahí las cosas se miden en kilos, como lo tenemos midiendo ohmios son kilohmios.

- Venga Venga Crusoe, déjate de rollos y déjame a mi.

- Está bien. Está bien. Haz tú este circuito -

Crusoe cogió una hoja impresa solo por una cara y le dio la vuelta, después rebuscó entre los cajones y encontró un lápiz con el que comenzó a dibujar los circuitos.

- Pero que no sea muy difícil, ¡eh!

- Jejeje, no te preocupes, el primero será muy parecido al que te acabo de hacer en la placa board.

Circuito 1:



1.- ¿Lo has construido?

2.- - Ahora mide las resistencias de los dos dispositivos.

- Pero si ya lo he hecho antes de hacer el circuito, sino no sabría cuál es cuál, no me he aprendido de memoria lo de los colores que me has dicho antes.

- ¡Ah! ¡vale! Pues apunta los valores que has medido de cada una en una tabla. Espera yo te la hago:

	R1	R2						
Valor								
Unidades								

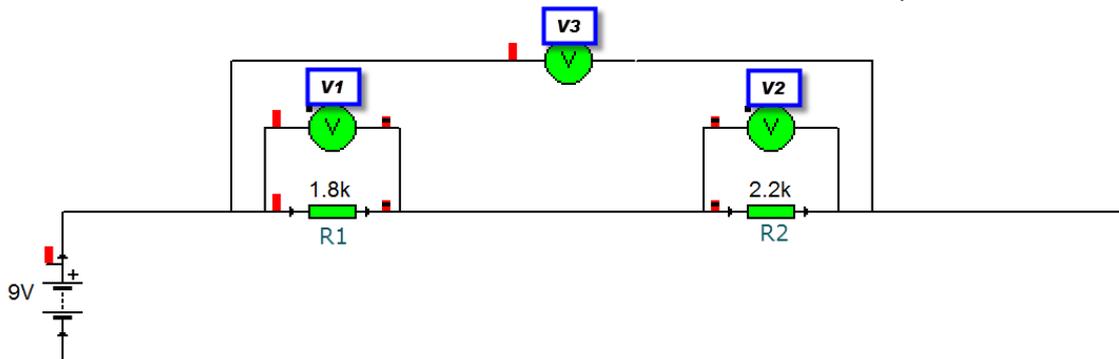
- ¿Ya? Genial. Ahora vas a medir la tensión que cae cuando la corriente atraviesa cada uno de ellos.

- ¿La qué?  
 - La tensión. ¿Te acuerdas? La tensión es el trabajo que pueden realizar los electrones, que depende de lo diferentes cargados que estén sus extremos (diferencia de potencial).

- ¡Ah! ¡sí!. ¿Pero eso no lo daba la pila? ¿Cómo voy a medirlo en las resistencias?  
 - Sí, efectivamente la diferencia de potencial en sus extremos o tensión de un circuito lo ponemos al conectar la pila. Lo que quiero que midas es dónde se está gastando esa tensión. Es decir, los electrones pueden hacer un trabajo, ¿Qué es lo que más trabajo lees está costando de todo el circuito, atravesar la R1 o la R2? ¿Y cuánto?

- ¡Ah! ¡vale vale! Pues allá voy. Pongo la cosita que gira...  
 - El indicador.  
 - Sí, eso. El indicador hacia la V... ¿Pero hay dos V?  
 - ¡Ah! ¡Sí! La V con una línea recta es la continua, la que utilizamos cuando trabajamos con pilas por ejemplo y la V con una línea hondulada –Crusoe notó que ya Tula no le hacía ni caso pero siguió explicando–, es para medir la tensión alterna como la que había en las casas.

- ¡Ya lo tengo! Voy a medirlo.  
 - 3.- Eso. Mide las caídas de tensión en cada una de las resistencias y entre las dos.



			V1	V2	V3			
Valor								
Unidades								

- ¡Oye Tula! ¿Por qué crees que obtenemos esos resultados al medir la caída de tensión en cada una de las resistencias y en las dos a la vez? ¿a qué se debe?

---



---



---



---

\_\_\_\_\_ - Perfecto. ¡Eres una crack! No se te olvide como se hace que luego vas a tener que hacer uno tú sola. Ahora vamos a medir la intensidad.

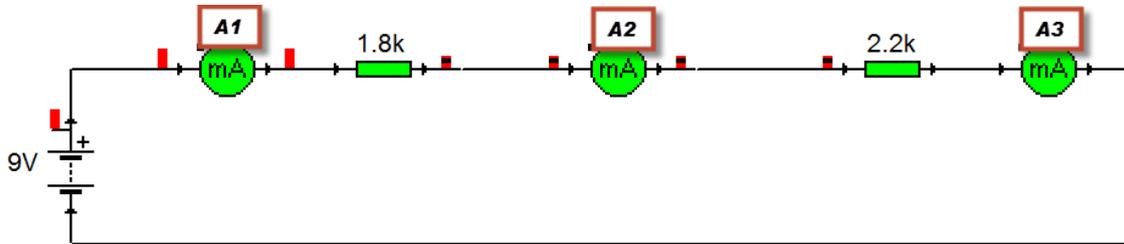
- ¿La Intensidad?

- Sí. Recuerda; la intensidad es el número de electrones por cada segundo que pueden pasar gracias a la tensión que le hemos puesto al colocar la pila y a pesar de las resistencias que hemos puesto en el circuito. La tensión favorece el paso de los electrones y la resistencia lo dificulta.

- ¡Ah! ¡Vale! Voy a medirlo.

- Eso

4.- Mide la intensidad que pasa antes de la R1, después de la R1 y después de la R2.



						A1	A2	A3
Valor								
Unidades								

- ¡Oye Tula! ¿Por qué crees que obtenemos esos resultados al medir las intensidades antes de la R1, después y antes de la R2 y después de la R2. ¿A qué se debe?

---



---



---



---



---

Recuerda lo que hemos hecho que luego lo vas a hacer tú sola con otro circuito. ¿Vale?

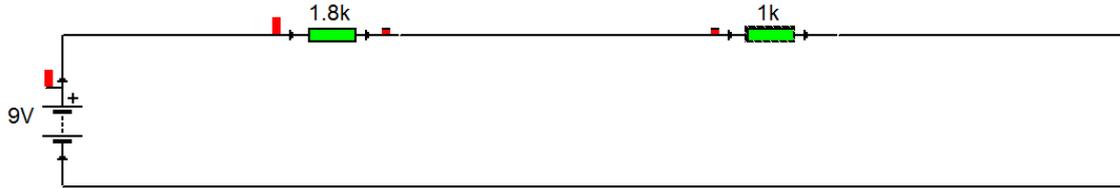
- Eso está hecho.

Nos quedó una tabla así:

	R1	R2	V1	V2	V3	A1	A2	A3
Valor								
Unidades								

*Práctica 4. Construir, medir y razonar con un circuito en serie*

- Venga Tula, vamos a construir el siguiente circuito.



Ahora te lo voy a dibujar con los Amperímetros (que miden en mA, miliamperios) y los voltímetros (que miden en V, voltios) para que sepas dónde y cómo (serie o paralelo) tienes que conectar los polímetros.

- ¿Lo has construido ya?

