



**Universidad de Valladolid**

**TRABAJO FIN DE MASTER**

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

**Especialidad de Tecnología e Informática**

**Construcción de circuitos de bajo  
coste, que permitan sensorizar  
móviles para utilizarlos como  
instrumentos de medida.**

**Construction of low-cost circuits  
that enable mobile devices to  
work as a sensor for use as  
measuring instruments.**

Autor:

**D. David Ugarte Castro**

Tutor:

**Dña. Carmen Hernández Díez y  
Dr. Manuel Ángel González Delgado**

*Valladolid, 27 de Diciembre de 2016*



## RESUMEN

Este trabajo se centra en el diseño de actividades interdisciplinarias, eminentemente prácticas y donde los smartphones de los propios alumnos sean los principales protagonistas. Estas actividades se diseñan con el objetivo de que sean de bajo coste y se relacionen con las ramas de Tecnología, Física y Matemáticas. En esta memoria, no se olvida una justificación desde el punto de vista educativo, incidiendo en la necesidad de su introducción en el aula, en los beneficios educativos que pueden otorgar y en la relación que tengan con los contenidos curriculares establecidos.

El presente trabajo está compuesto por el diseño de dos actividades específicas: *Emisor-Receptor de Infrarrojos* y *Fotorresistor*. En ellas, los alumnos construirán circuitos eléctricos que se acoplen a sus propios teléfonos móviles a través de la conexión de audio. Mediante una aplicación, los usarán como instrumento de medida en una serie de experimentos prácticos propuestos donde se pretende hacer cálculos tales como: la aceleración de la gravedad, la velocidad de un objeto en movimiento, la constante de un muelle o los datos estadísticos de paso de personas.

## ABSTRACT

This work focuses on the design of interdisciplinary activities, eminently practical and where the smartphones of the students are the main themes. These activities are designed with the objective of being low cost and being related to the branches of Technology, Physics and Mathematics. In this report, doesn't forget the justification from an educational point of view, influencing in the need for its introduction into the classroom, in the educational benefits they can provide and in the relationship they have with the established curriculum contents.

The present work is composed by the design of two specific activities: *Infrared Transmitter- Receiver* and *Photoresistor*. In them, the students will construct electric circuits which link to their own mobile phones across the audio connection. By an application, they will use them as instrument of measure in a series of practical proposed experiments where it is intended to do such calculations as: the gravity acceleration, the speed of an object in movement, the constant of a spring or the statistical information of passage of people.



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. ALCANCE DEL TRABAJO FIN DE MASTER.....</b>	<b>3</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN EDUCATIVA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. MARCO PEDAGÓGICO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. VALIDEZ DE CONCEPTOS.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. APLICACIÓN EN UN CENTRO DE ENSEÑANZA REAL .....</b>	<b>10</b>
<b>3. ACTIVIDAD I: EMISOR - RECEPTOR DE INFRARROJOS....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 MOTIVACIÓN DE LA ACTIVIDAD .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 RELACIÓN CON EL CURRÍCULO .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 CONCEPTOS PRELIMINARES.....</b>	<b>15</b>
3.3.1 LED de infrarrojos (IRLED) .....	15
3.3.2 Fototransistor .....	15
<b>3.4 DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO .....</b>	<b>16</b>
3.4.1 Materiales Necesarios.....	16
3.4.2 Precios del Diseño .....	20
3.4.3 Esquemas Eléctricos .....	20
<b>3.5 CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>23</b>
3.5.1 Circuito Emisor .....	23
3.5.2 Circuito Receptor.....	23
3.5.3 Circuito Conexionado a Smartphone.....	24
3.5.4 Comprobación de Funcionamiento.....	25
<b>3.6 EXPERIMENTO PRÁCTICO I: CÁLCULO DE LA VELOCIDAD INSTANTÁNEA DE UN ELEMENTO EN MOVIMIENTO.....</b>	<b>26</b>
3.6.1 Descripción del experimento .....	27
3.6.2 Prueba del experimento .....	28
3.6.3 Discusión del Experimento.....	28
<b>3.7 EXPERIMENTO PRÁCTICO II: CÁLCULO DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD MEDIANTE UN PÉNDULO SIMPLE .....</b>	<b>29</b>
3.7.1 Descripción del Experimento .....	29
3.7.2 Prueba del Experimento.....	31
3.7.3 Discusión del Experimento.....	32



<b>3.8</b>	<b><i>REFLEXIONES DE LA ACTIVIDAD</i></b> .....	<b>32</b>
3.8.1	Temporalidad y Agrupaciones de la Actividad .....	32
3.8.2	Dificultades Generales de la Actividad .....	33
3.8.3	Dificultades en la Construcción.....	35
3.8.4	Dificultades en los Experimentos .....	36
3.8.5	Valoración de la Actividad .....	37
<b>4.</b>	<b><i>ACTIVIDAD II: FOTORRESISTOR (LDR=LIGHT DEPENDANT RESISTOR)</i></b> .....	<b>39</b>
<b>4.1</b>	<b><i>MOTIVACIÓN DE LA ACTIVIDAD</i></b> .....	<b>39</b>
<b>4.2</b>	<b><i>RELACIÓN CON EL CURRÍCULO</i></b> .....	<b>40</b>
<b>4.3</b>	<b><i>CONCEPTOS PRELIMINARES</i></b> .....	<b>42</b>
4.3.1	Fotorresistencia (LDR) .....	42
<b>4.4</b>	<b><i>DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO</i></b> .....	<b>44</b>
4.4.1	Materiales Necesarios.....	44
4.4.2	Precios del Diseño .....	46
4.4.3	Esquemas Eléctricos .....	47
<b>4.5</b>	<b><i>CONSTRUCCIÓN</i></b> .....	<b>49</b>
4.5.1	Circuito Fotorresistor.....	49
4.5.2	Circuito Conexionado a Smartphone.....	49
4.5.3	Comprobación de Funcionamiento.....	50
<b>4.6</b>	<b><i>EXPERIMENTO PRÁCTICO III: CÁLCULO DE LA CONSTANTE DE UN MUELLE MEDIANTE OSCILACIONES.</i></b> .....	<b>51</b>
4.6.1	Descripción del Experimento .....	51
4.6.2	Prueba del Experimento.....	53
4.6.3	Discusión del Experimento.....	54
<b>4.7</b>	<b><i>EXPERIMENTO PRÁCTICO IV: CÁLCULO DE DATOS ESTADÍSTICOS AL PASO DE PERSONAS.</i></b> .....	<b>54</b>
4.7.1	Descripción del Experimento .....	55
4.7.2	Prueba del Experimento.....	57
4.7.3	Discusión del Experimento.....	58
<b>4.8</b>	<b><i>REFLEXIONES DE LA ACTIVIDAD</i></b> .....	<b>59</b>
4.8.1	Temporalidad y Agrupaciones de la Actividad .....	59
4.8.2	Dificultades Generales de la Actividad .....	60
4.8.3	Dificultades en la Construcción.....	61
4.8.4	Dificultades en los Experimentos .....	62
4.8.5	Valoración de la Actividad .....	64



<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>5.1. LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO.....</b>	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO I: CONEXIÓN DEL CABLE DE AUDIO JACK DE 3.5 MM</b>	
<b>72</b>	
<b>ANEXO II: CIENCIA MÓVIL - AUDIOTIME+.....</b>	<b>75</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

Es una realidad que las materias que componen el ámbito científico-técnico dentro de la Educación Secundaria son afines y se complementan entre sí. Esto es debido, no sólo a la relación entre ellas con el currículo establecido por los entes educativos, sino meramente por el vínculo entre sus teorías, sus leyes o sus acciones prácticas. Esta concordancia entre asignaturas o materias suele derivar en el concepto denominado **interdisciplinariedad**, conocido como: “*la cualidad de interdisciplinario (es decir, aquello que se lleva a cabo a partir de la puesta en práctica de varias disciplinas)*” (Wirtz, 1937).

Hoy en día se aplica este concepto de interdisciplinariedad en diferentes metodologías de aprendizaje como puede ser el **aprendizaje basado en proyectos**. En éste se plantea la elaboración de proyectos unificando materias como las matemáticas, física, química, tecnología, etc. para la consecución de diversos objetivos. Ciertos autores (Tippelt & Lindeman, 2001) establecen beneficios tales como que los aprendices toman sus propias decisiones y aprenden a actuar de forma independiente o que el aprendizaje se realiza de forma integral. Pero más allá de los grandes beneficios otorgados por el uso del método de proyectos, la propia integración de la interdisciplinariedad en la educación puede interconectar varias disciplinas y así ampliar las ventajas que cada una ofrece. Esto no sólo desde una aplicación teórica o práctica, sino también desde la **unificación de varios campos** en un mismo trabajo, ayudando así, a que los alumnos consigan asociar conceptos y obtengan una **educación integral** y no fragmentada.

Por otro lado, cada vez hay más círculos de expertos que hablan sobre el uso e introducción de los móviles o smartphones en las aulas (New Media Consortium (NMC) y Consortium for School Networking (CoSN), 2015). De aquí la llegada del denominado informe Horizon de 2015, el cual habla de la posible integración, en años venideros, de iniciativas como “**Trae tu Propio Dispositivo**” o BYOD (del inglés Bring Your Own Device). Esta iniciativa consiste en que los usuarios lleven consigo sus portátiles, teléfonos inteligentes o cualquier otro tipo de dispositivos móviles al entorno de aprendizaje o trabajo y conectarlo a la red del centro educativo. En el ámbito de la Enseñanza Secundaria, BYOD es considerado un movimiento no tanto centrado en los dispositivos en sí como en el contenido personalizado que los usuarios añaden en ellos, como es el caso de las aplicaciones para capturar pantallas, compartir contenido, tomar notas, crear presentaciones, etc.

Los beneficios que se pueden originar ante la introducción de dispositivos inteligentes dentro de las aulas van a ayudar tanto a alumnos como a docentes. Dicha afirmación está reflejada por la opinión de ciertos autores (Mocholí Real, 2016) donde establecen los siguientes beneficios:

- **Interfaz interactivo** que favorece el aprendizaje pudiendo ajustar los contenidos según requieran los resultados del alumno
- **Mayor entretenimiento** gracias a los procesos que pueden realizar este tipo de dispositivos.
- **Desarrollo de habilidades tecnológicas** propias de estos dispositivos.

- **Contenidos extra** a través de videos, audio
- **Monitorización más sencilla para el docente** de los avances y la realización de las tareas de los alumnos.

Estos beneficios mencionados hacen que el presente trabajo fin de Master adopte la **posición de que la introducción de dispositivos móviles en las aulas es productiva y beneficiosa** tanto para alumnos como para docentes.

Junto a la utilización del móvil en el aula, cabe destacar lo que se denomina **aprendizaje práctico** no siendo más que *el basado en experiencias significativas, es decir que el estudiante aprende cierto contenido a partir de su aplicación a una situación particular*. Existen multitud de trabajos que intentan advertir de las ventajas de trabajar desde la experiencia y la práctica (Alonso-Gordillo, 2013) con el fin de conseguir un aprendizaje significativo por parte de los alumnos.

Los tres conceptos descritos, *interdisciplinariedad, BYOD y aprendizaje práctico*, son necesarios para abordar la realización de este Trabajo Fin de Master, puesto que lo que se pretende es poner en acción a todos conjuntamente mediante la elaboración y desarrollo de contenidos didácticos para Educación Secundaria. Para ello, en este TFM, se van a desarrollar **dos actividades prácticas** para los alumnos de **4º de la ESO** que relacionen la asignatura de **Tecnología** con las **Matemáticas** y la **Física** y que tengan como protagonistas a los propios **móviles de los alumnos**. Estas actividades parten de la construcción de circuitos de bajo coste, a partir de los trabajos de (Forinash & Wisman, Photogate Timing with a Smartphone, 2015) y (Forinash & Wisman, Smartphones—Experiments with an External Thermistor Circuit, 2012). Estos circuitos de bajo coste se conectarán a los smartphones de los propios alumnos mediante la conexión de audio para crear sensores externos a estos dispositivos móviles. Estas construcciones estarán íntimamente ligadas al currículo de la asignatura de Tecnología teniendo muy en cuenta la necesidad de que los presupuestos de los diseños a elaborar sean del menor coste posible. A continuación se usarán aplicaciones de los móviles junto a los “sensores” construidos para utilizarlos como instrumentos de medida en diferentes experimentos prácticos. Dicha idea ha sido obtenida a partir de los estudios de (Marinho & Paulucci, 2016) y (Soares & Borcsik, 2016). Dichos experimentos prácticos, los cuales serán detallados al final de la descripción de cada actividad, estarán íntimamente ligados a las materias de Matemáticas y Física.

La primera de las actividades a desarrollar se va a centrar en la construcción de un **circuito Emisor – Receptor de Infrarrojos** que se utilizará como sensor de control de paso en diversos experimentos relacionados sobre todo con la materia de Física. La segunda de las actividades a elaborar va a basarse en la construcción de un **circuito Fotorresistor** que se usará como sensor lumínico y de paso en varios experimentos, esta vez relacionados tanto con la asignatura de Física como con la de Matemáticas.

## 1.1. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar la construcción de pequeños circuitos eléctricos que puedan ser usados como sensores externos a un dispositivo móvil y en sí puedan funcionar como instrumentos de medida en diferentes

experimentos prácticos relacionados con diferentes materias del curso de 4º de la ESO. Dentro de este gran objetivo se pueden identificar diversos objetivos secundarios:

- ✓ Realizar y documentar el diseño de los circuitos eléctricos de manera que tengan cierta coherencia y relación con el Currículo que regula los contenidos de Tecnología en 4º de la ESO, (BOCyL, 2015).
- ✓ Establecer presupuestos de bajo coste para la construcción de los circuitos eléctricos utilizados como sensores.
- ✓ Plantear y documentar experimentos prácticos ligados a las asignaturas de Matemáticas y Física utilizando los circuitos eléctricos desarrollados como instrumentos de medida.
- ✓ Establecer una relación entre los experimentos prácticos interdisciplinares elaborados con los Currículos que regulan los contenidos de Matemáticas y Física de 4º de la ESO, (BOCyL, 2015).
- ✓ Valorar las posibilidades de introducción de las actividades desarrolladas en un centro de enseñanza real mediante los recursos materiales de los que dispone.
- ✓ Utilizar con eficacia aplicaciones móviles específicas para la medida de variables calculadas por los “sensores” construidos

## 1.2. ALCANCE DEL TRABAJO FIN DE MASTER

Para completar esta introducción es necesario describir el alcance que va a ostentar el presente trabajo. Tras la conclusión de esta introducción comenzará la parte más importante, en lo que a educación se refiere, la **Justificación Educativa**. En esta parte, primero se situará el marco pedagógico que se va a establecer dentro de las actividades a desarrollar a lo largo del trabajo. A continuación, se tratará de dar validez a los conceptos de interdisciplinariedad, BYOD, y aprendizaje práctico desde el punto de vista de las ventajas y actitudes que puedan ofrecer estos conceptos dentro del entorno enseñanza-aprendizaje. Para finalizar esta justificación educativa se desarrollará una valoración, desde el punto de vista de recursos materiales, sobre la posibilidad de introducción de las actividades dentro de un centro educativo real.

La siguiente parte del TFM es el cuerpo del documento el cual estará compuesto por dos grandes epígrafes. El primero de ellos se trata de **Actividad I: Emisor-Receptor de Infrarrojos**. En él, para comenzar, se describirá la motivación de la realización de la actividad así como la relación que va a tener con el currículo establecido por Castilla y León. A continuación existirá la descripción de varios conceptos preliminares a tener en cuenta para poder pasar al diseño del circuito donde se documentarán los materiales que van a ser necesarios, sus precios, y los esquemas eléctricos necesarios para la construcción. Una vez visto el diseño del circuito eléctrico, se pasará a la descripción de la construcción del dispositivo eléctrico donde se documentará la construcción y se conectará a un smartphone para comprobar su correcto funcionamiento. Tras esto, y a modo de ejemplo de posibles usos en el aula, se detallarán las actividades prácticas interdisciplinares que van a ser realizadas con el dispositivo eléctrico diseñado. Para finalizar este epígrafe se realizará una reflexión



final de la actividad exponiendo las posibles agrupaciones, la temporalidad, las diversas dificultades así como una valoración subjetiva final.

Siguiendo con el cuerpo del documento continuamos con el segundo de sus epígrafes, **Actividad II: Fotorresistor (LDR=LIGHT DEPENDANT RESISTOR)**. En él se seguirá un esquema parecido al realizado en la actividad anterior, donde se comenzará con la descripción de la motivación de la realización de la actividad así como la relación que va a tener con el currículo establecido por Castilla y León. A continuación se pasará a la descripción de varios conceptos preliminares a tener en cuenta para poder comenzar al diseño del circuito donde se documentará tanto los materiales que van a ser necesarios, sus precios, como los esquemas eléctricos necesarios para la construcción. Ya visto el diseño del circuito eléctrico se pasará a la descripción de la construcción del dispositivo eléctrico donde se documentará la construcción y se conectará a un smartphone para comprobar su correcto funcionamiento. A modo de ejemplo de posibles usos en el aula, a continuación, se definirán las actividades prácticas interdisciplinares que van a ser realizadas gracias al dispositivo eléctrico diseñado, Por último, se realizará una reflexión final de la actividad explicando las posibles agrupaciones, la temporalidad, las diversas dificultades así como una valoración subjetiva final.