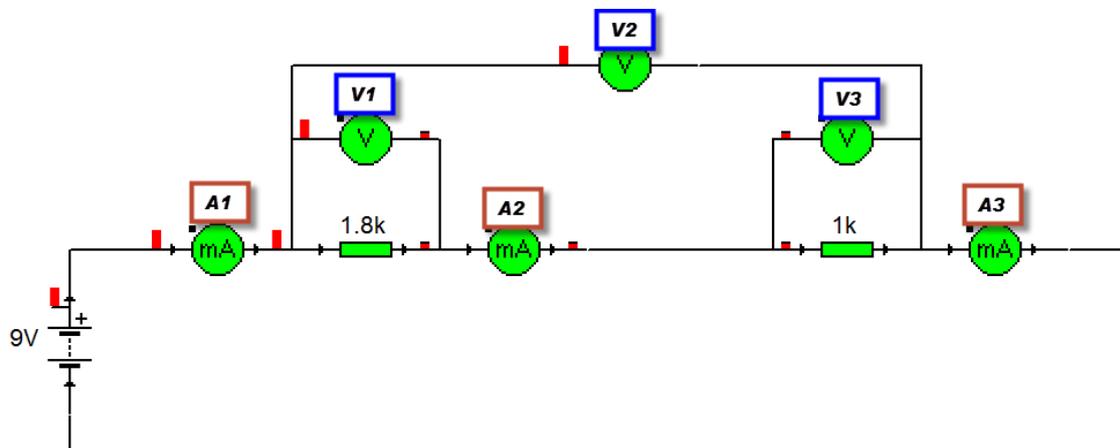
- \_\_\_\_\_

- ¿Te ha costado?

- \_\_\_\_\_

- ¿Te ha gustado?

- \_\_\_\_\_



Venga pues ahora coge el polímetro y mira a ver qué medirían los siguientes voltímetros.

	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>			
Valor						
Unidades						

- ¿Lo has medido ya?

\_\_\_\_\_

- ¿Explica que significa el resultado de V1? ¿Qué nos indica ese dato?

---

---

---

- ¿Explica que significa el resultado de V2? ¿Qué nos indica ese dato?

---

---

---

- ¿Explica qué relación guarda el resultado de V2 comparado con V1 y V3 juntos?  
Ahora compara el resultado de V2 con la tensión de la pila.

¿Qué quiere decir esto?

---

---

Venga pues ahora vuelve a coger el polímetro y mira a ver qué medirían los siguientes amperímetros.

				A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Valor						
Unidades						

- ¿Lo has medido ya?

---

- ¿Explica que significa el resultado de A1? ¿Qué nos indica ese dato?

---

---

---

- Compara los resultados de A1, A2 y A3. ¿Qué quiere decir esto? ¿Por qué pasa esto?

---

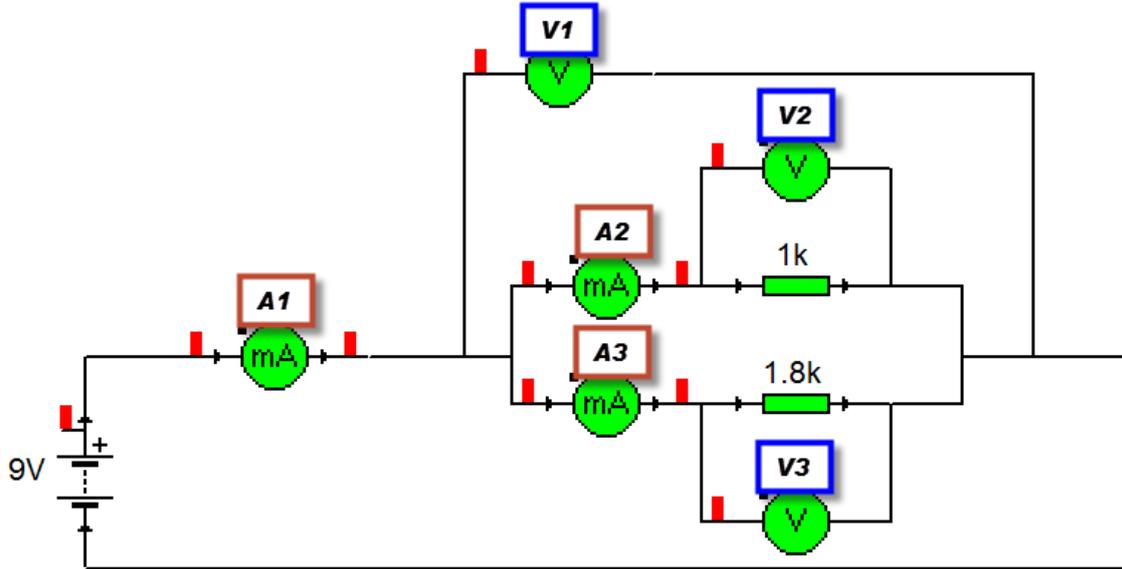
---

---

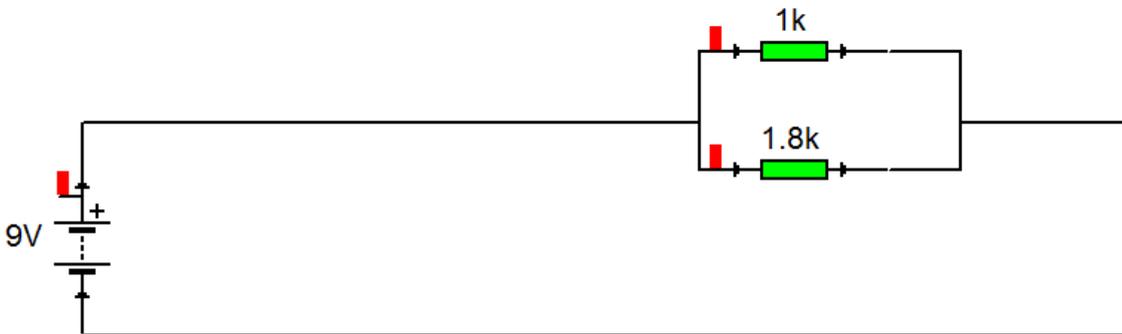
---

*Práctica 5. Construir, medir y razonar con un circuito en paralelo*

- Venga Tula, vamos a construir el siguiente circuito.



Parece complicado pero porque hemos puesto todos los voltímetros y amperímetros dónde quiero que midas. En realidad es así de simple:



- ¿Lo has construido ya?

\_\_\_\_\_

Venga pues ahora coge el polímetro y mira a ver qué medirían los siguientes voltímetros.

	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>			
Valor						
Unidades						

- ¿Lo has medido ya?

\_\_\_\_\_

- Explica que significa los datos que acabas de obtener. ¿Por qué son así? Explícalo basándote en la definición de tensión o caída de tensión.

---

---

---

---

---

---

---

Venga pues ahora vuelve a coger el polímetro y mira a ver qué medirían los siguientes amperímetros.

				A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Valor						
Unidades						

- ¿Lo has medido ya?

---

- ¿Explica que significa el resultado de A1? ¿Qué nos indica ese dato?

---

---

---

---

- ¿Explica que significa el resultado de A1 comparándolo con A2 y A3 juntos? ¿Por qué pasa eso? Explícalo basándote en la definición de la intensidad.