Para finalizar el documento se establecerán las conclusiones finales sobre todo el trabajo del documento disponiendo un apartado de posibles líneas futuras a estudiar. Dentro de este documento con su cuerpo y conclusiones existirán dos anexos donde se explicará tanto el modo de conexión de las clavijas de audio como las aplicaciones móviles utilizadas en los experimentos prácticos.

## 2. JUSTIFICACIÓN EDUCATIVA

En esta parte del documento se pretende realizar una justificación educativa de cómo se va a afrontar el desarrollo de las actividades prácticas que se van a exponer a lo largo de este trabajo. Primero, es necesario establecer un marco pedagógico para estas actividades, donde se expongan principios, conceptos, leyes o teorías que explican el acto educativo que se pretende realizar.

Una vez establecido el marco pedagógico, se intentará dar validez a los conceptos de *interdisciplinariedad*, *BYOD*, y *aprendizaje práctico*, los cuales van a estar presentes en las actividades prácticas que se van a describir. Todo ello va a ser reflejado desde las ventajas y actitudes que puedan ofrecer estos conceptos dentro del entorno enseñanza-aprendizaje que se pretende transmitir.

Para finalizar esta justificación educativa, también es necesaria una reflexión sobre si es posible la introducción de estas actividades prácticas dentro de un centro educativo real. Para ello se realizará una valoración subjetiva de los recursos materiales que disponga el centro educativo. Con ello se podrá valorar la posibilidad de introducción dentro de un centro educativo real de las actividades que se van a exponer en este trabajo.

### 2.1. MARCO PEDAGÓGICO

Como bien se ha expuesto anteriormente, es necesario establecer el marco pedagógico en el que se va a basar este trabajo. Es importante puesto que el componente pedagógico hace alusión a principios, conceptos, leyes o teorías que explican el acto educativo, que lo facilitan, lo posibilitan, lo orientan, lo experimentan, lo reflexionan y dinamizan para que el proceso Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación logre sus propósitos. El enfoque pedagógico más adecuado para el desarrollo de este TFM es el **constructivismo**.

En pedagogía se denomina constructivismo a una corriente que afirma que el conocimiento de todas las cosas es un proceso mental del individuo, que se desarrolla de manera interna conforme el individuo interactúa con su entorno. Esta corriente es una posición compartida por diferentes tendencias de la investigación psicológica y educativa. En ella las más importantes son:

- **Modelo de Desarrollo Cognitivo de Jean Piaget.** Este modelo está centrado en el alumno. Se reconoce que cada alumno posee características individuales, culturales y una experiencia de vida diferente, que debe ser considerada a la hora de aprender.
- **Teoría del Aprendizaje y Desarrollo Social de Lev S. Vygotsky.** Esta teoría se centra en la interacción social como medio para la obtención de un aprendizaje completo.
- **Modelo de Aprendizaje Significativo de David P. Ausubel.** Mantiene la postura de que el conocimiento previo del alumno será la base de los conocimientos nuevos. Sostuvo que para que el aprendizaje sea efectivo, debe ser necesario que

la información entregada sea significativa para el que estudia, por tanto será la comprensión de contenidos lo que garantizará que se produzca el aprendizaje.

El modelo constructivista se fundamenta en unos supuestos, así como, en unos principios psicopedagógicos, metodológicos y de acción educativa. El presente trabajo se va a basar en dichos principios y supuestos, los cuales se desglosan a continuación en una serie de apartados:

- **Supuestos que brinda el modelo constructivista:**

- El conocimiento es una actividad adaptativa, estructuradora y organizadora. No es una copia de la realidad, sino un proceso dinámico e interactivo.
- El sujeto activo va desarrollando sus capacidades, interactúa, asimila, incorpora nuevos conocimientos, acomodándolos a los nuevos esquemas mentales que elabora.
- La realidad es conocida a través de los mecanismos internos de cada sujeto.
- Las representaciones mentales son nuestros modelos interiorizados de la realidad. Son una forma de sintetizar y organizar las ideas en nuestra mente.

- **Principios constructivistas de la acción educativa:**

- Individualización.
- Actividad intelectual del alumno.
- Autonomía.
- Respeto a la diversidad.
- Seguimiento del proceso de construcción de los conocimientos.
- Atención a los conocimientos previos del alumno.
- Establecer todo tipo de relaciones entre los contenidos.
- Formular preguntas.
- Globalización de los aprendizajes, aprendizaje significativo.
- Crear un clima de empatía, respeto, aceptación mutua y ayuda
- Planificar, controlar y reformular objetivos.
- Posibilidad de generalizar y transferir los conocimientos a otros contextos.

- **Principios psicopedagógicos del modelo constructivista:**

- Partir del nivel de desarrollo del alumno
- Construir aprendizaje significativo
- Capacidad del alumno de aprender a aprender por sí mismo
- Modificación de los esquemas de conocimiento
- Integrar los nuevos conocimientos con los esquemas previos

- **Principios Metodológicos del modelo constructivista:**

- Detectar los conocimientos previos.
- Seleccionar los contenidos relacionados entre sí. Desarrollar capacidades.
- Dar contenidos de interés para el alumno. Seguir un plan que dé autonomía. Actividades de adiestramiento y desarrollo.
- Relacionar los conceptos previos y los aprendidos.
- Esquemas conceptuales adecuados a la edad: habilidades y actitudes.

Con los principios y supuestos antes mencionados se puede, por lo tanto, establecer un marco pedagógico que sienta las bases de las actividades prácticas que se van a desarrollar a lo largo de este Trabajo Fin de Master.

## 2.2. VALIDEZ DE CONCEPTOS

Con el fomento de la interdisciplinariedad en educación, ya en los últimos años, se aprecian avances en el desarrollo del currículo. Dichos avances son patentes en el establecimiento de nexos entre las disciplinas para estimular un aprendizaje significativo y relevante de los alumnos, en la medida en que se trata de revelar la significación social de los contenidos y la relación que existe entre los sistemas de conocimientos y habilidades de unas y otras. Sin embargo no se descartan dificultades como las siguientes:

- Las situaciones de aprendizaje que se proponen a los alumnos no siempre motivan suficientemente a los mismos, ni comprometen su trabajo intelectual hasta el punto de dejar una huella tanto en el plano de sus conocimientos, como en el de sus procesos de pensamiento y modos de actuación.
- Las tareas que se plantean generalmente son cerradas, no repercuten en los sistemas de clases de varias asignaturas, y pocas veces exigen que los alumnos trabajen de forma grupal, o propician que estos se comuniquen, se planteen interrogantes y conjeturas y confronten sus puntos de vista.
- No se aprovechan al máximo los conocimientos previos, vivencias y experiencias que los alumnos pueden obtener a través de revistas y periódicos, la comunidad o las actividades experimentales que realizan, limitándose de esta forma el número y la calidad de las fuentes que se consultan.

Por lo tanto tienen que existir un *conjunto de condiciones o actitudes* para que sea *posible la interdisciplinariedad como práctica educativa* que es a lo que se pretende dar validez y argumentar en esta parte del trabajo. Ciertos autores (Ander-Egg, 1994) afirman la existencia de ese conjunto de condiciones que con su aplicación harían posible la interdisciplinariedad en el ámbito educativo. Dichas condiciones son las siguientes:

- ✓ Que cada profesor participante tenga una buena formación en su disciplina.
- ✓ Que todos los docentes tengan un real interés para llevar a cabo una tarea interdisciplinaria, y no tan solo por cumplir una formalidad que le viene impuesta, ya sea por otros colegas o por la dirección del instituto, colegio o escuela.
- ✓ Que los alumnos se encuentren motivados para realizar un trabajo de esta naturaleza. Difícilmente lo estarán si antes los profesores no tienen un mínimo de entusiasmo por la tarea y si no son capaces de proponer un tema lo suficiente atractivo e interesante.
- ✓ Que todos los profesores interioricen todos los aspectos sustanciales que comporta una concepción y enfoque interdisciplinario.



- ✓ Que como tarea previa se elabore un marco referencial en el que se integren, organicen y articulen los aspectos fragmentarios que han sido considerados desde cada una de las asignaturas / disciplinas implicadas.
- ✓ Que se trabaje con un marco referencial que encuadre la estrategia pedagógica que ha de permitir una adecuada coordinación y articulación de los trabajos puntuales que se realizan en cada asignatura.
- ✓ Elegir un tema que, por su naturaleza, se preste a la realización de un trabajo interdisciplinar de carácter pedagógico.
- ✓ No partir del supuesto de que hay que integrar todas las asignaturas, sino solo aquellas que puedan aportar de manera significativa al tema o problema escogido como objeto de estudio.
- ✓ Comenzar la actividad con una lectura, comentario y discusión del marco referencial para tener una visión de conjunto del trabajo y para compartir un enfoque común.
- ✓ Conjuntamente, y en el momento en que los profesores van haciendo los aportes específicos de sus respectivas disciplinas, ir perfilando los grupos de alumnos que han de trabajar en profundidad temas concretos y puntuales. Los grupos de trabajo definitivos se han de constituir conforme a los intereses y capacidades de los alumnos, una vez que se haya realizado un cierto desarrollo del tema.
- ✓ Realizar los montajes necesarios para la presentación de los resultados del trabajo interdisciplinar.
- ✓ Llevar a cabo la presentación del tema o problema que se estudia de manera interdisciplinaria.

Por otro lado, según el Horizon Report de 2015, **BYOD** será uno de los desarrollos que van a tener un mayor impacto en la innovación educativa a corto plazo. Dicho término, tal y como se expuso en el inicio de este documento, consiste en que los usuarios lleven consigo sus portátiles, teléfonos inteligentes o cualquier otro tipo de dispositivos móviles al entorno de aprendizaje o trabajo y conectarlo a la red del centro educativo. La introducción de este desarrollo va a permitir la existencia de ventajas en un contexto educativo, como son las siguientes:

- ***Incremento de la productividad personal.*** Al ser los dispositivos personales de cada estudiante los utilizados, éstos están configurados según sus gustos personales de forma que el acceso a la información es más eficiente. Con esto se consigue que la fase de aprendizaje del manejo del dispositivo se reduzca al mínimo, lo que hace que su manejo sea más fluido que si se tratase con otro dispositivo
- ***Disipa las barreras entre el aprendizaje formal e informal.*** De manera general, los estudiantes van a poder acceder a los recursos educativos desde cualquier lugar y en cualquier momento, permitiéndoles combinar sus intereses personales con elementos de ese aprendizaje cuando surja alguna relación. De esta forma, el aprendizaje mediante el móvil se adentra por igual en dos dimensiones fundamentales como son la intencionalidad (con o sin intención previa) y el contexto (formal e informal), al permitir la comunicación con compañeros y poder ser usados en toda clase de situaciones y lugares (Berth, 2006).

- **Promueve el aprendizaje social.** Gracias a la existencia de multitud de sistemas de comunicación y herramientas de edición colaborativa y compartición de contenidos digitales, el uso de dispositivos móviles personales, puede promover la construcción colaborativa de conocimiento mediante estructuras interactivas y participativas que sirvan como apoyo al aprendizaje (Lewis, Pea, & Rosen, 2010).
- **Promueve el “aprender haciendo”.** Las posibilidades de visualizar y crear contenidos mediante las aplicaciones móviles, junto a las características participativas de la Web 2.0, fomenta la creación práctica por la cual los estudiantes pueden experimentar el objeto de aprendizaje de un modo interactivo y generar así conocimiento significativo (Bareiss, Linnell, & Griss, 2011)

Para continuar con la argumentación, cabe mencionar las numerosas investigaciones sobre los diferentes procesos cognitivos de comprensión y retención. En ellas siempre se buscaba la respuesta a una pregunta clave: *¿Cómo aprendemos?*

Edgar Dale, famoso pedagogo norteamericano y profesor de la Educación en la Ohio State University (Estados Unidos). En 1946 formuló en su libro *Audio Visual Methods of Teaching* un modelo sobre la efectividad de los métodos de aprendizaje que se puede representar gráficamente con una pirámide, denominada **Pirámide del Aprendizaje** o **Cono de Experiencias**. En ella, los diferentes pisos corresponden a los diversos métodos de aprendizaje. En la base están los más eficaces y participativos y en la cúspide, los menos eficaces y abstractos. Dale ordena así, los métodos de enseñanza en niveles de concreción y abstracción puesto que opinaba que los conceptos e ideas pueden ser más fácilmente entendidos y retenidos si se construyen a partir de la experiencia concreta.



Con unos segundos de observación del gráfico podemos llegar a la conclusión de que aprendemos más y mejor las cosas que requieren de nuestra implicación directa, de nuestra aproximación e involucración práctica. Hoy en día esto se conoce con el concepto de “aprender haciendo” (“learning by doing”) es decir, mediante un **aprendizaje práctico**.

Por lo tanto cabe concluir con lo expuesto con anterioridad, que los conceptos de *interdisciplinariedad*, *BYOD*, y *aprendizaje práctico* pueden ser sumamente útiles y válidos en las actividades prácticas que se van a desarrollar a lo largo de este trabajo.

### 2.3. APLICACIÓN EN UN CENTRO DE ENSEÑANZA REAL

Las actividades que se van a diseñar y describir a lo largo del presente documento, que en su totalidad son prácticas, necesitan de ciertos requisitos en cuanto a recursos materiales muy asequibles para poder implementarse en cualquier centro de estudios. Algunos de estos requisitos son:

- ❖ Taller de Tecnología donde haya suficiente espacio para la distribución de grupos de alumnos para poder trabajar en los diseños eléctricos.
- ❖ Materiales de construcción eléctrica básicos tales como soldadores de estaño, cables, elementos resistivos, etc...
- ❖ Mesas móviles para dejar espacio para la realización de experimentos prácticos o en su defecto, posibilidad de cambio de aula con esas características.

Una vez vistos los requisitos que se necesitan para poder implementar las actividades que serán descritas en este trabajo, cabe preguntarse si realmente hay posibilidades de aplicación reales en un centro educativo. Con mi experiencia durante el transcurso de las “Prácticas Externas” desarrolladas en parte del Master de Profesorado de Secundaria y FP puedo afirmar que sí que las hay. Durante la duración de las “Prácticas Externas” se me asignó el centro de estudios **Instituto Politécnico Cristo Rey** situado en la Avenida de Gijón de **Valladolid**. En ese centro educativo pude observar la realidad educativa que existía así como todas sus instalaciones. En él disponían de un aula de Tecnología polivalente, con mesas móviles, espacio suficiente para trabajar, y una gran cantidad de materiales disponibles:



Imagen 2: Material Eléctrico



**Imagen 3: Aula Polivalente**

Cabe concluir que con los recursos materiales de los que dispone el centro educativo estudiado, en éste las posibilidades de aplicación de las actividades son factibles. Por ello, extrapolando a otros centros educativos, las **posibilidades de aplicación en un centro de estudios real son muy viables.**

### 3. ACTIVIDAD I: EMISOR - RECEPTOR DE INFRARROJOS

Esta actividad, cómo se expuso en la introducción del documento, estará ligada al curso de 4º de la ESO, en especial a la asignatura de Tecnología. A lo largo de ella, primeramente, se va a diseñar y desarrollar la construcción de un **circuito Emisor - Receptor de infrarrojos muy sencillo**, utilizando dicho circuito como “sensor” exterior de un smartphone. Este “sensor” se conectará a través de la conexión de audio del dispositivo móvil. La intención es que a través de la aplicación Android *AudioTime*<sup>1</sup> se realicen lecturas de datos medidas por el “sensor” y se muestren en el dispositivo móvil, todo ello dentro de unas experiencias prácticas propuestas. Es decir, que dispositivo móvil y “sensor” funcionen y se utilicen conjuntamente como instrumentos de medida en diferentes prácticas interdisciplinares no ligadas a la Tecnología sino a la asignatura de Física.

En el principio de este epígrafe, se mostrará la motivación de la actividad, así como la relación que mantiene con las diferentes asignaturas del currículo de 4º de ESO. A continuación se describirá la actividad en detalle exponiendo los diseños de los circuitos, su construcción, y funcionamiento. Se continuará con el planteamiento de las diferentes prácticas interdisciplinares o experimentos a realizar. Finalmente existirá una reflexión sobre la actividad en su conjunto.