---

---

---

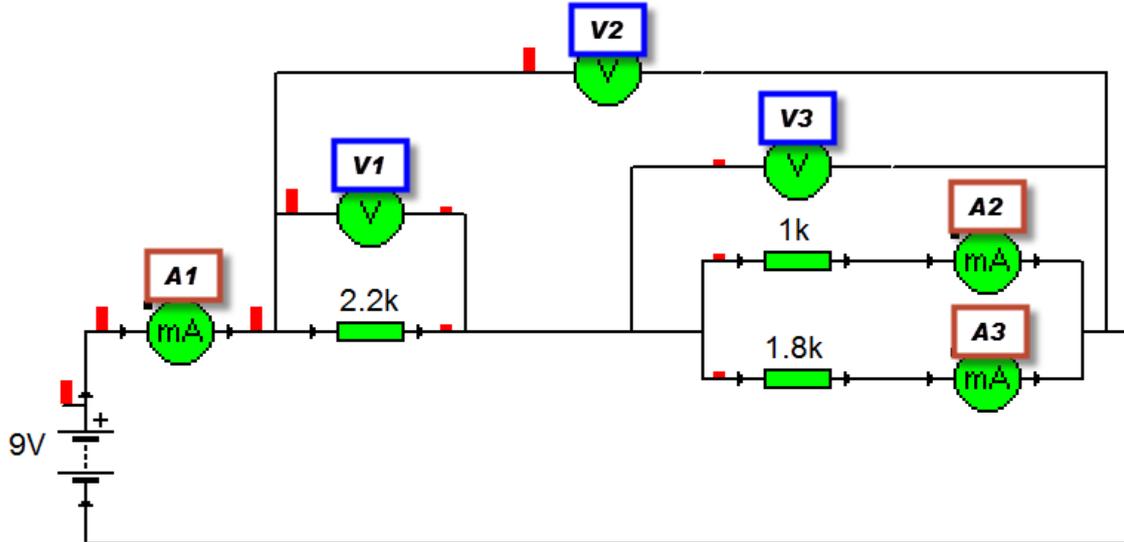
---

---

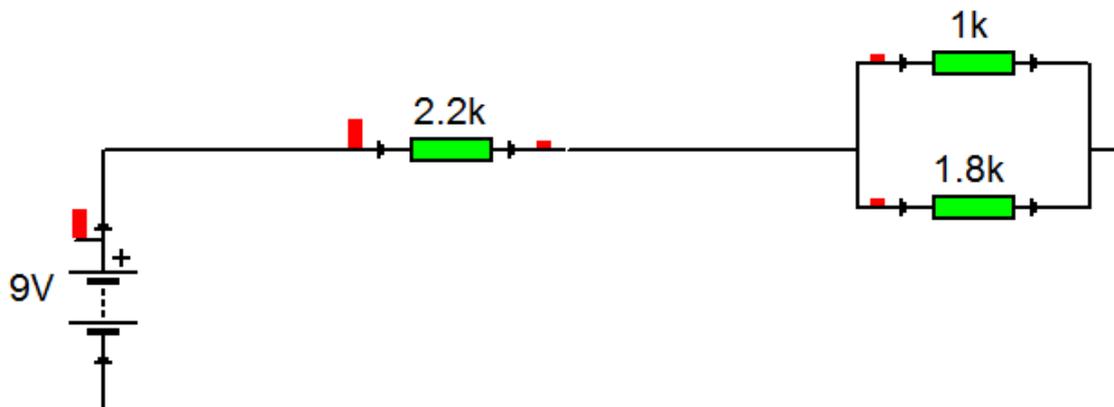
---

*Práctica 6. Construir, medir y razonar con un circuito mixto*

- Venga Tula, vamos a construir el siguiente circuito.



Parece complicado pero porque hemos puesto todos los voltímetros y amperímetros dónde quiero que midas. En realidad es así de simple:



- ¿Lo has construido ya?

- \_\_\_\_\_

Venga pues ahora coge el polímetro y mira a ver qué medirían los siguientes voltímetros.

	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>			
Valor						
Unidades						

- ¿Lo has medido ya?

\_\_\_\_\_

- Explica que significa los datos que acabas de obtener. ¿Por qué son así? Explícalo basándote en la definición de tensión o caída de tensión.

---

---

---

---

No se te olvide comparar a V2 con V1 y V3 juntos. ¿Por qué pasa eso?

---

---

---

---

---

Venga pues ahora vuelve a coger el polímetro y mira a ver qué medirían los siguientes amperímetros.

				A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Valor						
Unidades						

- ¿Lo has medido ya?

---

---

---

---

---

- ¿Explica que significa el resultado de A1? ¿Qué nos indica ese dato?

- ¿Explica que significa el resultado de A1 comparándolo con A2 y A3 juntos? ¿Por qué pasa eso? Explícalo basándote en la definición de la intensidad.

---

---

---

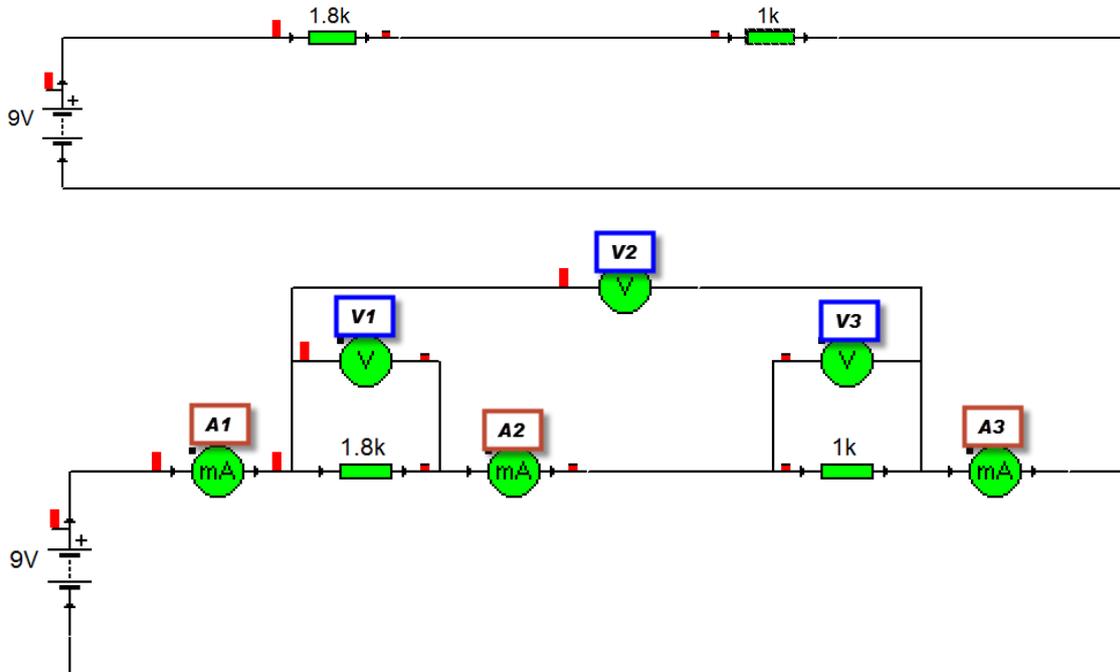
---

---

*Práctica 7. Calcular las magnitudes eléctricas en un circuito en serie*

---

4). - Venga Tula, vamos a calcular el siguiente circuito (el mismo que hicimos en la práctica



- Calcula la resistencia total. Resistencia total = \_\_\_\_\_ No se te olvide poner las unidades.

Espacio para cálculos:

---

- Ahora calcula la Intensidad total del circuito:

Espacio para cálculos:

¿qué te da? \_\_\_\_\_ No se te olvide poner las unidades.