#### 3.1 MOTIVACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Hay una falta patente de contenidos didácticos eminentemente prácticos que tengan los dispositivos móviles como principales actores y que puedan interrelacionarse entre varias materias. Por ello se ha abordado la realización de esta actividad. En realidad, viene motivada principalmente por la necesidad de elaborar contenidos didácticos que puedan relacionarse con las ideas de:

- ❖ **Interdisciplinariedad:** Debido a la relación que va a existir entre las la construcción y los experimentos prácticos con las asignaturas de Tecnología y Física.
- ❖ **BYOD:** Los alumnos tendrán una motivación extra al poder usar su propio dispositivo móvil para el desarrollo de las actividades.
- ❖ **Aprendizaje Práctico:** La actividad al completo está compuesta de prácticas y experimentos, donde además de obtener un aprendizaje experiencial conseguirán afianzar conceptos meramente teóricos.

Por otro lado la lectura de diferentes artículos científicos [13, 18] donde se exponen diferentes experiencias relacionadas con el cálculo de diferentes variables y constantes físicas, han determinado la intención de las actividades experimentales que se han propuesto en esta actividad. Esto es debido a que en muchas ocasiones los fenómenos y constantes Físicas se explican de manera eminentemente teórica pero no

<sup>1</sup> Ciencia Móvil - AudioTime+:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.ius.audiotimeplus>

se experimenta de manera práctica con ellas, lo que hace que no se consiga un aprendizaje plenamente significativo por parte del alumnado.

### 3.2 RELACIÓN CON EL CURRÍCULO

La relación que tiene esta actividad con los contenidos evaluables establecidos en el currículo de Castilla y León (BOCyL, 2015) tiene que ver exactamente con la ORDEN EDU/362/2015 que regula los contenidos para la ESO. En especial, va a tener vínculo con las partes de la orden que determinan los Currículos para las asignaturas de Física de 4º de la ESO y de Tecnología de 4º de la ESO.

Una parte de esta actividad va a estar relacionada con el **Bloque 3: Electrónica** de los contenidos establecidos para la materia de Tecnología de 4º de la ESO por la orden educativa antes mencionada (BOCyL, 2015). Exactamente la parte que va a estar ligada a esos contenidos, va a consistir en la construcción del circuito eléctrico “sensor” y el análisis posterior de las señales de salida del mismo. La siguiente tabla muestra los contenidos a tratar y los posibles estándares de aprendizaje evaluables que se pueden aplicar:

TECNOLOGÍA 4º ESO <i>Bloque 3: Electrónica</i>	
CONTENIDOS	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
➤ Señal analógica y señal digital.	✓ Describe el funcionamiento de un circuito electrónico formado por componentes elementales.
➤ Electrónica analógica. Componentes básicos. Simbología y análisis de circuitos elementales.	✓ Explica las características y funciones de componentes básicos: resistor, condensador, diodo y transistor. ✓ Emplea simuladores para el diseño y análisis de circuitos analógicos básicos, empleando simbología adecuada.
➤ Montaje de circuitos sencillos.	✓ Realiza el montaje de circuitos electrónicos básicos diseñados previamente.

Tabla 1: Electrónica > Tecnología 4º ESO (Act I)

La segunda parte de la actividad va a estar relacionada con el **Bloque 1. La Actividad Científica** y con el **Bloque 2. El movimiento y las Fuerzas** de los contenidos establecidos para la materia de Física de 4º de la ESO por la orden educativa antes mencionada (BOCyL, 2015). Exactamente la parte que va a estar vinculada a esos contenidos, va a consistir en los cálculos y mediciones realizados durante los experimentos prácticos interdisciplinarios que se van a ejecutar utilizando el circuito eléctrico construido y los dispositivos móviles conectados a él. Las tablas que se muestran a continuación exponen los contenidos a tratar y los posibles estándares de aprendizaje evaluables que se pueden aplicar:



<b>FÍSICA 4º ESO</b>	
<b>Bloque 1. La Actividad Científica</b>	
<b>CONTENIDOS</b>	<b>ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carácter aproximado de la medida. Errores en la medida. Error absoluto y error relativo. Expresión de resultados. Análisis de los datos experimentales. Tablas y gráficas. Tecnologías de la Información y la Comunicación en el trabajo científico. El informe científico. Proyecto de investigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Calcula e interpreta el error absoluto y el error relativo de una medida conocido el valor real.</li> <li>✓ Calcula y expresa correctamente, partiendo de un conjunto de valores resultantes de la medida de una misma magnitud, el valor de la medida, utilizando las cifras significativas adecuadas.</li> <li>✓ Representa gráficamente los resultados obtenidos de la medida de dos magnitudes relacionadas infiriendo, en su caso, si se trata de una relación lineal, cuadrática o de proporcionalidad inversa, y deduciendo la fórmula.</li> </ul>

Tabla 2: Actividad Científica &gt; Física 4º ESO (Act I)

<b>FÍSICA 4º ESO</b>	
<b>Bloque 2. El movimiento y las Fuerzas</b>	
<b>CONTENIDOS</b>	<b>ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Movimientos rectilíneo uniforme, rectilíneo uniformemente acelerado y circular uniforme. Representación e interpretación de gráficas asociadas al movimiento.</li> <li>➤ Naturaleza vectorial de las fuerzas. Composición y descomposición de fuerzas. Resultante.</li> <li>➤ Fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta.</li> <li>➤ Ley de la gravitación universal. El peso de los cuerpos y su caída.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deduce las expresiones matemáticas que relacionan las distintas variables en los movimientos rectilíneo uniforme (M.R.U.), rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.), y circular uniforme (M.C.U.), así como las relaciones entre las magnitudes lineales y angulares.</li> <li>✓ Determina el valor de la velocidad y la aceleración a partir de gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo en movimientos rectilíneos.</li> <li>✓ Diseña y describe experiencias realizables bien en el laboratorio o empleando aplicaciones virtuales interactivas, para determinar la variación de la posición y la velocidad de un cuerpo en función del tiempo y representa e interpreta los resultados obtenidos.</li> <li>✓ Identifica las fuerzas implicadas en fenómenos cotidianos en los que hay cambios en la velocidad de un cuerpo.</li> <li>✓ Justifica el motivo por el que las fuerzas de atracción gravitatoria solo se ponen de manifiesto para objetos muy masivos, comparando los resultados obtenidos de aplicar la ley de la gravitación universal al cálculo de fuerzas entre distintos pares de objetos.</li> <li>✓ Obtiene la expresión de la aceleración de la gravedad a partir de la ley de la gravitación universal, relacionando las expresiones matemáticas del peso de un cuerpo y la fuerza de atracción gravitatoria.</li> </ul>

Tabla 3: El Movimiento y las Fuerzas &gt; Física 4º ESO (Act I)

### 3.3 CONCEPTOS PRELIMINARES

Para abordar el circuito eléctrico que vamos a diseñar y construir es necesario tener diferentes conceptos claros antes de empezar. Inicialmente, es preciso saber qué son los principales elementos a utilizar dentro del “sensor” que se va a construir, que en este caso son: un **diodo led emisor de infrarrojos** y un **fototransistor**.

#### 3.3.1 LED de infrarrojos (IRLED)

El **diodo IRLED** (del inglés Infrared Light Emitting Diode), es un emisor de rayos infrarrojos (luz no visible para el ojo humano), que son una radiación electromagnética situada en el espectro electromagnético, en el intervalo que va desde la luz visible a las microondas. La longitud de onda  $\lambda$  que abarca la parte del espectro infrarrojo se encuentra entre los valores desde 700 nm hasta 1 mm.

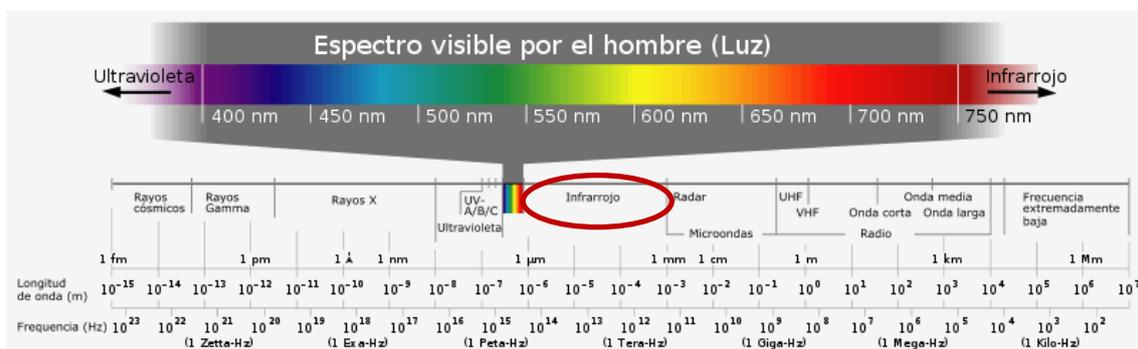


Imagen 4: Espectro Infrarrojo

Estos diodos se diferencian de los LED por el color de la cápsula que los envuelve que es de color azul o gris siendo además su diámetro generalmente de 5 mm.

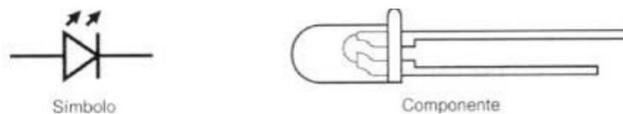


Imagen 5: Led de Infrarrojos

La composición de los chips utilizados en su fabricación, nos muestra las características de funcionamiento que tienen de manera general. Para la zona del infrarrojo se utilizan materiales tales como el Arseniuro de Ga (GaAs) y el Arseniuro de Galio y Aluminio (GaAlAs). Estos materiales proporcionan una tensión de trabajo de menos de 1.9 V, una frecuencia de menos de  $4.0 \times 10^{14}$  Hz y una longitud de onda mayor de 760 nm

#### 3.3.2 Fototransistor

El **fototransistor** no es muy diferente a un transistor normal, es decir, está compuesto por el mismo material semiconductor, tienen dos uniones y las mismas tres conexiones externas: colector, base y emisor. Por supuesto, siendo un elemento sensible a la luz, la primera diferencia evidente es en su cápsula, que posee una ventana o es totalmente transparente, para dejar que la luz ingrese hasta las uniones de la pastilla semiconductor y produzca el efecto fotoeléctrico. El paso de luz a

través de esta cápsula sirve para dar corriente a la región de la base, puesto que a diferencia de un fototransistor normal, la base no se conecta sino que recibe corriente debido a la cantidad incidente de luz que reciba.

Teniendo las mismas características de un transistor normal, es posible regular su corriente de colector por medio de la corriente de base. Y también, dentro de sus características de elemento optoelectrónico, el **fototransistor conduce más o menos corriente de colector cuando incide más o menos luz sobre sus uniones** (luz incidente sobre la región de la base) siendo **sensible normalmente a la luz infrarroja**.



Imagen 6: Fototransistor

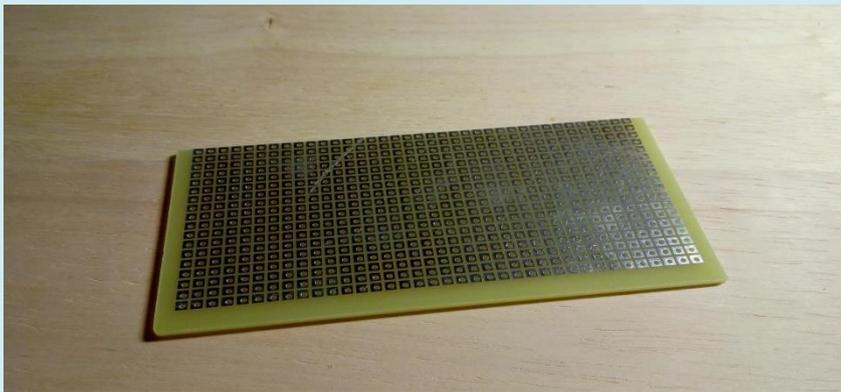
Para poder distinguirlo del LED su cápsula es transparente. En el fototransistor, al igual que en los LED, la polaridad viene dada por la longitud de sus patas pero con una diferencia muy importante; en el fototransistor la pata larga es el negativo (-), al revés que en los LED, que es el positivo (+).

### 3.4 DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

Este es el punto de partida de cualquier construcción, su diseño, ya sea en el entorno eléctrico, mecánico o de edificación. Es primordial, antes de comenzar la construcción del dispositivo eléctrico “sensor” elaborar un listado de materiales necesarios para su desarrollo. Además ese listado de materiales debe estar presupuestado mediante un catálogo de los precios de éstos. Una vez realizados estos pasos solo falta exponer los diferentes esquemas eléctricos a utilizar, explicando aspectos relevantes aplicados en ellos, así como, consideraciones oportunas que puedan ser necesarias. Cubriendo el desarrollo de estos tres aspectos el diseño del circuito eléctrico sería completo.

#### 3.4.1 *Materiales Necesarios*

Esta sección va a ayudar a exponer los materiales que se van a utilizar para la construcción del dispositivo eléctrico. Se muestra, a continuación, un listado con los materiales a utilizar en la construcción del diseño, así como, la cantidad que se va a utilizar de cada uno de ellos. Para mayor comprensión se acompañará al listado una serie de imágenes de todos los materiales.

<p><i>2 Placas de Fibra de Vidrio Cuadros</i></p>	 <p>Imagen 7: Placa de Fibra de Vidrio (Act I)</p>
<p><i>Soldador de Estaño y Estaño Trimetal de Imm</i></p>	 <p>Imagen 8: Soldador y Estaño (Act I)</p>
<p><i>Cable Trenzado</i></p>	 <p>Imagen 9: Cable Trenzado (Act I)</p>
<p><i>Pila de 9 Voltios</i></p>	 <p>Imagen 10: Pila de 9 Voltios</p>

*Clip de  
Conexión de  
Pilas Aisladas*

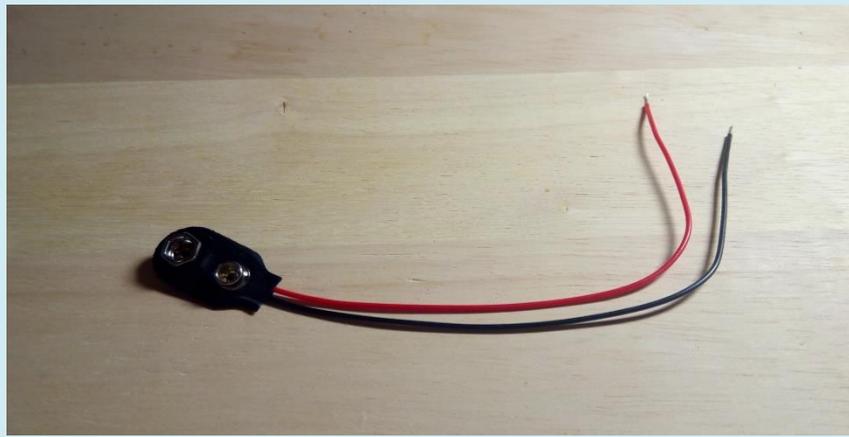


Imagen 11: Clip de Conexión Pilas

*Resistencia de  
Carbón de  
330Ω*



Imagen 12: Resistencia de 330 Ω

*Diodo LED  
Emisor de  
Infrarrojos  
5mm*



Imagen 13: IRLED

*Diodo LED  
Fototransistor  
5mm*



Imagen 14: Diodo LED con Fototransistor

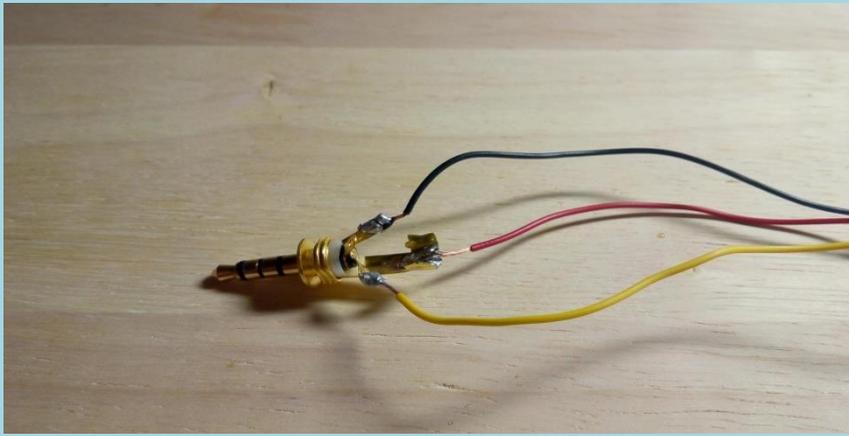
<p><i>Resistencia de Carbón de 1k<math>\Omega</math></i></p>	 <p>Imagen 15: Resistencia 1k<math>\Omega</math> (Act I)</p>
<p><i>Resistencia de Carbón de 10k<math>\Omega</math></i></p>	 <p>Imagen 16: Resistencia 10k<math>\Omega</math> (Act I)</p>
<p><i>Condensador Cerámico de 0,1 <math>\mu</math>F 50V</i></p>	 <p>Imagen 17: Condensador 0.1 <math>\mu</math>F (Act I)</p>
<p><i>Conector Jack Dorado de 4 polos de 3,5 mm</i></p>	 <p>Imagen 18: Conector Jack 3.5 mm (Act I)</p>

Tabla 4: Materiales Circuito Emisor-Receptor de IR

### 3.4.2 Precios del Diseño

Una vez expuestos los materiales a utilizar en nuestro diseño eléctrico, hay que realizar un presupuesto de la adquisición de dichos materiales. Hay que aclarar, antes de continuar, que todos los materiales que se han utilizado en la elaboración del “sensor” han sido adquiridos en una tienda local de venta de elementos eléctricos y electrónicos. A continuación se muestra un listado de los precios de cada material y el presupuesto final para cada diseño que se vaya a elaborar, además de unas notas aclaratorias finales sobre el presupuesto total.