-Compárala ahora con cualquiera de las intensidades que mediste en práctica 4.

---

---

- Calcula la caída de tensión que hay en cada una de las resistencias.

Espacio para cálculos:

$V_{1,8} = \underline{\hspace{2cm}}$        $V_1 = \underline{\hspace{2cm}}$  No se te olvide poner las unidades.

Compáralas las dos juntas con la tensión total del circuito.

---

---

---

-Compáralas con la  $V_1$ ,  $V_2$  y  $V_3$  que mediste en su día, en la práctica 4.

---

---

---

---

---

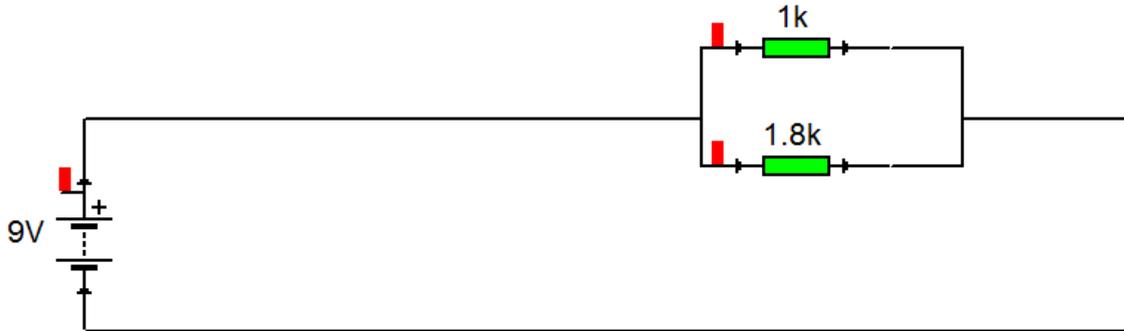
- ¿Qué conclusiones sacas de esto?

---

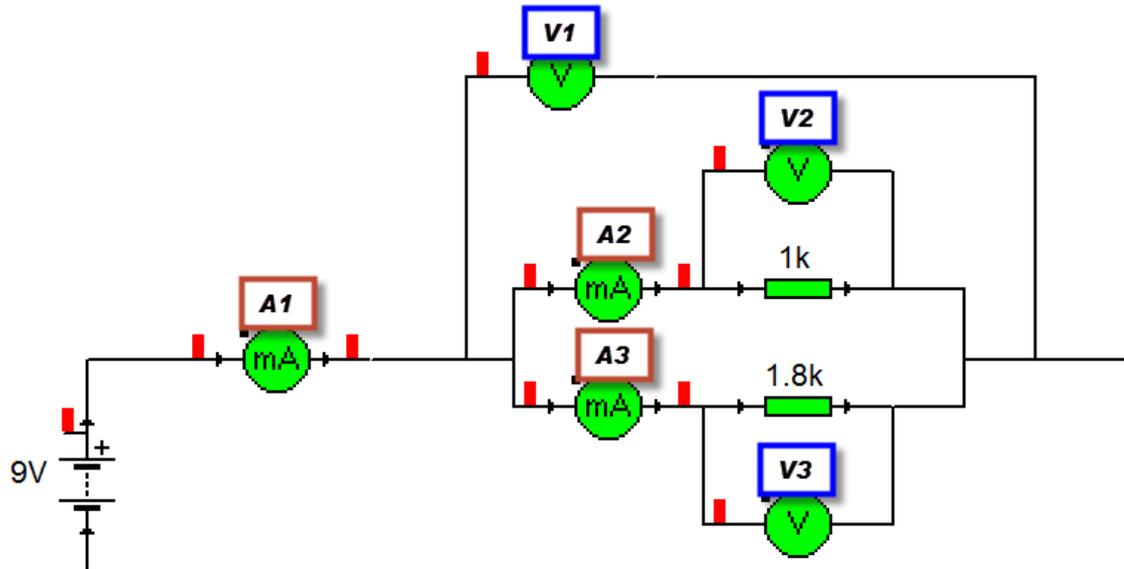
---

*Práctica 8. Calcular magnitudes eléctricas en un circuito en paralelo*

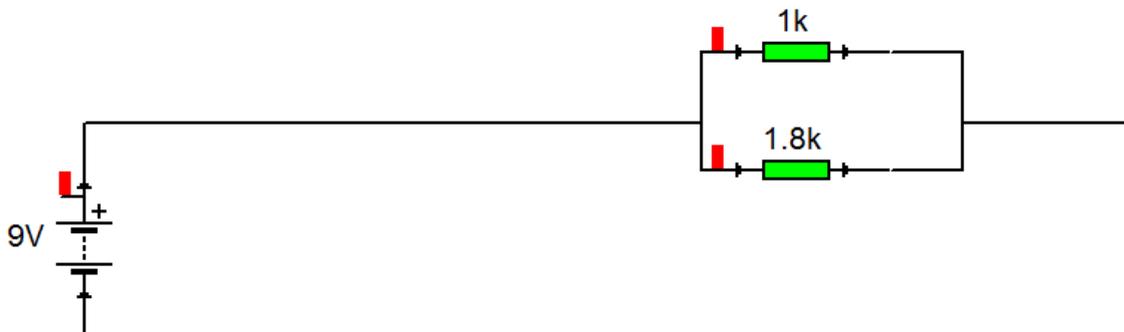
- Venga Tula, vamos a calcular el siguiente circuito. Es el mismo que construiste en la práctica 5.



Si recuerdas en aquella práctica tenías que medir todos estos puntos:



Ahora vamos a calcularlos y para ello volvemos al primer esquema que se ve todo más simple:



- ¿Cuántas resistencias hay? \_\_\_\_

- ¿Cómo están conectadas entre sí? \_\_\_\_\_

- ¿Te acuerdas de la fórmula que tienes que usar? Pues venga. Intenta calcular la Resistencia total de las dos.

Espacio para cálculos:

Resistencia total del paralelo: \_\_\_\_\_ No se te olvide poner las unidades.

Ahora compárala con cualquiera de las V que mediste en la que mediste en la práctica 5.

---

---

---

¿Qué opinas? ¿Qué conclusión sacas?

---

---

---

Ahora haya la Intensidad total del circuito:

Espacio para cálculos:

Intensidad total del paralelo: \_\_\_\_\_ No se te olvide poner las unidades.

Ahora compárala con la Intensidad Total que mediste en la práctica 5 (la A1).

---

---

---

¿Qué opinas? ¿Qué conclusión sacas? ¿Hay diferencia entre la medición y el cálculo? ¿Por qué?

---

---

---

- Ahora calcula la intensidad que circula por cada una de las resistencias.

Espacio para cálculos:

$I_{1,8} = \underline{\hspace{2cm}}$        $I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$  No se te olvide poner las unidades.

Compáralas las dos juntas con la intensidad total del circuito.

---

---

---

-Compara la A2 de la práctica 5 con la  $I_1$  que acabas de calcular.

---

---

---

---

-Por último compara la A3 de la práctica 5 con la  $I_{1,8}$  que acabas de calcular.

---

---

---

---

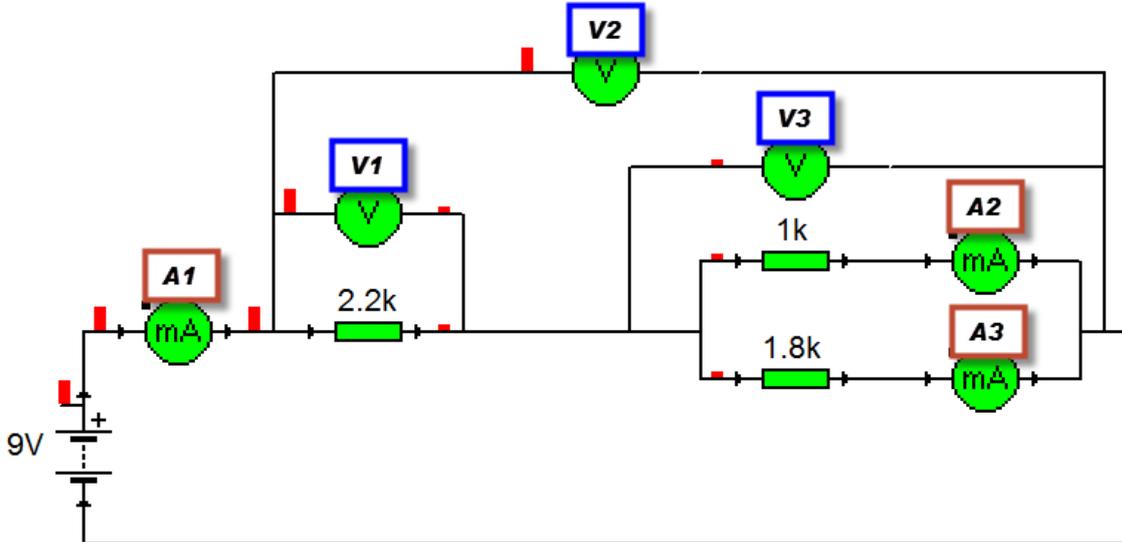
- ¿Qué conclusiones sacas de esto?

---

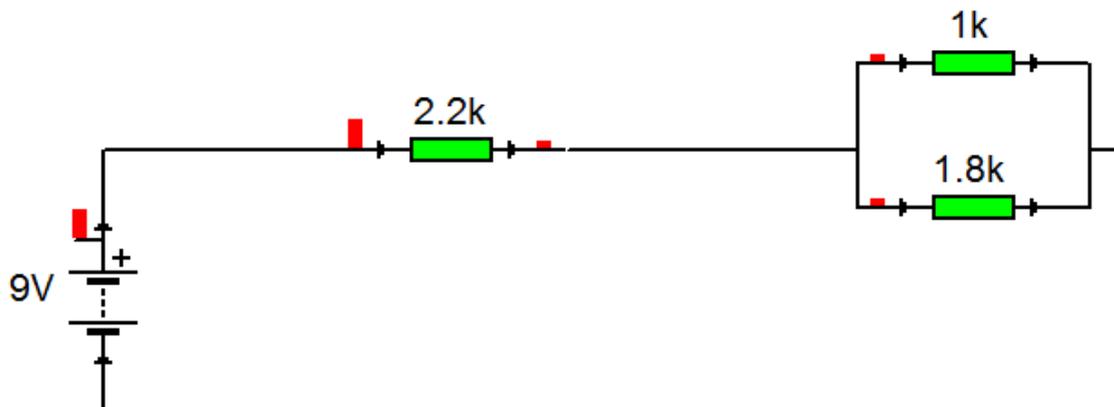
---

*Práctica 9. Cálculo de magnitudes eléctricas en un circuito mixto.*

- ¿Te acuerdas de este circuito? Es el que hicimos en la práctica 6.



Vamos a calcularlo. Así que lo dejamos mejor así, que solo se vean las resistencias para que parezca más simple. Aunque vamos a calcular todo lo que pone en el anterior.



- Lo primero es calcular la resistencia total del paralelo. ¡Vamos a allá!

Espacio para cálculos:

Resistencia total del paralelo: \_\_\_\_\_ No se te olvide poner las unidades.

-Ahora ¿Qué tienes que hacer?

---

---

¿Es esa la resistencia total del circuito?

---

---

- Pues venga, súmale la resistencia que hay en serie

Espacio para cálculos:

Resistencia total del circuito: \_\_\_\_\_ No se te olvide poner las unidades.

- Si tenemos la resistencia total y la tensión total... ¿Qué podemos calcular ahora?

---

- Pues venga vamos.

Espacio para cálculos:

Intensidad total del circuito: \_\_\_\_\_ No se te olvide poner las unidades.

Y ahora a por las caídas de tensión.

Espacio para cálculos:



---

*Práctica 10. Potencia y energía en la factura de la luz*

---

- Bueno chic@s. Espero que os haya gustado el paseo por el colegio (igual que el que dio Crusoe con los niños en el edificio Pandora). A ahora espero que os fijéis o miréis de otra manera los cables, interruptores y en general la instalación eléctrica de cada vivienda. Para sobrevivir en un mundo posapocalíptico os será de gran ayuda. Para ello quiero que te quedes con un pequeño resumen:

1.- ¿Qué es un PIA?

2.- ¿Qué es un diferencial?

3.- ¿Qué es una caja de derivación?

4.- ¿Qué es un cuadro eléctrico?

5.- ¿En qué se mide la electricidad que consumimos en casa?

Fotocopia o imprime y pega la factura:

¿En qué se mide la electricidad que has consumido?

¿Cuánto es?

¿Cuánta electricidad puedes consumir por unidad de tiempo como máximo?

¿En qué unidades se mide?

¿Qué pasa si te pasas de esa potencia?

Opinión/discusión/conclusión de la práctica:

---

### Práctica 11. Simular circuitos en serie

---

- Hola Tula. En la práctica 4,5 y 6 medisteis unos circuitos. Esos mismos circuitos en la 7, 8 y 9 los calculasteis. En la 10 te enseñé a utilizar el simulador. Ahora quiero que cojas el circuito que medistes en la 4 y calculaste en la 7 y lo simules aquí. Recuerda que en la práctica que debes entregar deben aparecer capturas de pantalla de tu circuito simulado.



Ilustración 1. Tecla Print

Esa tecla hará que en el ordenador copie lo que se ve en ese momento en la pantalla del ordenador. Después abre el Paint y pégalo (persiona Ctrl V). Una vez en el Paint recorta la parte en dónde sale la simulación (presiona selección, ilustración 2) y pégala en una hoja Word.

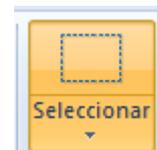
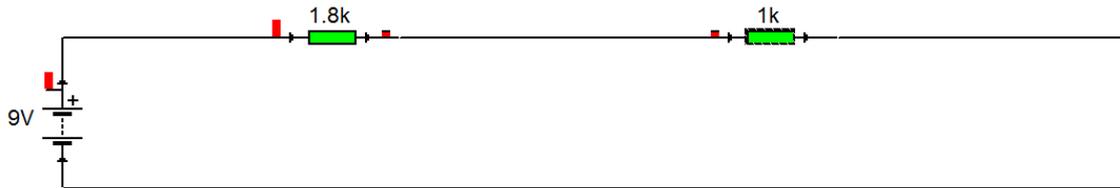