<i>Placa de Fibra de Vidrio Cuadros x2</i>	5.48 €
<i>Soldador de Estaño (1)</i>	-----
<i>Estaño Trimetal de 1mm (2)</i>	1.28 €
<i>Cable Trenzado (3)</i>	0.25 €
<i>Pila de 9 Voltios</i>	3.24€
<i>Clip de Conexión de Pilas Aisladas</i>	0.35 €
<i>Resistencia de Carbón de 330Ω</i>	0.04 €
<i>Diodo LED Emisor de Infrarrojos 5mm</i>	0.26 €
<i>Diodo LED Fototransistor 5mm</i>	0.20 €
<i>Resistencia de Carbón de 1kΩ</i>	0.04 €
<i>Resistencia de Carbón de 10kΩ</i>	0.05 €
<i>Condensador Cerámico de 0,1 μF 50V</i>	0.11 €
<i>Conector Jack Dorado de 4 polos de 3,5 mm</i>	0.92 €
<b><i>PRESUPUESTO TOTAL</i></b>	<b>12.22 € (4)</b>

Tabla 5: Presupuesto Emisor-Receptor IR

- (1) El soldador de estaño se supone que lo puede proporcionar el centro educativo a los propios alumnos. Si no fuese así, el precio por cada soldador de estaño se aproxima a los 8.50 €.
- (2) El precio del estaño utilizado para soldar se ha calculado para cada 10 grupos de alumnos ya que con un rollo sería suficiente para todos. El precio del rollo de estaño sería de 10.28 €.
- (3) El precio del cable trenzado se ha calculado para cada 3 grupos de alumnos ya que si no existiría un excedente de cable. El precio del metro de cable trenzado es de 0.76 €.
- (4) El presupuesto total puede variar si los elementos materiales son adquiridos para todos los grupos de alumnos a través de la compra por internet. Esto haría que dicho presupuesto para cada proyecto sea bastante inferior al calculado.

### 3.4.3 Esquemas Eléctricos

En esta parte llega el momento de realizar los diseños eléctricos que se van a tener que construir posteriormente. Hay que tener en cuenta, primeramente que en el diseño del circuito eléctrico del Emisor-Receptor de Infrarrojos existen dos circuitos independientes entre sí: el **circuito Emisor** y el **circuito Receptor**. La siguiente imagen esquematiza el funcionamiento del circuito eléctrico al completo:

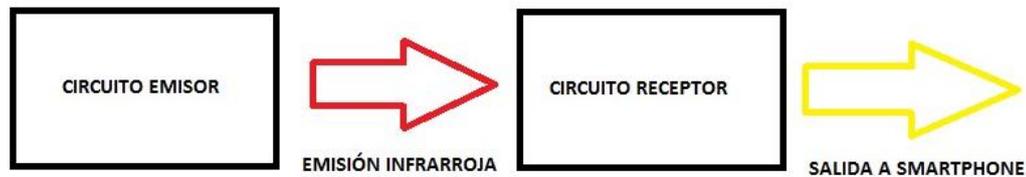


Imagen 19: Esquema Circuito Emisor-Receptor IR

El funcionamiento es muy simple, el circuito emisor manda una señal infrarroja mediante un emisor IRLED que es recogida por un LED receptor con fototransistor en el circuito receptor. Tras el paso y actuación sobre la señal en este segundo circuito, la señal sale hacia el smartphone por el puerto de audio donde se obtienen los datos de medida.

Otro aspecto importante a tener en cuenta va a ser la manera en que se conecta el conector Jack dentro de nuestro circuito (Para más detalles ver ANEXO I) y la manera en la que lo vamos a representar en los diseños de los esquemas eléctricos. La siguiente imagen muestra la distribución de la que se compone una conexión Jack y la representación que tiene en nuestros diseños eléctricos.



Imagen 20 Equivalencia Conector Jack (Act I)

Para la conexión del **Circuito Emisor** utilizaremos, como batería del circuito, una pila de 9 voltios que para mayor comodidad estará conectada al resto de la instalación mediante un clip de conexión de pilas aisladas. En este circuito se colocará un diodo LED emisor de infrarrojos en serie a una resistencia de  $330 \Omega$  para proteger de sobretensiones al propio emisor IR. La siguiente imagen expone el esquema a utilizar para conexión:

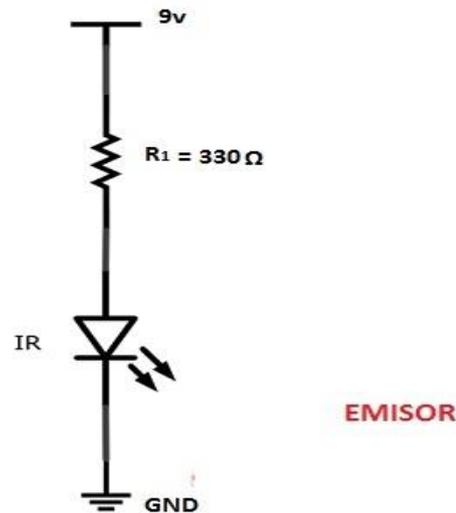


Imagen 21: Esquema Circuito Emisor de IR

La conexión del **Circuito Receptor** va a ser algo más compleja. Primeramente, como batería o fuente de alimentación de la instalación se va a utilizar el voltaje recibido a través del smartphone conectado al circuito mediante el cable Jack. Para proteger de sobretensiones se instalará una resistencia en serie de 10 kΩ en serie entre los terminales de micrófono y tierra del Jack. A continuación entre el terminal izquierdo y el terminal tierra del Jack se conectará el diodo LED con fototransistor en serie a una resistencia de un 1 kΩ para proteger de sobretensiones al propio receptor. Es primordial tener en cuenta que en el diodo LED Fototransistor hay que conectar la patilla larga (cátodo (-)) a masa y la patilla corta (ánodo (+)) a voltaje. Para finalizar se conectará en paralelo a la resistencia de 10 kΩ antes mencionada, un condensador de 0.1 μF para filtrar la señal de salida. La siguiente imagen expone el esquema a utilizar para la conexión.

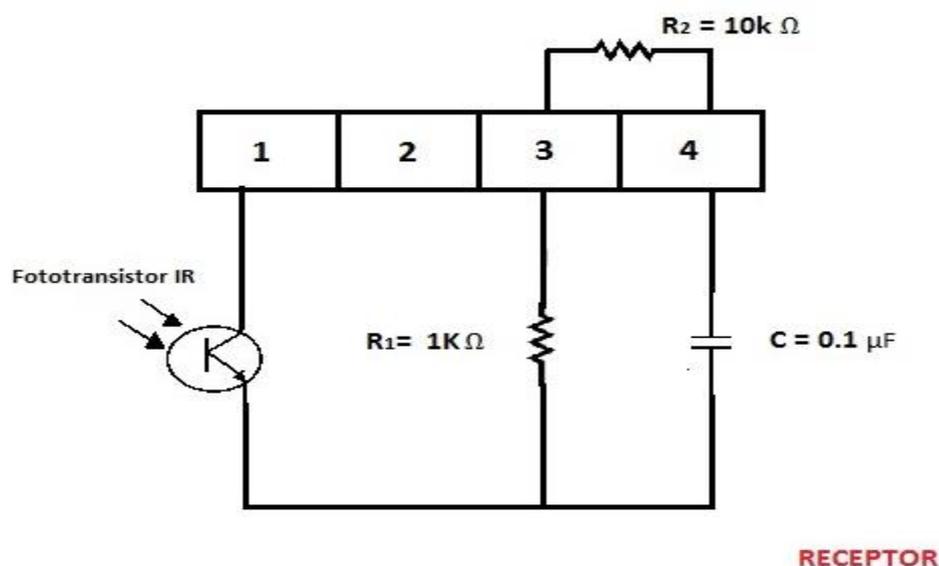


Imagen 22: Esquema Circuito Receptor IR

Con estos dos esquemas podremos empezar la construcción del circuito eléctrico de manera real soldando cada uno de los elementos con estaño a la placa de fibra de vidrio.

## 3.5 CONSTRUCCIÓN

La consecución del apartado de diseño del circuito eléctrico nos permite comenzar la construcción de la instalación. Se comenzará con la conexión de los elementos que pertenecen al circuito emisor, continuando por el conexionado de los materiales que forman el circuito receptor para acabar conectándolo al smartphone el cual va a completar la instalación del “sensor”. Antes de acabar este apartado de construcción, es necesario comprobar si el circuito funciona correctamente para lo cual se harán diversas pruebas de funcionamiento utilizando la aplicación Android AudioTime+ que usaremos como captadora de datos en los futuros experimentos prácticos que se realizarán.

### 3.5.1 *Circuito Emisor*

Con el diseño del Circuito Emisor elaborado en el apartado 2.4 del presente documento y tras la conexión de los elementos en una placa de fibra de vidrio mediante soldadura de estaño obtenemos el siguiente circuito:

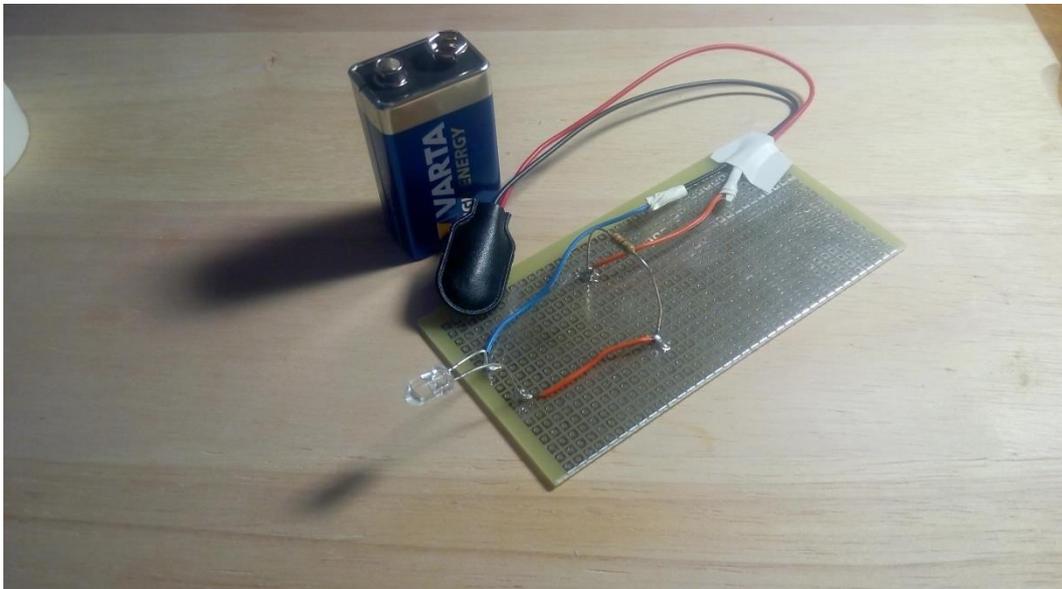


Imagen 23: Circuito Emisor de Infrarrojos

Para la conexión del circuito es aconsejable colocar primeramente los elementos e ir soldándolos teniendo en cuenta donde van a pasar los cables intentando que quede lo más limpio posible y no haya excesivos cruces de cableado. La utilización de cinta aislante para sujetar la conexión de la batería así como otros elementos es recomendable.

### 3.5.2 *Circuito Receptor*

Con el diseño del Circuito Receptor elaborado en el apartado 2.4 del presente documento y tras la conexión de los elementos en una placa de fibra de vidrio mediante soldadura de estaño obtenemos el siguiente circuito:

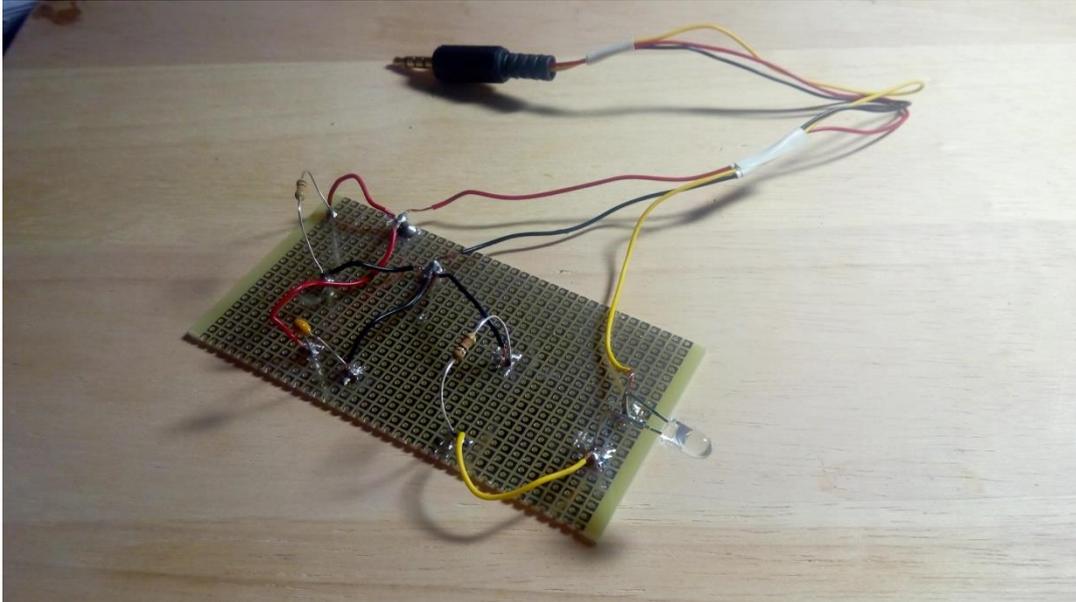


Imagen 24: Circuito Receptor de Infrarrojos

Como en el circuito anterior, es aconsejable colocar primeramente los elementos en la placa e ir soldándolos poco a poco teniendo en cuenta especialmente en la conexión existente en paralelo. Es conveniente tener presente por donde van a pasar los cables para que no haya excesiva cantidad de cableado, así como, abundantes cruces de conexiones. Es recomendable el uso de cinta aislante para sujetar de manera segura los elementos.

### 3.5.3 *Circuito Conexionado a Smartphone*

Para que el “sensor” que queremos construir tenga todos sus elementos instalados solo hace falta el conexionado del smartphone a los dos circuitos eléctricos elaborados. La siguiente imagen muestra la composición:

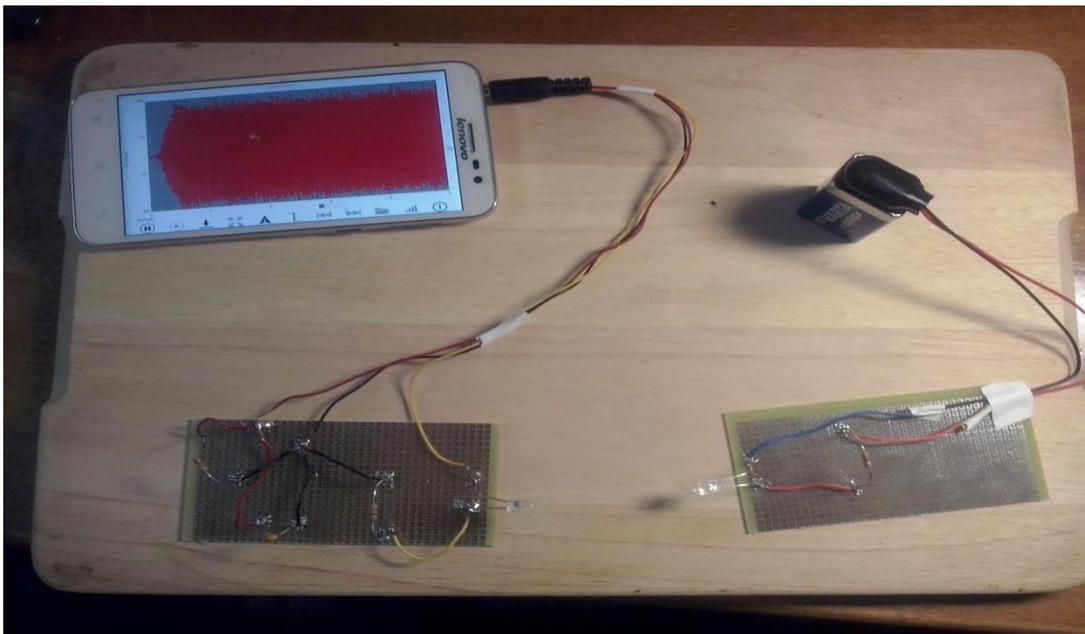


Imagen 25: Conexión del Circuito Emisor-Receptor de IR al Smartphone

Como se puede comprobar el emisor y receptor de infrarrojos se colocan uno enfrente del otro y se conectan a sus respectivas fuentes de alimentación. Esto provoca que la señal de salida vista en el smartphone gracias a la aplicación Android aparezca a lo largo del tiempo. Ya sólo falta comprobar si realmente esta señal vista es fiable, es decir, comprobar si el funcionamiento es correcto.