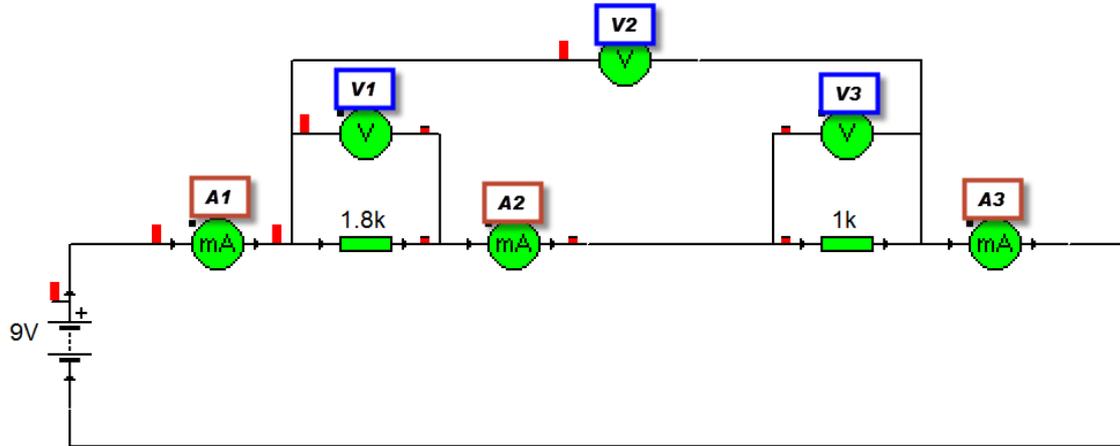
Ilustración 2. Función seleccionar de Paint

Haz esto con todos los circuitos que te de tiempo a hacer y luego mándate el archivo word con todas las imágenes a tu email para poder imprimirlo en tu cada y adjuntarlo a las prácticas.

- El circuito en cuestión que vamos a hacer es el de la práctica 4:



Lo que tienes que medir se ve aquí:



Rellena esta tabla con los datos medidos en la práctica 4:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3
Valor						
Unidades						

R= Es la resistencia total de las que están en paralelo.

R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

Rellena esta tabla con los datos calculados en la práctica 7:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3	Rtotal
Valor							
Unidades							

R= Es la resistencia total de las que están en paralelo.

R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

Rellena esta tabla con los datos que ves en el simulador:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3
Valor						
Unidades						

R= Es la resistencia total de las que están en paralelo.

R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

Pega el circuito simulado aquí:



## Práctica 12. Simular circuitos en paralelo

- Hola Tula. En la práctica 4,5 y 6 medisteis unos circuitos. Esos mismos circuitos en la 7, 8 y 9 los calculasteis. En la 10 te enseñé a utilizar el simulador. Ahora quiero que cojas el circuito que mediste en la 5 y calculaste en la 8 y lo simules aquí. Recuerda que en la práctica que debes entregar deben aparecer capturas de pantalla de tu circuito simulado.



Ilustración 3. Tecla Print

Esa tecla hará que en el ordenador copie lo que se ve en ese momento en la pantalla del ordenador. Después abre el Paint y pégalo (persiona Ctrl V). Una vez en el Paint recorta la parte en dónde sale la simulación (presiona selección, ilustración 2) y pégala en una hoja Word.

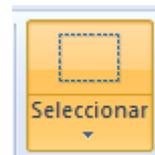
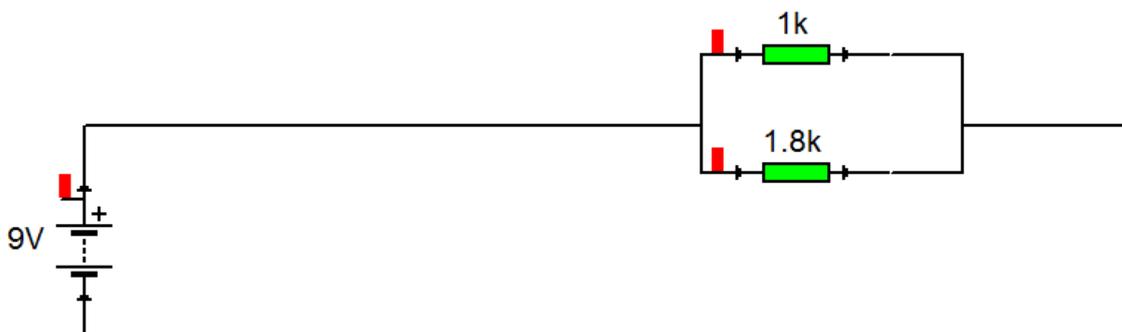


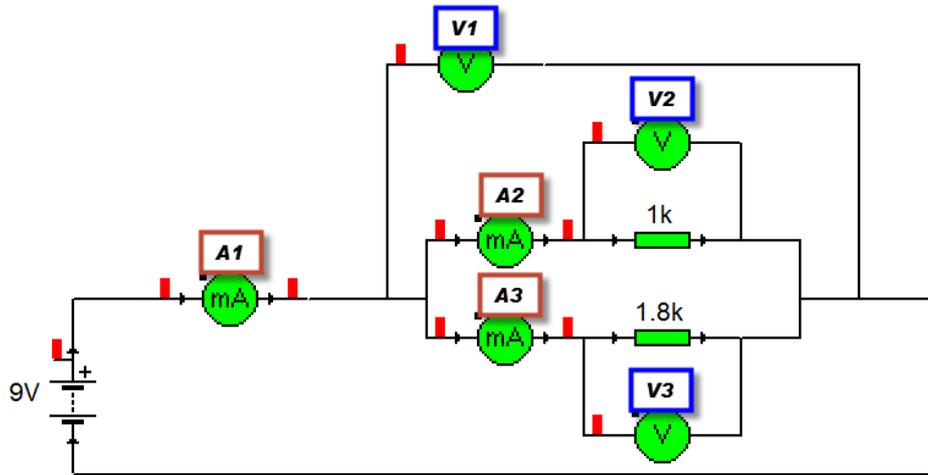
Ilustración 4. Función seleccionar de Paint

Haz esto con todos los circuitos que te de tiempo a hacer y luego mándate el archivo word con todas las imágenes a tu email para poder imprimirlo en tu cada y adjuntarlo a las prácticas.

- El circuito en cuestión que vamos a hacer es el de la práctica 4:



Lo que tienes que medir se ve aquí:



Rellena esta tabla con los datos medidos en la práctica 5:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3
Valor						
Unidades						

R- Es la resistencia total de las que están en paralelo.  
 R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

Rellena esta tabla con los datos calculados en la práctica 8:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3	Rtotal
Valor							
Unidades							

R- Es la resistencia total de las que están en paralelo.  
 R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

Rellena esta tabla con los datos que ves en el simulador:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3
Valor						
Unidades						

R- Es la resistencia total de las que están en paralelo.  
 R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

Pega el circuito simulado aquí:

### Práctica 13. Simular circuitos mixtos

- Hola Tula. En la práctica 4,5 y 6 medisteis unos circuitos. Esos mismos circuitos en la 7, 8 y 9 los calculasteis. En la 10 te enseñé a utilizar el simulador. Ahora quiero que cojas el circuito que medistes en la 6 y calculaste en la 9 y lo simules aquí. Recuerda que en la práctica que debes entregar deben aparecer capturas de pantalla de tu circuito simulado.



Ilustración 5. Tecla Print

Esa tecla hará que en el ordenador copie lo que se ve en ese momento en la pantalla del ordenador. Después abre el Paint y pégalo (persiona Ctrl V). Una vez en el Paint recorta la parte en dónde sale la simulación (presiona selección, ilustración 2) y pégala en una hoja Word.

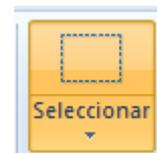
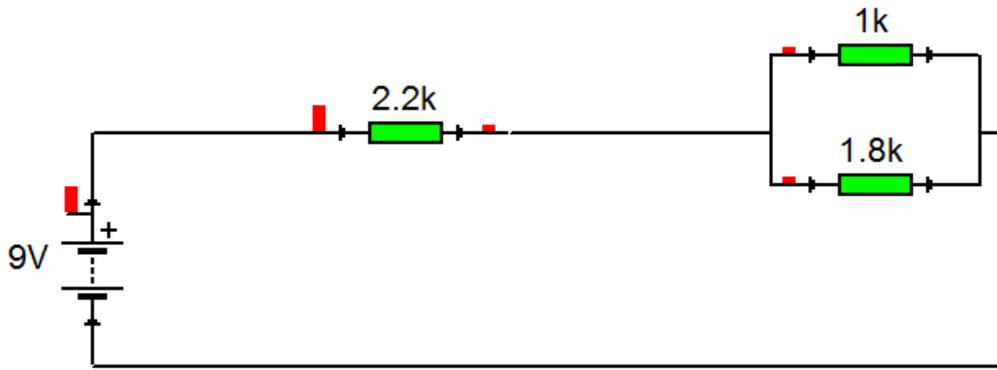


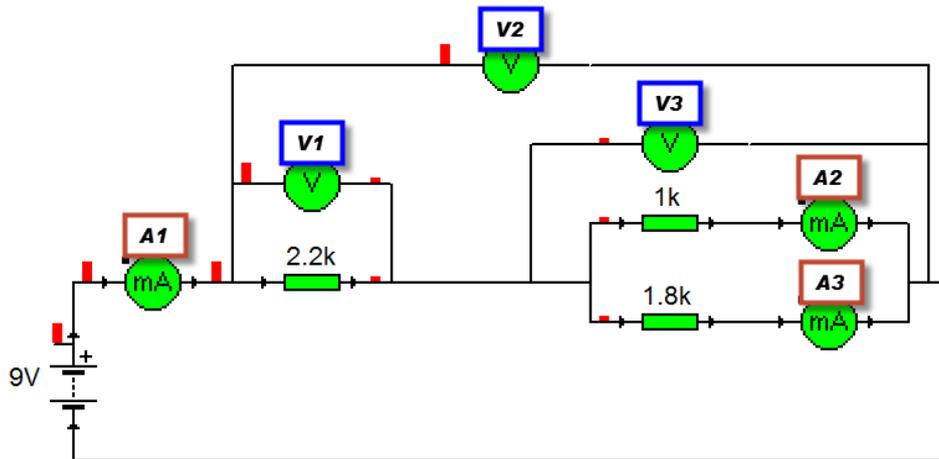
Ilustración 6. Función seleccionar de Paint

Haz esto con todos los circuitos que te de tiempo a hacer y luego mándate el archivo word con todas las imágenes a tu email para poder imprimirlo en tu cada y adjuntarlo a las prácticas.

- El circuito en cuestión que vamos a hacer es el de la práctica 6:



Lo que tienes que medir se ve aquí:



Rellena esta tabla con los datos medidos en la práctica 6:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3
Valor						
Unidades						

R<sub>p</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo.  
 R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

Rellena esta tabla con los datos calculados en la práctica 9:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3	Rtotal
Valor							
Unidades							

R<sub>p</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo.  
 R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

Rellena esta tabla con los datos que ves en el simulador:

	A1	A2	A3	V1	V2	V3
Valor						
Unidades						

R<sub>p</sub> Es la resistencia total de las que están en paralelo.  
 R<sub>t</sub> Es la resistencia total del circuito

Pega el circuito simulado aquí:

## Anexo 2. Instrumento de recogida de información

### Pretest

#### 1.- Noticias de prensa

##### Grupo IBERDROLA

CURENERGÍA COMERCIALIZADOR DE ÚLTIMO RECURSO S.A.U.  
CIF A-95554630  
Domicilio social: Plaza Euskadi 5, 48009 Bilbao

##### IMPORTE FACTURA: 98,93 €

Nº Factura: 09200904010136538 emitida el 4 de agosto de 2020  
Periodo de consumo: 30 de junio de 2020 a 2 de agosto de 2020  
Fecha de cargo: 12 de agosto de 2020  
Bono social válido hasta: 9 de mayo de 2030  
Referencia del contrato de suministro: 669805658

##### RESUMEN

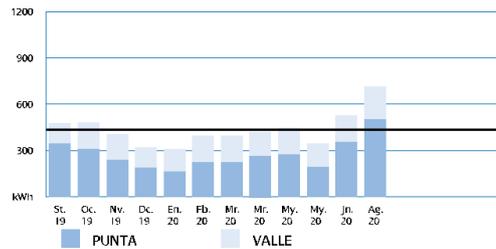
Por potencia contratada	25,70 €
Por energía consumida	65,71 €
Descuento por bono social	-15,03 €
Impuesto electricidad	3,91 €
Alquiler equipos medida y control	1,47 €
IVA	21% s/81,76 € 17,17 €

**TOTAL IMPORTE FACTURA: 98,93 €**

##### INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

	Consumo en el periodo Verano (°)	
	Consumo en el periodo punta 13h-23h	Consumo en el periodo valle 23h-13h
Lectura anterior: real (30 de junio de 2020)	015057 kWh	009885 kWh
Lectura actual: real (2 de agosto de 2020)	015559 kWh	010096 kWh
Consumo en el periodo	502 kWh	211 kWh

##### EVOLUCIÓN DE CONSUMO



Tras leer la siguiente factura de la luz. Contesta a las siguientes cuestiones.

¿Qué indican los kWh (kilovatiohora)? ¿Miden potencia o energía?

---



---



---

¿Qué diferencia hay entre potencia y energía?

---



---



---

En casa siempre estamos conectados a 230 voltios. ¿Todos consumimos la misma potencia?

---



---



---

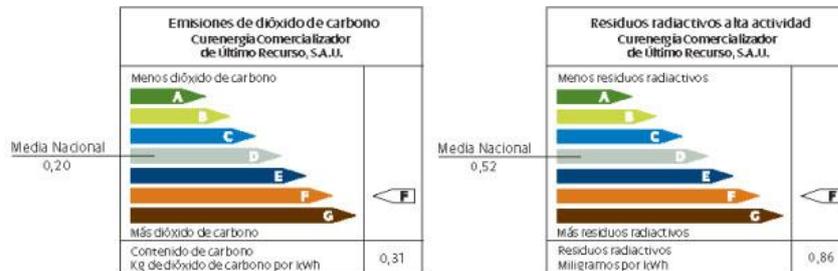


Origi  
Renov  
Coge  
Alta E  
Coge  
CC G  
Carb  
Fuel,  
Nucl  
Otra:

El Sistema eléctrico nacional ha importado un 2,6% de producción neta total.

**Impacto medioambiental**

El impacto ambiental de su electricidad depende de las fuentes energéticas utiliz. En una escala de A a G donde A indica el mínimo impacto ambiental y G el máximo, corresponde al nivel D, la energía comercializada por Curenergía tiene los siguien



Después de ver esta parte de la factura. ¿Qué opinas de la empresa que te vende la electricidad?

---



---



---



---

2.- Fenómenos cotidianos.