### 3.5.4 *Comprobación de Funcionamiento*

Comprobar el funcionamiento general de los circuitos eléctricos de la actividad es bastante simple y no hay que seguir pasos infinitos para saber si funcionan correctamente o no. Lo primero que hay que comprobar si el Circuito Emisor realmente emite radiaciones infrarrojas una vez que lo conectamos a la pila que usa como batería. Para ello solo tendremos que mirar a través de la cámara de cualquier dispositivo móvil hacia el diodo LED emisor de IR sin conectar el circuito a la corriente y más tarde conectándolo. Esto se tiene que hacer porque los rayos infrarrojos no son visibles al ojo humano pero los filtros ópticos que tienen las cámaras de los dispositivos móviles hacen que sean visibles. Lo que se verá por la cámara del smartphone será primeramente el emisor sin ninguna iluminación cuando está desconectado y una emisión de luz de color morado cuando se conecta a la batería. Se puede observar en las siguientes imágenes:

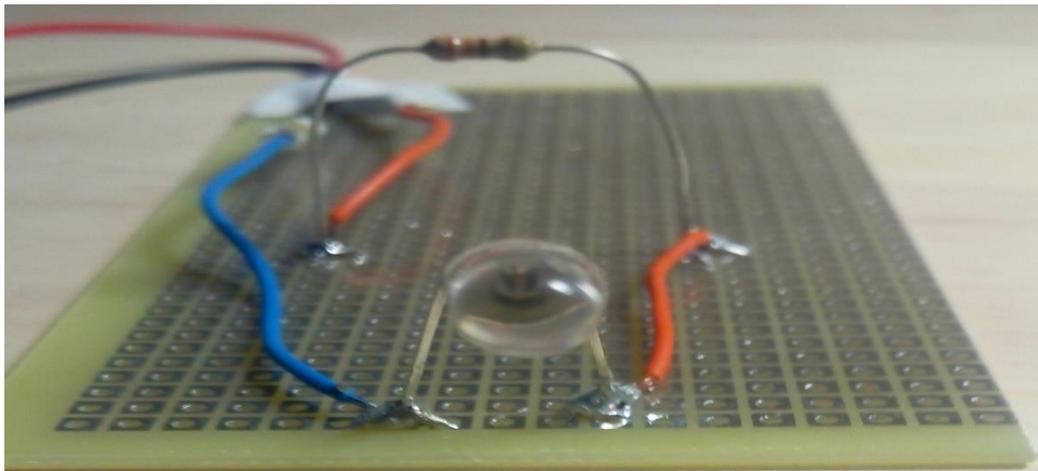


Imagen 26: Emisor IRLED Apagado

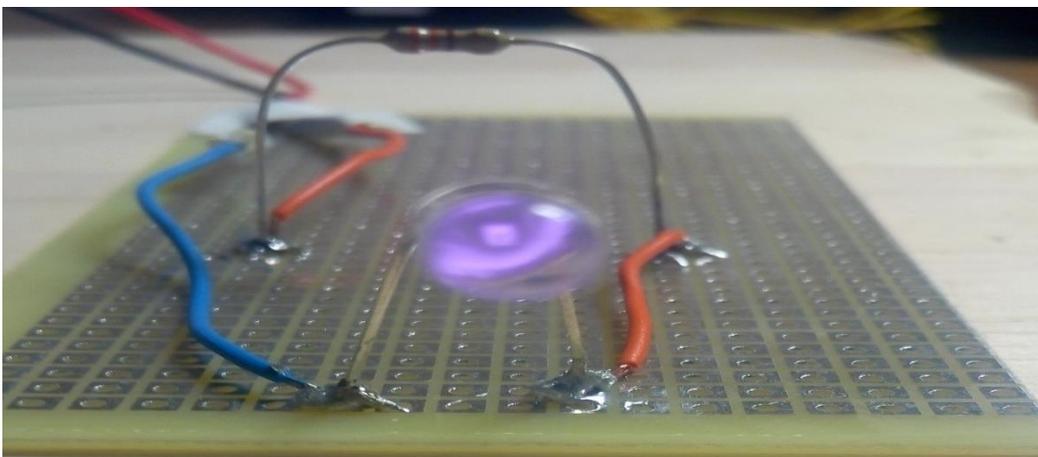


Imagen 27: Emisor IRLED Encendido

Una vez hemos comprobado el funcionamiento del circuito Emisor, debemos ocuparnos del Circuito Receptor. En este caso hay dos maneras de saber si su funcionamiento es el correcto. Para el primero será necesario utilizar un dispositivo que emita infrarrojos como es, por ejemplo, un mando a distancia de TV, entonces se necesitaría, simplemente, conectar el circuito receptor al dispositivo móvil y comenzar a tomar datos de señal de salida. A continuación solo hay que dar a cualquier botón del mando apuntando a receptor IR lo que provocará una variación en la señal de salida mostrada en la gráfica de la aplicación del Smartphone.

El segundo, y el que se ha aplicado, se trataría de conectar el circuito Emisor-Receptor de infrarrojos completo, smartphone con la aplicación de toma de datos incluido. Para ello se pone el Emisor enfrente del Receptor se conectan y se empieza a tomar datos con la aplicación Android. Entonces solo hace falta pasar la mano entre emisor y receptor y comprobar que la señal observada en el dispositivo móvil es distinta, tal y como muestra la siguiente imagen donde las variaciones son las veces en las que mi mano se ha interpuesto en emisor y receptor siendo un ejemplo el área marcada en amarillo.

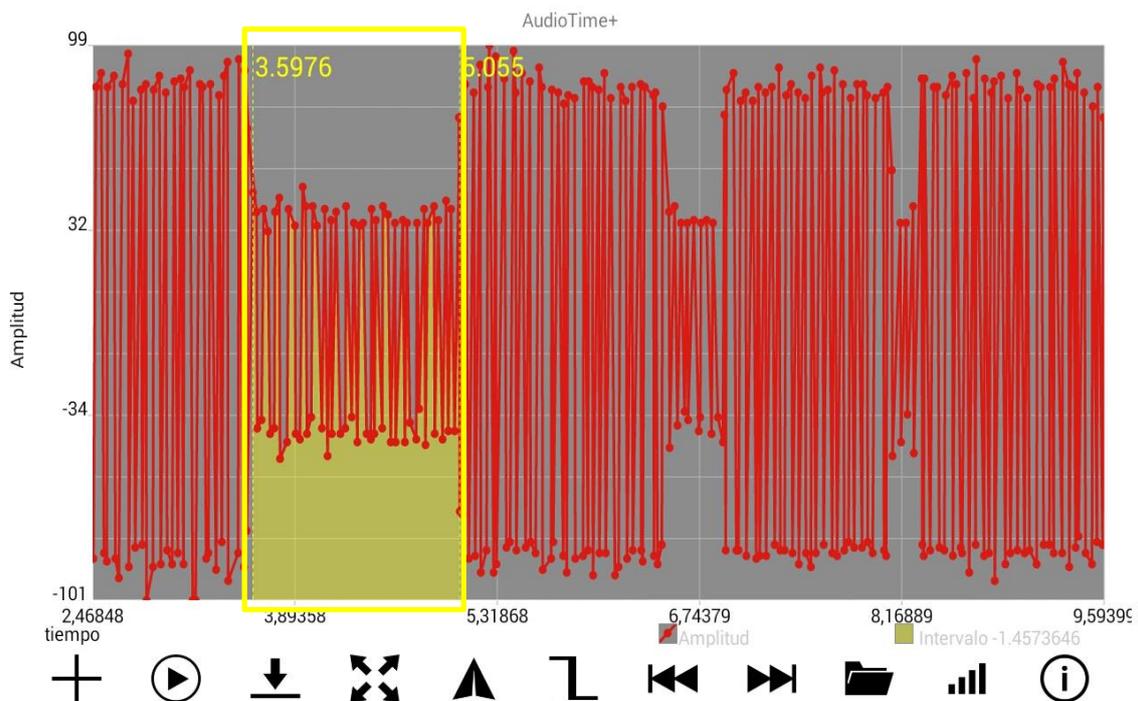


Imagen 28: Comprobación de Funcionamiento Receptor IR

### 3.6 EXPERIMENTO PRÁCTICO I: CÁLCULO DE LA VELOCIDAD INSTANTÁNEA DE UN ELEMENTO EN MOVIMIENTO.

La finalidad de este experimento es la de calcular, de manera empírica, la velocidad que lleva un elemento en movimiento de longitud conocida al paso por el sensor emisor-receptor de infrarrojos que se ha elaborado anteriormente. Para ello se utilizarán materiales que podemos encontrar en cualquier lugar con el fin de que los costes del experimento sean nulos.

### 3.6.1 Descripción del experimento

Para empezar el experimento, primero es necesario elegir el elemento que va a pasar en movimiento a través del sensor. Para ello se utilizará un coche de juguete con un cartón de medidas conocidas pegado en el lateral del juguete tal y como muestra la siguiente figura:



Imagen 29: Coche con Cartón de Medidas Conocidas

La utilización del cartón es necesaria, ya que su uso permite tapar por completo la señal IR emitida al paso por el sensor además de establecer una longitud del elemento de paso conocida.

Para continuar con el experimento el siguiente paso es colocar el circuito Emisor-Receptor de IR y conectarlo al Smartphone y con la aplicación AudioTime+ tomando medidas en un lugar llano. Hay que poner especial atención a colocar correctamente Emisor y Receptor de IR ya que deben estar uno enfrente del otro para evitar errores de medida. También es conveniente elevar ambos circuitos eléctricos para que estén a la altura de paso del trozo de cartón pegado al coche de juguete. El paso a seguir a continuación, será lanzar el coche de juguete ya preparado con el cartón para que pase a través del sensor. El evento del paso del juguete a través del sensor quedará registrado en las gráficas de AudioTime+. En esta gráfica solo se tendrá que medir el intervalo de tiempo donde la señal IR se ha detenido o tapado que será igual al intervalo de tiempo que ha tardado el coche de juguete en pasar a través del sensor.



Imagen 30: Montaje Experimento I

Para calcular la velocidad instantánea que ha tenido el coche de juguete a su paso por el sensor IR solo hace falta aplicar la siguiente fórmula:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Donde  $\Delta x$  es la longitud del cartón pegado al coche de juguete y que conocemos, e  $\Delta t$  que es el intervalo de tiempo que tarda el coche de juguete a través del sensor y que también conocemos.

### 3.6.2 Prueba del experimento

Para hacer la prueba del experimento se ha cortado un trozo de cartón de medidas 12 cm de largo por 5 cm de ancho, el cual se pega al coche de juguete. Esto nos da el valor de  $\Delta x = 12 \text{ cm}$ .

A continuación se lanza el coche de juguete a través del sensor obteniendo una gráfica de la aplicación AudioTime+. En ella se puede ver el intervalo de tiempo que tarda en pasar el coche marcado en color amarillo y cuyo valor es  $\Delta t = 0.1383667 \text{ s}$ .

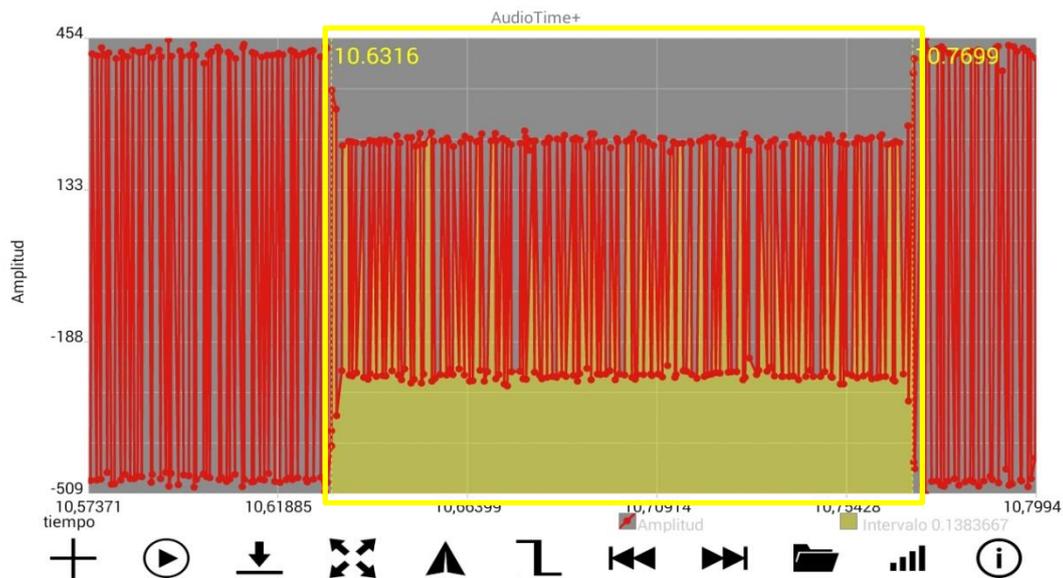


Imagen 31: Gráfica Experimento I

Aplicando la ecuación de la velocidad obtenemos un valor de:

$$v = 86.72617 \text{ cm/s} = 0.86726 \text{ m/s}$$

### 3.6.3 Discusión del Experimento

Tras la realización práctica del experimento por parte de los alumnos, es conveniente dedicar parte del tiempo de los experimentos prácticos, a comentar diferentes aspectos en los que los alumnos puedan tener dificultades de comprensión o puedan llevar a un debate o discusión posterior. Aquellos aspectos en los que el docente puede incurrir son los siguientes:



- Relación del experimento con los diferentes movimientos referentes a la Física: Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) y Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado.
- Unidades de medida en las que se muestra la velocidad calculada en el experimento relacionando con el Sistema Internacional (SI).
- Funcionamiento general del circuito Emisor-Receptor de IR relacionándolo con cualquier sistema Emisor-Receptor inalámbrico existente para mayor comprensión.

### **3.7 EXPERIMENTO PRÁCTICO II: CÁLCULO DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD MEDIANTE UN PÉNDULO SIMPLE**

El propósito de este experimento tal y como muestra su título es el de calcular, de manera empírica, la aceleración de la gravedad utilizando un péndulo simple al paso por el sensor emisor-receptor de infrarrojos que se ha elaborado anteriormente. En este caso se construirá un péndulo simple casero por la posibilidad de la falta de éste en el centro educativo. Para ello se utilizarán materiales que podemos encontrar en cualquier lugar con el fin de que los costes del experimento sean nulos.

#### **3.7.1 Descripción del Experimento**

El inicio de este experimento viene marcado por la construcción un péndulo simple casero (si el centro educativo contase con uno podríamos saltar este paso). Para la fabricación del péndulo simple necesitaremos los siguientes **materiales**:

- *Cordón o cuerda.*
- *Rollo de cinta adhesiva o celo.*
- *Cartulina negra.*
- *Alambre o cable.*

Comenzamos realizando un enganche entre el rollo de cinta adhesiva y el cordón con un trozo de cable o alambre. Servirá para que la unión entre el cordón y el rollo de cinta quede totalmente vertical entre uno y otro. A continuación se pegan unos trozos de cartulina que tapen completamente el agujero central de la cinta adhesiva. Esto tendrá la finalidad de cortar completamente el paso de la señal IR cuando pase entre el Emisor y Receptor del circuito “sensor”. Finalmente se anuda un trozo de cordón en el enganche antes mencionado poniendo énfasis en el conocimiento de la longitud que tendrá el cordón entre la zona de sujeción superior y la masa puntual del celo.



Imagen 32: Péndulo Casero

Una vez elaborado el péndulo simple casero el siguiente paso en este experimento es colocar el circuito Emisor-Receptor de IR conectado al Smartphone y con la aplicación AudioTime+ tomando medidas. El lugar de colocación debe ser elevado y llano estando el circuito Emisor y Receptor separados, posibilitando así, el paso del péndulo simple entre ambos (Podría ser entre dos mesas o dos sillas próximas por ejemplo). El paso a seguir a continuación, será realizar oscilaciones con el péndulo a través del sensor. Es conveniente hacer unas **20 oscilaciones completas** con el péndulo y así minimizar el error que se pueda cometer siendo esencial que dichas *oscilaciones* sean realizadas solo en el *plano vertical*.