Para cargar una tablet, por ejemplo, ¿lo conectamos directamente a los 230 voltios de la vivienda? Explica tu respuesta

---



---



---



---

Si todos tenemos 230v en casa, ¿a todos nos cobran lo mismo? ¿Nos cobran por los w, los v, los amperios o los w x h?

---



---



---

### 3.- Literatura y práctica

Lee la siguiente parte inédita de *El Mundo de Pandora* y continúa el diálogo como si fueras Crusoe.

- ¡Tula! ¡Tula! -llegó gritando Crusoe.- Hemos conseguido crear un aerogenerador. He medido los bornes y da 230v.

- ¡Genial! ¿Eso quiere decir que podremos conectar todo lo que queramos como en una casa de verdad?

- \_\_\_\_\_ . Eso quiere decir que

---

---

---

---

Imagina que estás en un mundo destruido y que has conseguido esta pila, los siguientes 3 LEDs y las siguientes resistencias. Realiza el circuito que más te convenga para que puedas tener los 3 LEDs encendidos durante más tiempo posible sin que haya peligro de que se fundan, ya que en un mundo destruido serían muy valiosos. Usa solo lo que creas necesario.

¿Ha conseguido encender los tres?

Ninguno	Solo uno	Los dos	Los tres
---------	----------	---------	----------

¿Lo has construido en serie o en paralelo?

Serie	Paralelo
-------	----------

¿Por qué lo has construido de esa manera?

---

---

---

La pila está medio borrosa y no sabemos de cuánta tensión es, mide, tensión, intensidad y resistencia del circuito.

V=

I=

R<sub>total</sub>=

Postest

1.- Noticias de prensa

Grupo IBERDROLA

CURENERGÍA COMERCIALIZADOR DE ÚLTIMO RECURSO S.A.U.  
CIF A-95554630  
Domicilio social: Plaza Euskadi 5, 48009 Bilbao

**IMPORTE FACTURA: 104,37 €**

Nº Factura: 09200902010134234 emitida el 2 de septiembre de 2020  
Periodo de consumo: 2 de agosto de 2020 a 31 de agosto de 2020  
Fecha de cargo: 10 de septiembre de 2020  
Bono social válido hasta: 9 de mayo de 2030  
Referencia del contrato de suministro: 669805658

RESUMEN

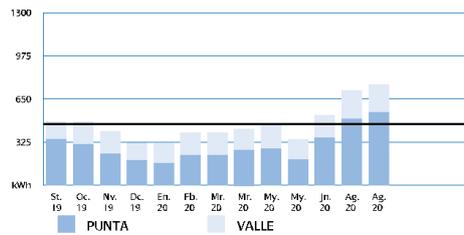
Por potencia contratada	22,59 €
Por energía consumida	71,73 €
Descuento por bono social	-13,48 €
Impuesto electricidad	4,13 €
Alquiler equipos medida y control	1,29 €
IVA	21% s/86,26 € 18,11 €

**TOTAL IMPORTE FACTURA: 104,37 €**

INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

	Consumo en el periodo punta	Consumo en el periodo valle
Verano (°)	13h-23h	23h-13h
Lectura anterior: real (2 de agosto de 2020)	015559 kWh	010096 kWh
Lectura actual: real (31 de agosto de 2020)	016107 kWh	010299 kWh
Consumo en el periodo	548 kWh	203 kWh

EVOLUCIÓN DE CONSUMO



Tras leer la siguiente factura de la luz. Contesta a las siguientes cuestiones.

¿Qué indican los kWh (kilovatiohora)? ¿Miden potencia o energía?

---



---



---

¿Qué diferencia hay entre potencia y energía?

---



---



---

En casa siempre estamos conectados a 230 voltios. ¿Todos consumimos la misma potencia?

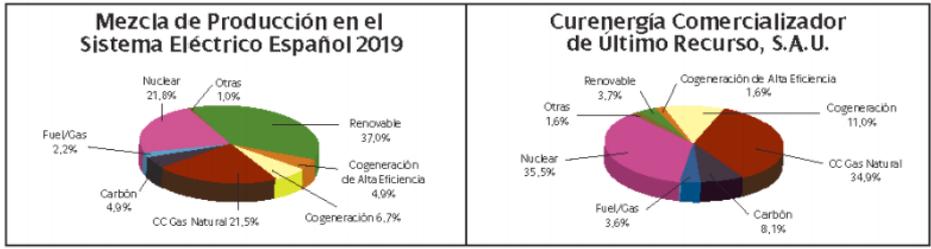
---



---



---

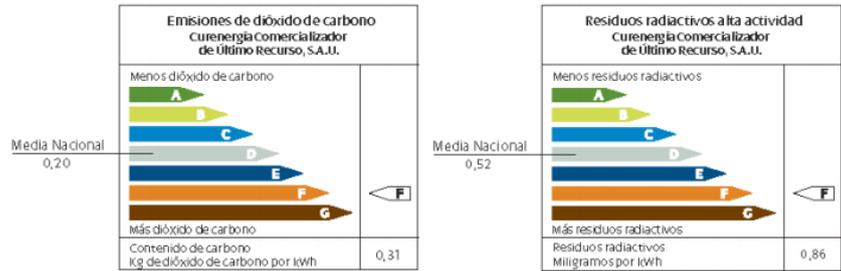


Orig:  
Renc  
Coge  
Alta l  
Coge  
CC G  
Carb  
Fuel,  
Nuck  
Otra:

El Sistema eléctrico nacional ha importado un 2,6% de producción neta total.

**Impacto medioambiental**

El impacto ambiental de su electricidad depende de las fuentes energéticas utiliz. En una escala de A a G donde A indica el mínimo impacto ambiental y G el máximo corresponde al nivel D, la energía comercializada por Curenergía tiene los siguientes



Después de ver esta parte de la factura. ¿Qué opinas de la empresa que te vende la electricidad? ¿Cómo sería en Pandora? ¿Por qué?

---



---



---



---

2.- Fenómenos cotidianos.

Para cargar un móvil, por ejemplo, ¿lo conectamos directamente a los 230 voltios de la vivienda? Explica tu respuesta

---



---



---



---

Si todos tenemos 230v en casa, ¿a todos nos cobran lo mismo? ¿Nos cobran por los w, los v, los amperios o los w x h?

---



---



---

3.- Literatura y práctica

Lee la siguiente parte inédita de *El Mundo de Pandora* y continúa el diálogo como si fueras Crusoe.

- ¡Tula! ¡Tula! -llegó gritando Crusoe.- Hemos conseguido crear un aerogenerador. He medido los bornes y da 230v.

- ¡Genial! ¿Eso quiere decir que podremos conectar todo lo que queramos como en una casa de verdad?

- \_\_\_\_\_ . Eso quiere decir que

---



---



---



---

Imagina que estás en un mundo destruido y que has conseguido esta pila, los siguientes 3 LEDs y las siguientes resistencias. Realiza el circuito que más te convenga para que puedas tener los 3 LEDs encendidos durante más tiempo posible sin que haya peligro de que se fundan, ya que en un mundo destruido serían muy valiosos. Usa solo lo que creas necesario.

¿Ha conseguido encender los tres?

Ninguno	Solo uno	Los dos	Los tres
---------	----------	---------	----------

¿Lo has construido en serie o en paralelo?

Serie	Paralelo
-------	----------

¿Por qué lo has construido de esa manera?

---



---



---

La pila está medio borrosa y no sabemos de cuánta tensión es, mide, tensión, intensidad y resistencia del circuito.

V=

I=

R<sub>total</sub>=