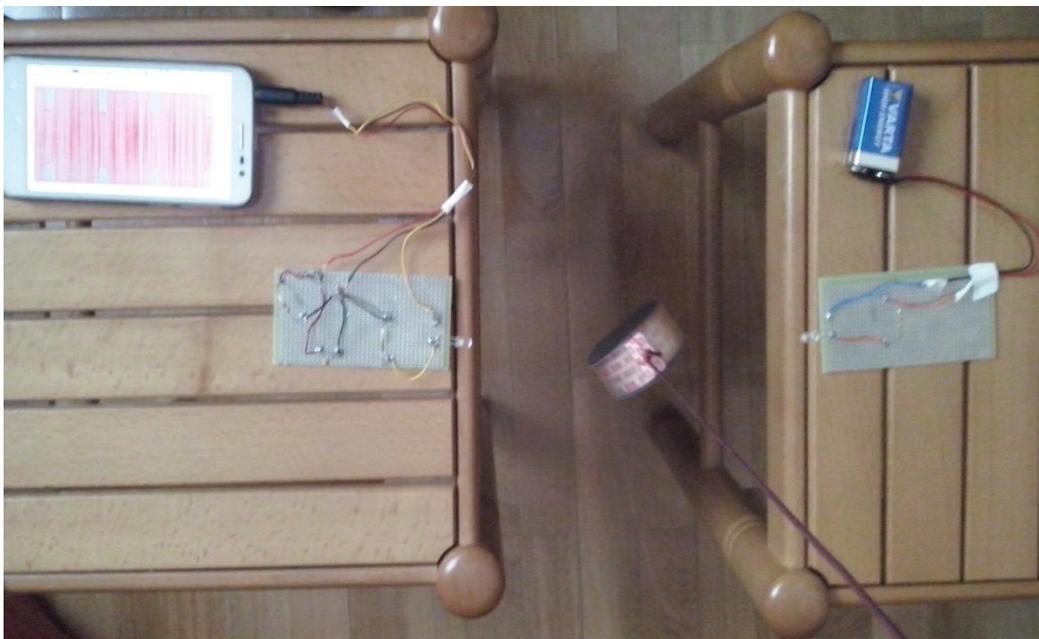


Imagen 33: Montaje Experimento II

Los eventos del paso del péndulo a través del sensor quedarán registrados en la gráfica de AudioTime+. En esta gráfica solo se tendrá que medir los intervalos de tiempo equivalentes a cada periodo de oscilación del péndulo. Esto equivaldrá, en la gráfica de la aplicación, al intervalo entre el inicio de paso del péndulo hasta el inicio del tercer paso del péndulo (movimiento de ida y vuelta). Los intervalos medidos se

anotarán en una hoja aparte, desechando los 3 o 4 primeros periodos de oscilación para así evitar los efectos de oscilación fuera del plano vertical. Con los periodos de oscilación anotados se hará una media entre los diferentes periodos anotados para así minimizar el error que se produce en la medida y sobre todo obtener el **periodo final de oscilación**.

Para calcular la aceleración de la gravedad mediante la medida de los periodos oscilación de un péndulo simple a través de del sensor IR solo hace falta aplicar la siguiente fórmula:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$$

Donde  $L$  es la longitud desde el punto de suspensión hasta la masa puntual del péndulo y que conocemos de antemano,  $T$  que es el periodo final de oscilación del péndulo y que también conocemos al haberlo obtenido anteriormente.

### 3.7.2 Prueba del Experimento

Para la prueba de este experimento se ha construido inicialmente el péndulo simple casero. Seguidamente, se han realizado oscilaciones con él a través de circuito Emisor-Receptor de IR grabando los datos de dichas oscilaciones en una gráfica de la aplicación móvil AudioTime+. Como prueba del experimento sólo se han capturado los datos de 4 oscilaciones completas del péndulo, teniendo en cuenta que las 3 primeras no han sido tomadas en cuenta. La siguiente gráfica de la aplicación Android muestra la captación de datos de una de estas oscilaciones:

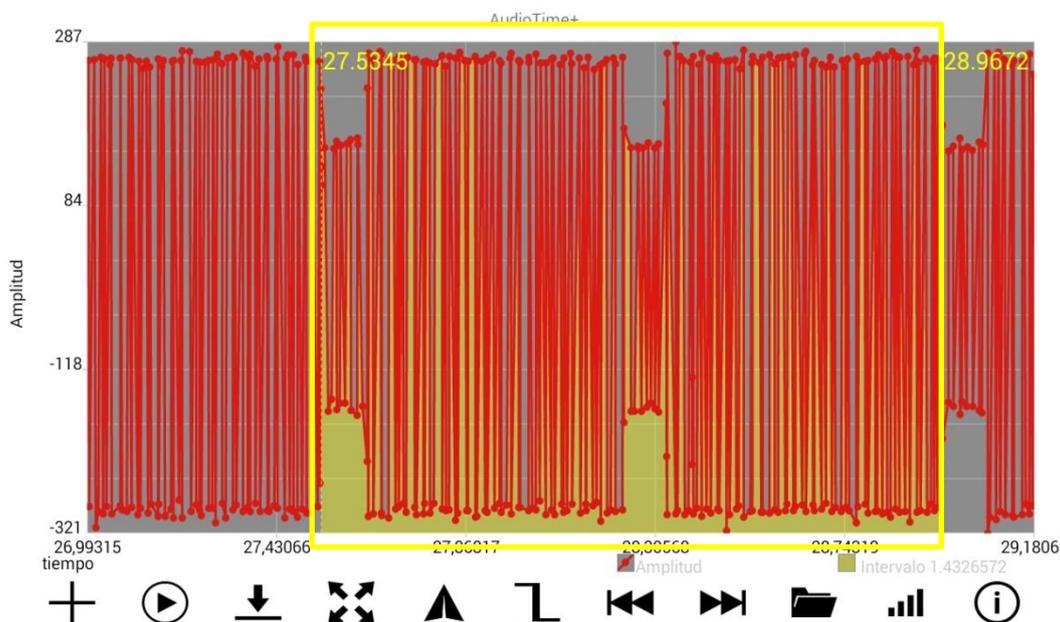


Imagen 34: Gráfica Experimento II

Los valores de los diferentes periodos obtenidos en la captación de datos del experimento son mostrados en la siguiente tabla, en la cual, se hace el cálculo de la media de estos valores para obtener el periodo final de oscilación  $T$ :

<i>Periodo</i>	<i>Intervalo de Tiempo</i>	<i>Valor del Intervalo (s)</i>
T <sub>1</sub>	27.5345-28.9672	1.4326572
T <sub>2</sub>	28.9718-30.4088	1.4369888
T <sub>3</sub>	30.4035-31.8405	1.4369888
T <sub>4</sub>	31.837-33.2845	1.4375346
<b>T</b>		<b>1.43854215</b>

Tabla 6: Valores Periodo de Oscilación

Habiendo medido la longitud del cordón desde el punto de suspensión hasta la masa puntual se ha obtenido un valor de  $L = 0.51 \text{ m}$ . Este valor junto con el valor que con el valor de  $T = 1.43854215 \text{ s}$  nos permite resolver la ecuación de la gravedad antes propuesta obteniendo el siguiente valor:

$$g = 9.7294 \text{ m/s}^2$$

### 3.7.3 *Discusión del Experimento*

Al igual que en el anterior experimento práctico, tras su realización por parte de los alumnos, es conveniente invertir parte del tiempo dedicado al experimento en comentar diferentes aspectos en los que los alumnos puedan tener dificultades de comprensión o puedan llevar a un debate o discusión posterior. Aquellos aspectos en los que el docente puede incidir son los siguientes:

- Los fundamentos físicos del péndulo simple y su relación con la medida de la aceleración de la gravedad por diferentes métodos.
- Relación del experimento realizado con la ley de la gravitación universal y la aceleración de la gravedad.
- Explicación del error en las medidas experimentales (error relativo y absoluto), incidiendo en la relevancia que tiene en el experimento realizado.

## 3.8 REFLEXIONES DE LA ACTIVIDAD

El presente epígrafe tiene el propósito de exponer aspectos en los que hay que pensar y reflexionar dentro de la actividad I: Emisor – Receptor de Infrarrojos. Uno de los puntos a considerar es la temporalidad que puede tener la actividad en su conjunto así como, qué agrupación de alumnos es la mejor para el correcto desarrollo de dicha actividad. También es importante ver qué dificultades generales pueden existir en la actividad, especificando además, aquellas aparecidas en la construcción del dispositivo sensor y en el desarrollo de los experimentos. Es esencial analizar estas dificultades tanto desde el punto de vista del docente, como desde el punto de vista de los alumnos. Para finalizar esta reflexión general de la actividad hay que hacer una valoración subjetiva de la necesidad y utilidad de la actividad, así como de la trascendencia que pueda tener ésta en el desarrollo educativo de los alumnos.

### 3.8.1 *Temporalidad y Agrupaciones de la Actividad*

El tiempo que se va a dedicar a esta actividad puede ser variable dependiendo de los recursos materiales que se dispongan, de la cantidad de alumnado que haya en el

aula y de la motivación, tanto del docente como del alumnado, para tratar la actividad. Por ello la temporalidad de la actividad es un lapso de tiempo relativo y que es difícil de fijar para cualquier lugar, situación y grupo de personas ya que puede cambiar fácilmente por diversas circunstancias.

La temporalidad de esta actividad se puede dividir en *dos partes*: una parte que implica la construcción del dispositivo sensor y otra parte correspondiente a la realización de los experimentos interdisciplinares. Para poner una medida de tiempo en esta temporalidad se va a hablar a partir de este punto de *sesiones docentes*. Éstas no son nada más que *sesiones de 50 minutos de clase*, siendo las más habituales en el ámbito de educación secundaria. La siguiente tabla esboza la distribución de tiempo ideal para el desarrollo de la actividad:

FASES	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DEDICADO
<b>Construcción</b>	Esta fase se refiere tanto a la explicación inicial de actividad al completo como al diseño, planificación, construcción y prueba de funcionamiento del dispositivo sensor.	3 sesiones docentes
<b>Experimentos Prácticos</b>	Esta fase se refiere tanto a la explicación por parte del docente de los diferentes experimentos prácticos como a la puesta en marcha de éstos por parte del alumnado, con los cálculos pertinentes incluidos.	3 sesiones docentes

Tabla 7: Temporalidad Actividad I

El tiempo total de la actividad es de 6 sesiones docentes aunque es conveniente prever diferentes eventualidades por lo cual sería ideal añadir una sesión docente más por lo que la *temporalidad total de la actividad* sería de *7 sesiones docentes*.

Una vez visto la temporalidad ideal para el desarrollo de la actividad es necesario establecer una agrupación de alumnos que permita que la actividad transcurra correctamente y sin imprevistos. Primero es esencial que sea el docente el que forme los diferentes grupos de trabajo poniendo especial cuidado para homogeneizar correctamente éstos y no existan futuros problemas por ejemplo de comportamiento. Lo ideal a la hora de agrupar a los alumnos en el curso de la actividad es que hubiera un *máximo de 10 grupos de alumnos* y a partir de esto tener en cuenta que los *grupos* de alumnos deben estar comprendidos *entre 2 y 3 alumnos*. Poniendo el ejemplo de contar con un grupo de 28 alumnos, se formarían 8 grupos de tres alumnos y 2 grupos de 2 alumnos.

### 3.8.2 Dificultades Generales de la Actividad

Dentro de todo proyecto se pueden presentar diferentes dificultades a lo largo de su transcurso y en esta actividad no va a ser menos. Estas posibles dificultades que pueden surgir se pueden dividir según el punto de vista que se observe: desde punto de vista del docente o desde el punto de vista de los propios alumnos.

Los *problemas* que pueden afectar *desde el punto de vista del docente* en el transcurso de actividad de manera genérica son variados por ello se exponen en la siguiente lista de elementos los más importantes teniendo en cuenta posibles soluciones a estas dificultades:

- **Falta de Seguridad:** En la actividad se van a utilizar herramientas diversas, como el soldador de estaño, que con un mal uso por parte del alumnado pueden llegar a ser peligrosas y poner en riesgo a éstos. Para evitar esta situación es muy importante mantener la disciplina y no tener un grupo de alumnos excesivo que puedan incurrir en una falta de comportamiento por no estar el docente vigilando. Si el grupo de alumnos fuese demasiado grande se podría llevar la clase junto a otro docente para que fuera más fácil la vigilancia del alumnado. Aun así, hay que invertir parte del tiempo de la actividad en nociones de seguridad con las herramientas para todo el grupo de alumnos.
- **Falta de Motivación del Alumnado:** Que los alumnos no pongan de su parte a la hora de realizar ciertas tareas como puede ser esta actividad es algo que puede ocurrir. Si no se soluciona este aspecto puede ocurrir que el comportamiento de los alumnos no sea el adecuado y pueda influir en la seguridad de la construcción. Es necesario pues, minimizar la falta de motivación de todos los alumnos tratando de hacer atractiva la actividad para ellos. Pero no sólo desde el aspecto de las notas que puedan obtener, sino tratando de que las partes que componen la actividad se relacionen con aspectos de la realidad que puedan conocer y gustarles.
- **Comportamiento del Alumnado:** El comportamiento de los alumnos puede provocar graves dificultades en el desarrollo de la actividad en general. El comportamiento puede derivar en faltas de seguridad en el taller, falta de entendimiento de conceptos e incluso falta de motivación de alumnos que tengan buen comportamiento. Antes de iniciar el desarrollo de la actividad, es necesario poner normas de actitud y comportamiento. Después se puede ver si es factible realizar esta actividad con el grupo de alumnos que tenemos o no es posible. Aun así lo más importante es no permitir ninguna falta de disciplina desde un inicio.
- **Explicación de Conceptos:** A la hora de afrontar el trascurso de la actividad el docente tendrá que explicar esquemas eléctricos, conceptos y diferentes aspectos teóricos que pueden resultar complejos para los alumnos o simplemente que no hayan sido visto por los alumnos en toda su educación. Por ello es necesario conocer de antemano cuales son los conocimientos previos que tienen los alumnos para adecuar las explicaciones a la preparación que tienen éstos.

Los *problemas* que pueden afectar *desde el punto de vista del alumnado* en el transcurso de la actividad, de manera general, no son tan diversos y se resumen en un solo punto donde se tienen en cuenta posibles soluciones a esta dificultad siendo el punto el siguiente:

- **Comprensión de Conceptos:** La adquisición de nuevos conceptos y aspectos teóricos y la comprensión de esquemas eléctricos más complejos es algo que el

alumno debe conseguir a lo largo del transcurso de la actividad. Pero puede ocurrir que existan lagunas de conocimiento que pueden provocar fallos en los diseños del sensor, en la práctica de los experimentos e incluso en los cálculos realizados en los experimentos. Por ello el docente debe observar si cada uno de alumno tiene problemas de comprensión para actuar cuanto antes y mitigar cualquier posible error en la actividad.

### 3.8.3 *Dificultades en la Construcción*

En la fase de construcción de esta actividad I van a surgir diversas dificultades sobre todo desde el punto de vista del alumnado. Las dificultades que puedan existir desde el punto de vista docente son las expuestas en la parte de dificultades generales de la actividad no existiendo ninguna específica a la construcción.

Los *problemas* que pueden afectar *desde el punto de vista del alumnado* en la fase de construcción son variados, pero, en la siguiente lista de elementos se expondrán los más importantes, teniendo en cuenta posibles soluciones a los problemas:

- **Comprensión de los Esquemas Eléctricos:** A la hora de abordar la construcción del “sensor” se requieren unos conocimientos básicos por parte de los alumnos sobre esquemas eléctricos. Los alumnos deben tener dicha preparación de cursos anteriores pero siempre existen lagunas de conocimiento. Esto puede suponer un problema en esta fase de la actividad que se puede intentar solucionar. Primero es necesario, por parte del docente, tener constancia de los conocimientos previos de los que parten los alumnos para saber en qué conceptos ahondar. Después, antes de comenzar la actividad, puede ser beneficioso la entrega de un guion de la actividad con la correspondiente explicación de éste a los alumnos. Aunque los alumnos no tengan problemas conceptuales sobre esquemas eléctricos, es conveniente que se invierta un poco más de tiempo en la exposición de éstos.
- **Adquisición de los Materiales:** Hay una parte de los materiales para la construcción del circuito eléctrico que pueden no ser provistos por el centro educativo provocando que los alumnos tengan que adquirir dichos materiales por su cuenta. Es probable que ocurra que los alumnos no traigan los materiales comprados una vez se inicie la construcción del sensor induciendo en la imposibilidad de trabajar y en la pérdida de tiempo para la elaboración del circuito. Para evitar este problema el docente debe advertir a los alumnos, con un lapso de tiempo adecuado, de la necesidad de comprar los diferentes elementos y en qué tiendas se pueden adquirir. Es beneficioso que los alumnos lleven los elementos al taller días antes del comienzo de la construcción y tengan la posibilidad de guardarlos allí.
- **Soldadura de Elementos Eléctricos:** Durante la fase de construcción de la actividad hay que soldar con estaño diferentes elementos eléctricos, lo cual, puede ser bastante problemático para los alumnos. Para mitigar estos problemas, es útil invertir parte del tiempo de la actividad en hacer pruebas de soldadura con estaño para que mejoren en su habilidad con la herramienta. Aun así, puede haber

fallos en la soldadura de elementos por lo que no está de más adquirir materiales por duplicado por si existen desperfectos en ellos durante su ensamblaje.

### 3.8.4 *Dificultades en los Experimentos*

En la fase de puesta en marcha de los experimentos prácticos de esta actividad I van a surgir diversas dificultades tanto desde el punto de vista del docente como desde el del alumnado. Los problemas expuestos en la parte de dificultades generales de la actividad también afectarán a esta parte de experimentos prácticos.

Los *problemas* que pueden afectar *desde el punto de vista del docente* en el transcurso de los experimentos prácticos son variados, por ello se exponen en la siguiente lista de elementos los más importantes teniendo en cuenta posibles soluciones a estas dificultades:

- **Control del Experimento:** Una parte importante de esta fase, es el control que se haga por parte del docente de la realización de los experimentos por los alumnos. Puede ocurrir, al existir numerosos grupos de alumnos, que no se hagan las mediciones correctamente, que se coloquen mal los elementos que intervienen en las medidas, que se utilice incorrectamente el dispositivo “sensor” o simplemente que no se realice el experimento. Por ello el docente debe estar muy atento en esta fase de la actividad e incluso sería conveniente que en esta parte hubiese dos profesores que pudieran ayudar a todos los grupos para mejorar el control de la clase.
- **Explicación de los Experimentos:** Antes de empezar esta fase experimental, el profesor debe explicar de qué manera y para qué se van a realizar los diferentes experimentos. La posibilidad de que los alumnos no entiendan cómo se realizan los experimentos y con qué objetivos se hacen, existe. Por ello es conveniente que el docente entregue de antemano, un guion a los alumnos con la descripción y objetivos de los experimentos ilustrando a los alumnos sobre las partes que lo componen.
- **Explicación de los Errores en las Medidas:** Todas las medidas, durante la realización de los experimentos, van a estar afectadas en algún grado por un error experimental debido a las imperfecciones inevitables del instrumento de medida, a las limitaciones impuestas por nuestros sentidos que deben de registrar la información, o al uso de pocas cifras significativas en los cálculos previstos. Por ello es primordial que el docente explique antes del inicio de los experimento los diferentes errores que se puedan cometer y como paliarlos. En especial, deberá poner énfasis en los errores de medida que van a existir en el experimento de cálculo de la aceleración de la gravedad.

Los *problemas* que pueden afectar *desde el punto de vista del alumnado* en el transcurso de esta fase de los experimentos interdisciplinarios son variados, pero, en la siguiente lista de elementos se expondrán los más importantes, teniendo en cuenta posibles soluciones a los problemas:

- **Colocación de los Experimentos:** Los experimentos deben tener una colocación idónea para las correctas medidas experimentales. Una mala situación del “sensor” o mal movimiento del péndulo puede provocar errores graves en las medidas. Los alumnos pueden incurrir en estos errores y es el docente el que debe instruirles en la situación adecuada de los elementos materiales que intervienen en ellos. Para mejorar esta situación el docente de mantener el *control del experimento*.
- **Medidas Erróneas con la Aplicación Android:** Con la aplicación utilizada para la captación de datos de las medidas experimentales, se cogen intervalos de tiempo de manera manual. Esto puede hacer que los alumnos no elijan bien los intervalos de tiempo durante los experimentos provocando errores en las medidas. Es casi imposible evitar que los alumnos cometan errores en esta parte, pero es aconsejable invertir un poco de tiempo de la fase de experimentos en que practiquen con la aplicación Audiotime+ para minimizarlos.
- **Falta de Rigor en las Medidas:** Estas prácticas experimentales no son realizadas por científicos expertos sino por alumnos, lo que provoca que haya cierto descuido en las medidas y una falta de rigor. Puede pasar que cojan pocas cifras significativas en las medidas, no redondeen correctamente o simplemente no lo hagan. En el guion que se puede entregar a los alumnos, el docente debe incidir en este tema para mitigar el problema.

### 3.8.5 Valoración de la Actividad

El actual epígrafe del documento tiene el objetivo de efectuar una *valoración subjetiva de la actividad I: Emisor-Receptor de Infrarrojos*. En esta valoración se pretende valorar diversos aspectos como son: la dificultad de realización de la actividad de manera global; la utilidad que pueda tener para los alumnos como actividad didáctica; y la viabilidad de llevar a cabo la actividad en un centro educativo.

La *dificultad* que presenta esta actividad I hay que analizarla desde dos partes diferenciadas: desde la parte de la construcción del dispositivo que se va a utilizar para realizar medidas y desde la parte de la realización de los experimentos prácticos. La construcción del dispositivo que se utilizará para efectuar las medidas no va a presentar una dificultad muy alta de manera general. La única excepción que puede existir es el problema de utilizar correctamente el soldador de estaño para realizar las conexiones eléctricas por parte de los alumnos. A pesar de que el uso del soldador de estaño pueda ser un problema implícito para el transcurso de la actividad puede hacer que los alumnos mejoren en el uso de herramientas que es algo que la asignatura de Tecnología exige desde los contenidos curriculares establecidos. Los experimentos prácticos, por otro lado, van a presentar un grado de dificultad algo más elevado siendo uno de ellos más complejo que el otro. Por ejemplo, el experimento práctico de cálculo de la fuerza de la gravedad mediante un péndulo simple va a ser el más complejo. En él la dificultad va a residir en la toma de datos de los intervalos de oscilación donde si los alumnos no ponen de su parte se van a cometer numerosos



errores. En el experimento de cálculo de la velocidad instantánea de un elemento de movimiento, la dificultad va a ser mínima puesto que no se requiere hacer nada complicado. Con todo esto cabe decir que ***controlando ciertos aspectos de la actividad su dificultad no va a ser elevada.***

La ***utilidad*** como actividad didáctica que pueda presentar esta actividad I para los alumnos también hay que estudiarla desde dos partes diferentes: desde la parte de la construcción del dispositivo “sensor” y desde la parte de la realización de los experimentos prácticos. La construcción del dispositivo “sensor” va a proporcionar a los alumnos ***conocimientos prácticos sobre elementos electrónicos básicos***, así como diferentes ***formas de conexión***. Además puede ser de gran utilidad para que aprendan a usar, de forma segura y eficiente, herramientas más complejas como es el soldador de estaño. En cuanto a los experimentos prácticos, principalmente van a ser útiles para ***introducir conceptos teóricos para llevarlos a la práctica*** como son: los errores de medida, la medida y análisis de datos experimentales; el movimiento rectilíneo uniforme (MRU) y el movimiento uniformemente acelerado (MRUA); el péndulo simple, la ley de gravitación universal y la aceleración de la gravedad. Pero en mi opinión, su utilidad principal va a ser la de ***acercar a los alumnos experimentos científicos*** de una manera que puedan encontrar ***más atractiva***.

La ***viabilidad*** de llevar a cabo la actividad I en un centro educativo va a ser factible en todo su contenido. La construcción del dispositivo para realizar las medidas experimentales es posible con la única exigencia de que exista un taller apropiado para su elaboración y sobre todo, compromiso del profesorado para llevarlo a cabo. Tanto el experimento de cálculo de la aceleración de la gravedad mediante un péndulo simple como el de cálculo de la velocidad instantánea de un elemento de movimiento van a ser posible ya que no es necesario tener disponibles ni grandes recursos materiales ni humanos para su puesta en marcha. Con todo esto cabe resumir que, es ***viable la aplicación de todo el contenido de la actividad I.***

## 4. ACTIVIDAD II: FOTORRESISTOR (LDR=LIGHT DEPENDANT RESISTOR)

Esta segunda actividad al igual que la actividad del emisor receptor de infrarrojos y tal y cómo se expuso en la introducción del documento, estará ligada al curso de 4º de la ESO, en especial a la asignatura de Tecnología. En un inicio, se va a diseñar y desarrollar la construcción de un **circuito captador de luz con una fotorresistencia o LDR muy simple**, utilizando, al igual que en la actividad anterior, dicho circuito como “sensor” exterior de un smartphone. Este “sensor” se vinculará a través de la conexión de audio del dispositivo móvil del mismo modo que anteriormente. De la misma manera, se utilizará la aplicación Android *AudioTime*<sup>2</sup> para realizar lecturas de datos medidas por el “sensor” y para ser mostradas en el dispositivo móvil. Estas lecturas de datos se utilizarán en experiencias prácticas propuestas. Esto quiere decir, que tanto dispositivo móvil como “sensor” van a funcionar y ser usados simultáneamente como instrumentos de medida en diferentes prácticas interdisciplinares no ligadas a la Tecnología sino a las materias de Matemáticas y Física.

La descripción de este epígrafe será muy similar a la desarrollada en la actividad I. Primero, se mostrará la motivación de la actividad, así como la relación que mantiene con las diferentes asignaturas del currículo de 4º de ESO. A continuación se detallará la actividad, exponiendo los diseños de los circuitos, su construcción y su funcionamiento. Se continuará con el planteamiento de las diferentes prácticas interdisciplinares o experimentos a realizar. Finalmente existirá una reflexión sobre la actividad en su conjunto.

### 4.1 MOTIVACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Como en la actividad anterior hay una falta evidente de contenidos didácticos eminentemente prácticos, que tengan los dispositivos móviles como principales actores y que puedan interrelacionarse entre varias materias. Debido a ello se ha tratado de abordar la realización de esta actividad. Como se expuso anteriormente, la motivación principal es poder elaborar contenidos didácticos que puedan relacionarse con las ideas de:

- ❖ **Interdisciplinariedad:** La relación entre las asignaturas de Tecnología, Matemáticas y Física va a existir debido a la combinación de la realización de la construcción del circuito y los experimentos prácticos que se van a confeccionar.
- ❖ **BYOD:** Los alumnos tendrán una motivación extra al poder usar su propio dispositivo móvil para el desarrollo de las actividades.
- ❖ **Aprendizaje Práctico:** La actividad al completo está compuesta de prácticas y experimentos, donde además de obtener un aprendizaje experiencial conseguirán afianzar conceptos meramente teóricos

---

<sup>2</sup> Ciencia Móvil - AudioTime+:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.ius.audiotimeplus>

Los artículos científicos leídos para la actividad anterior donde se exponen experiencias relacionadas con el cálculo de diferentes variables y constantes físicas [13, 18] también han determinado el sino de las actividades experimentales de esta actividad II. En esta actividad, además de intentar que los fenómenos y constantes Físicas no se expliquen de manera simplemente teórica sino experimentando con ellas con el fin de que el alumnado comprenda mejor y obtenga un aprendizaje completo de la materia, se tratará de realizar prácticas con una parte de las matemáticas donde no se suele poner énfasis en la experimentación como es la Estadística. En la realidad, se suele explicar esta parte del temario de manera únicamente teórica por lo que en esta actividad, se intentará adquirir los datos estadísticos por mediciones hechas por los propios alumnos y así hacerla más completa e interesante.

## 4.2 RELACIÓN CON EL CURRÍCULO

La ORDEN EDU/362/2015 que regula los contenidos para la ESO es la que va a relacionar esta actividad II con los contenidos evaluables establecidos en el currículo de Castilla y León (BOCyL, 2015). Especialmente, la correspondencia va a existir con las partes de la orden que determinan los Currículos para las asignaturas de 4º de la ESO de Física, Matemáticas y Tecnología.

La primera parte de esta actividad va a estar relacionada con el **Bloque 3: Electrónica** de los contenidos establecidos para la materia de Tecnología de 4º de la ESO por la orden educativa antes mencionada (BOCyL, 2015) . La parte que, exactamente, va a estar relacionada con esos contenidos, será aquella en la que se desarrolla la construcción del circuito eléctrico “sensor” y se analiza la manera en la que se presentan las señales de salida del mismo. La siguiente tabla muestra los contenidos a tratar y los posibles estándares de aprendizaje evaluables que se pueden aplicar:

TECNOLOGÍA 4º ESO	
<i>Bloque 3: Electrónica</i>	
CONTENIDOS	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
➤ Señal analógica y señal digital.	✓ Describe el funcionamiento de un circuito electrónico formado por componentes elementales.
➤ Electrónica analógica. Componentes básicos. Simbología y análisis de circuitos elementales.	✓ Explica las características y funciones de componentes básicos: resistor, condensador, diodo y transistor. ✓ Emplea simuladores para el diseño y análisis de circuitos analógicos básicos, empleando simbología adecuada.
➤ Montaje de circuitos sencillos.	✓ Realiza el montaje de circuitos electrónicos básicos diseñados previamente.

Tabla 8: Electrónica > Tecnología 4º ESO (Act II)

La segunda parte de esta actividad II va a estar relacionada con varios bloques de contenidos de las materias de Física y Matemáticas de 4º de la ESO. Para los contenidos establecidos para la materia de Física de 4º de la ESO por la orden

educativa antes mencionada (BOCyL, 2015) se relacionará con el **Bloque 1. La Actividad Científica** y con el **Bloque 2. El movimiento y las Fuerzas**. Para los contenidos establecidos para la materia de Matemáticas de 4º de la ESO por la orden educativa antes mencionada (BOCyL, 2015) se relacionará con el **Bloque 5: Estadística y Probabilidad**. Los cálculos y mediciones realizados durante los experimentos prácticos interdisciplinares que se van a ejecutar utilizando el circuito eléctrico construido y los dispositivos móviles conectados a él van a ser exactamente la parte que va a estar vinculada a esos contenidos anteriormente mencionados. Las tablas que se muestran a continuación exponen los contenidos a tratar y los posibles estándares de aprendizaje evaluables que se pueden aplicar:

<b>MATEMÁTICAS 4º ESO</b>	
<b>Bloque 5: Estadística y Probabilidad</b>	
<b>CONTENIDOS</b>	<b>ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gráficas estadísticas: Distintos tipos de gráficas. Análisis crítico de tablas y gráficas estadísticas en los medios de comunicación. Detección de falacias.</li> <li>➤ Medidas de centralización y dispersión: interpretación, análisis y utilización. Comparación de distribuciones mediante el uso conjunto de medidas de posición y dispersión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Interpreta críticamente datos de tablas y gráficos estadísticos.</li> <li>✓ Representa datos mediante tablas y gráficos estadísticos utilizando los medios tecnológicos más adecuados.</li> <li>✓ Calcula e interpreta los parámetros estadísticos de una distribución de datos utilizando los medios más adecuados (lápiz y papel, calculadora u ordenador).</li> <li>✓ Selecciona una muestra aleatoria y valora la representatividad de la misma en muestras muy pequeñas.</li> <li>✓ Representa diagramas de dispersión e interpreta la relación existente entre las variables.</li> </ul>

Tabla 9: Estadística y Probabilidad > Matemáticas 4º ESO (Act II)

<b>FÍSICA 4º ESO</b>	
<b>Bloque 1. La Actividad Científica</b>	
<b>CONTENIDOS</b>	<b>ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carácter aproximado de la medida. Errores en la medida. Error absoluto y error relativo. Expresión de resultados. Análisis de los datos experimentales. Tablas y gráficas. Tecnologías de la Información y la Comunicación en el trabajo científico. El informe científico. Proyecto de investigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Calcula e interpreta el error absoluto y el error relativo de una medida conocido el valor real.</li> <li>✓ Calcula y expresa correctamente, partiendo de un conjunto de valores resultantes de la medida de una misma magnitud, el valor de la medida, utilizando las cifras significativas adecuadas.</li> <li>✓ Representa gráficamente los resultados obtenidos de la medida de dos magnitudes relacionadas infiriendo, en su caso, si se trata de una relación lineal, cuadrática o de proporcionalidad inversa, y deduciendo la fórmula.</li> </ul>

Tabla 10: Actividad Científica > Física 4º ESO (Act II)

<b>FÍSICA 4º ESO</b>	
<b>Bloque 2. El movimiento y las Fuerzas</b>	
<b>CONTENIDOS</b>	<b>ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Movimientos rectilíneo uniforme, rectilíneo uniformemente acelerado y circular uniforme. Representación e interpretación de gráficas asociadas al movimiento.</li> <li>➤ Naturaleza vectorial de las fuerzas. Composición y descomposición de fuerzas. Resultante.</li> <li>➤ Fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta.</li> <li>➤ Ley de la gravitación universal. El peso de los cuerpos y su caída.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deduce las expresiones matemáticas que relacionan las distintas variables en los movimientos rectilíneo uniforme (M.R.U.), rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.), y circular uniforme (M.C.U.), así como las relaciones entre las magnitudes lineales y angulares.</li> <li>✓ Determina el valor de la velocidad y la aceleración a partir de gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo en movimientos rectilíneos.</li> <li>✓ Diseña y describe experiencias realizables bien en el laboratorio o empleando aplicaciones virtuales interactivas, para determinar la variación de la posición y la velocidad de un cuerpo en función del tiempo y representa e interpreta los resultados obtenidos.</li> <li>✓ Identifica las fuerzas implicadas en fenómenos cotidianos en los que hay cambios en la velocidad de un cuerpo.</li> <li>✓ Justifica el motivo por el que las fuerzas de atracción gravitatoria solo se ponen de manifiesto para objetos muy masivos, comparando los resultados obtenidos de aplicar la ley de la gravitación universal al cálculo de fuerzas entre distintos pares de objetos.</li> <li>✓ Obtiene la expresión de la aceleración de la gravedad a partir de la ley de la gravitación universal, relacionando las expresiones matemáticas del peso de un cuerpo y la fuerza de atracción gravitatoria.</li> </ul>

Tabla 11: El movimiento y las Fuerzas > Física 4º ESO (Act II)

### 4.3 CONCEPTOS PRELIMINARES

Es necesario, para poder emprender el diseño y construcción del circuito eléctrico que vamos a elaborar, tener diferentes conceptos claros antes de empezar. Inicialmente, es preciso saber qué es el elemento principal a utilizar dentro del “sensor” que se va a construir, que en este caso es: una **fotorresistencia o LDR**

#### 4.3.1 Fotorresistencia (LDR)

LDR es el acrónimo de Light Dependent Resistor, dispositivo cuya resistencia óhmica es una función de la iluminación recibida sobre su superficie (fotorresistencia) y cuyo funcionamiento se basa en el efecto fotoeléctrico. Una fotorresistencia está hecha de un semiconductor de alta resistencia donde las células de este material varían su resistencia según la cantidad de luz que incide en ellas. Se

suele representar por un símbolo de una resistencia o impedancia en la que inciden unos rayos

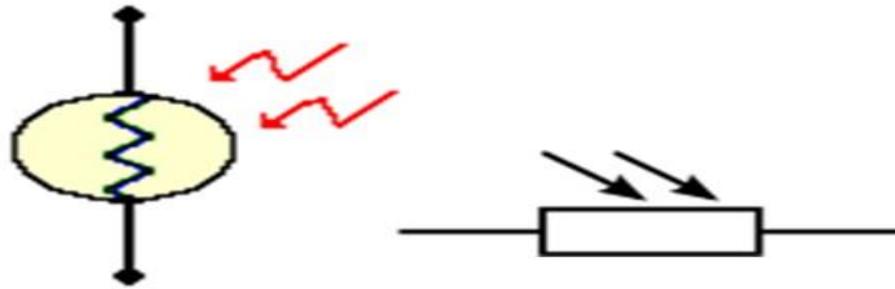


Imagen 35: Simbología LDR

En un LDR, si la luz que incide en el dispositivo es de alta frecuencia, los fotones son absorbidos por el semiconductor dando a los electrones la suficiente energía para saltar la banda de conducción. El electrón libre que resulta, y su hueco asociado, conducen la electricidad, de tal modo que disminuye la resistencia. Los valores típicos varían entre  $1\text{ M}\Omega$ , o más, en la oscuridad y  $100\ \Omega$  con luz brillante.

La relación de dependencia que existe entre resistencia e iluminación se establece mediante la fórmula:

$$R = A * L^{-\alpha}$$

En la cual R es la resistencia en ohmios, L es la iluminación en lux y A,  $\alpha$  son constantes que dependen del tipo de material con que se ha construido la fotorresistencia y del proceso de manufactura. Dicha relación de dependencia se convierte en lineal si se utiliza escala logarítmica, tal y como se presenta en la siguiente imagen:

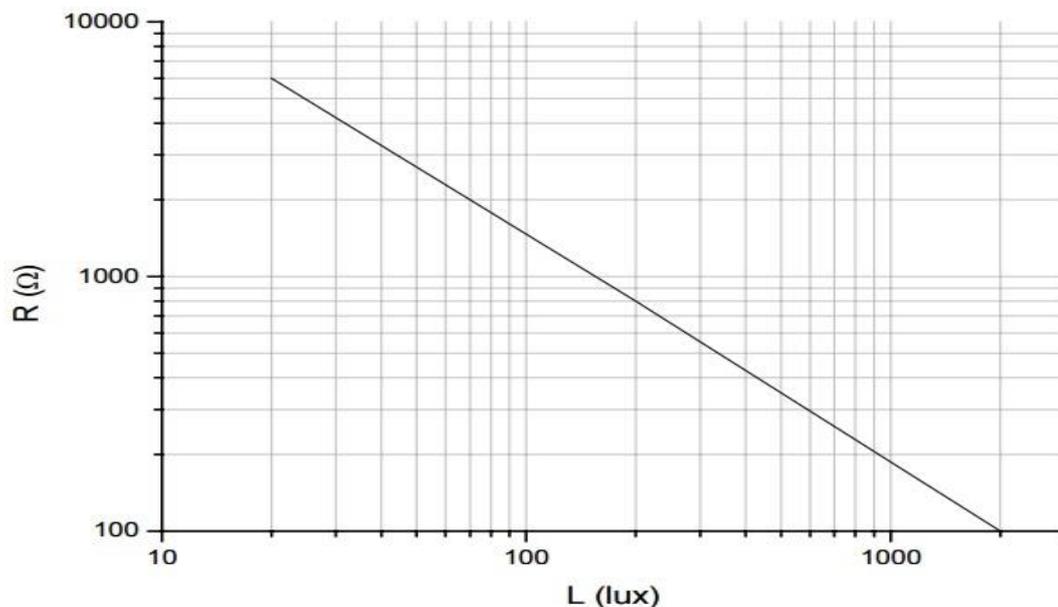


Imagen 36: Dependencia entre iluminación y resistencia para una LDR típica

Los materiales que intervienen en la construcción de las LDR, comúnmente, son Sulfuro de Cadmio, utilizado como elemento sensible a las radiaciones visibles, o Sulfuro de Plomo, utilizado en las LDR que trabajan en el infrarrojo. Estos

materiales se colocan encapsulados en vidrio o resina. Los valores típicos de  $\alpha$  para fotorresistencias de Sulfuro de Cadmio (CdS) que trabajan en el visible están comprendidos en el intervalo 0.7-0.9.

## 4.4 DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

El diseño es el punto de partida de cualquier construcción sea cual sea su dominio, eléctrico, mecánico o de edificación. Es fundamental, elaborar un listado de materiales necesarios para el desarrollo del dispositivo eléctrico “sensor” antes de iniciar la confección de éste. Estos materiales incluidos en el listado deben ser, además, presupuestados mediante un catálogo de los precios de éstos. Para finalizar, con los materiales y presupuesto elaborado solo es necesario exponer los diferentes esquemas eléctricos a utilizar en la construcción, tratando de explicar los diferentes aspectos relevantes que se han tenido en cuenta o han sido aplicados en la elaboración eléctrica. Las consideraciones o notas que deban detallarse por ser necesarias también se tendrán en cuenta. Cubriendo el desarrollo de estos tres aspectos el diseño del circuito eléctrico sería completo.

### 4.4.1 *Materiales Necesarios*

La finalidad de esta sección va la posibilidad de ayudar a exponer los materiales que se van a utilizar para la construcción del dispositivo eléctrico. Se muestra, a continuación, un listado con los materiales necesarios para la elaboración de la construcción del diseño teniendo en cuenta la cantidad que se va a utilizar de cada uno de ellos. Al lado de cada material habrá una imagen de éste para mayor comprensión de su composición.

*Placa de Fibra  
de Vidrio  
Cuadros*

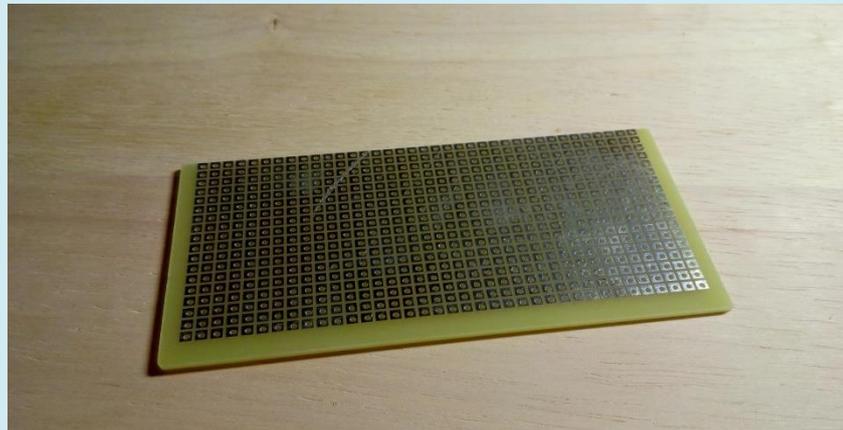


Imagen 37: Placa de Fibra de Vidrio (Act II)

*Soldador de  
Estaño y  
Estaño  
Trimetal de  
1mm*



Imagen 38: Soldador y Estaño (Act II)

*Cable Trenzado*



Imagen 39: Cable Trenzado (Act II)

*Célula  
Fotoconductora*



Imagen 40: Fotorresistencia LDR

*Resistencia de  
Carbón de 1kΩ*



Imagen 41: Resistencia 1kΩ (Act II)

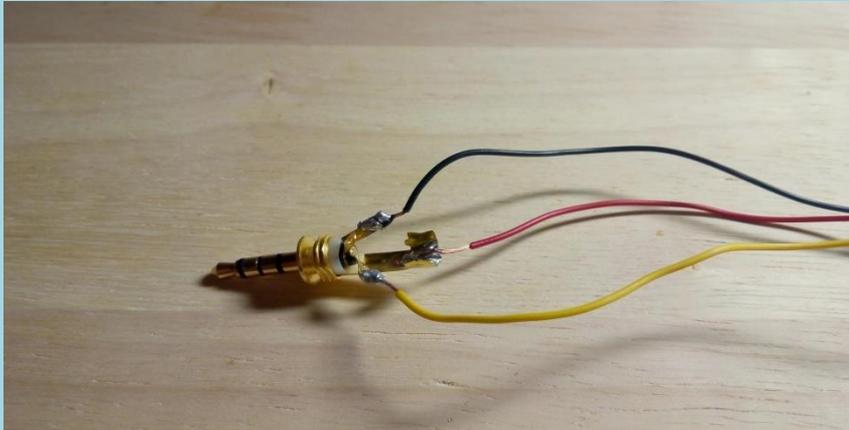
<p><b>Resistencia de Carbón de 10kΩ</b></p>	 <p>Imagen 42: Resistencia 10kΩ (Act II)</p>
<p><b>Condensador Cerámico de 0,1 μF 50V</b></p>	 <p>Imagen 43: Condensador 0.1 μF (Act II)</p>
<p><b>Conector Jack Dorado de 4 polos de 3,5 mm</b></p>	 <p>Imagen 44: Conector Jack 3.5 mm (Act II)</p>

Tabla 12: Materiales Circuito Fotorresistor

#### 4.4.2 Precios del Diseño

A continuación, se tendrá que realizar un presupuesto de la compra de los materiales expuestos anteriormente para realizar el diseño eléctrico. Al igual que en la actividad I, hay que exponer que todos los materiales que se han utilizado en la elaboración del “sensor” han sido adquiridos en una tienda local de venta de elementos eléctricos y electrónicos. Seguidamente, se expone una tabla con los precios de cada material y el presupuesto final para cada diseño que se vaya a elaborar, además de unas notas aclaratorias finales sobre el presupuesto total.

<i>Placa de Fibra de Vidrio Cuadros</i>	2.74 €
<i>Soldador de Estaño (1)</i>	-----
<i>Estaño Trimetal de 1mm (2)</i>	1.28 €
<i>Cable Trenzado (3)</i>	0.25 €
<i>Célula Fotoconductora LDR</i>	0.84 €
<i>Resistencia de Carbón de 1kΩ</i>	0.04 €
<i>Resistencia de Carbón de 10kΩ</i>	0.05 €
<i>Condensador Cerámico de 0,1 μF 50V</i>	0.11 €
<i>Conector Jack Dorado de 4 polos de 3,5 mm</i>	0.92 €
<b><i>PRESUPUESTO TOTAL</i></b>	<b>6.23 € (4)</b>

Tabla 13: Presupuesto Circuito Fotorresistencia

- (1) El soldador de estaño se supone que lo puede proporcionar el centro educativo a los propios alumnos. Si no fuese así, el precio por cada soldador de estaño está rondando los 8.50 €.
- (2) El precio del estaño utilizado para soldar se ha calculado para cada 10 grupos de alumnos ya que con un rollo sería suficiente para todos. El precio del rollo de estaño sería de 10.28 €.
- (3) El precio del cable trenzado se ha calculado para cada 3 grupos de alumnos ya que si no existiría un excedente de cable. El precio del metro de cable trenzado es de 0.76 €.
- (4) El presupuesto total puede variar si los elementos materiales son adquiridos para todos los grupos de alumnos a través de la compra por internet. Esto haría que dicho presupuesto para cada proyecto sea bastante inferior al calculado.

#### 4.4.3 Esquemas Eléctricos

En este epígrafe llega la hora de plasmar los diseños eléctricos que se van a tener que construir de manera posterior. En este caso hay que tener en cuenta, primeramente, que únicamente existe un circuito independiente, el **circuito Fotorresistor**. La siguiente imagen esquematiza el funcionamiento del circuito eléctrico al completo:



Imagen 45: Esquema Circuito Emisor-Receptor IR

El funcionamiento del circuito es muy simple. La señal de entrada es la variación que existe en la cantidad de luz que incide sobre el LDR del circuito Fotorresistor, el cual transforma la señal en eléctrica y la hace salir hacia el smartphone por la conexión de audio. En él se muestra visualmente la señal mediante la representación gráfica que ofrece la aplicación Android.

Otro aspecto importante a tener en cuenta, al igual que en la actividad I, va a ser la manera en que se conecta el conector Jack dentro de nuestro circuito (Para más

detalles ver ANEXO I) y la manera en la se va a representar en el diseño del esquema eléctrico. La siguiente imagen muestra la distribución de la que se compone una conexión Jack y la representación que tiene en el diseño eléctrico.



Imagen 46 Equivalencia Conector Jack (Act II)

Como inicio a la conexión del **Circuito Fotorresistor** hay que mencionar qué es lo que va a ser utilizado como fuente de alimentación de la instalación. En este caso, será el voltaje obtenido a través de la conexión al smartphone. Dicha conexión entre el circuito Fotorresistor y el smartphone será mediante el cable de audio Jack. Con la intención de proteger de sobretensiones el circuito se instalará una resistencia en serie de  $10\text{ k}\Omega$  en serie entre los terminales de micrófono y tierra del Jack. Seguidamente, se conexasionará la fotorresistencia o LDR en serie con una resistencia de  $1\text{ k}\Omega$  entre el terminal izquierdo y el terminal tierra del Jack. Esta resistencia funcionará como protector de sobretensiones del propio Fotorresistor. En el caso de la fotorresistencia la polaridad en la que se conecten sus patillas es la misma porque no habrá que poner excesiva atención en su conexión. Para finalizar se conectará en paralelo a la resistencia de  $10\text{ k}\Omega$  antes mencionada, un condensador de  $0.1\text{ }\mu\text{F}$  para filtrar la señal de salida, es decir se hará un filtro de paso bajo. La siguiente imagen muestra el esquema a utilizar para la conexión.

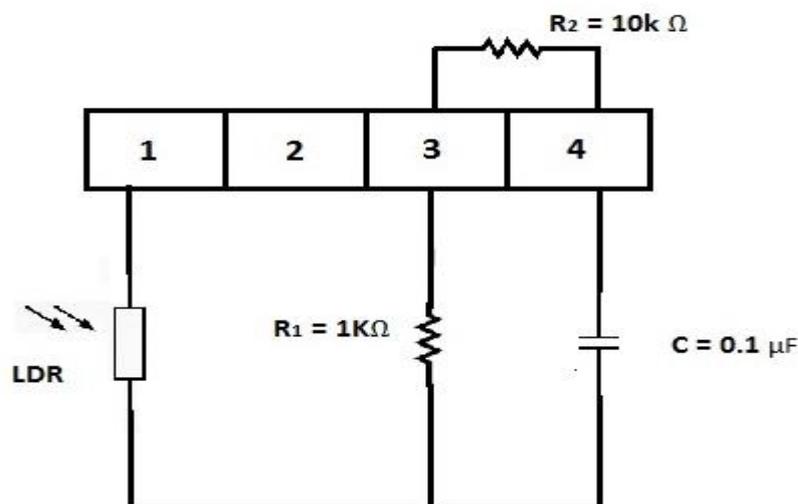


Imagen 47: Esquema Conexión Circuito Fotorresistor

Con el esquema anterior, ya se podrá iniciar la construcción del circuito eléctrico de manera real soldando, cada uno de los elementos que intervienen, con estaño a la placa de fibra de vidrio que se usará como soporte.

## 4.5 CONSTRUCCIÓN

La finalización del epígrafe de diseño del circuito eléctrico nos permite comenzar la construcción de la instalación. La construcción se iniciará con la conexión de los elementos que atañen al circuito Fotorresistor, continuando con el conexionado al smartphone, el cual va a completar la instalación del “sensor”. Antes de concluir este apartado de construcción, es necesario demostrar el correcto funcionamiento del circuito. Para ello se harán algunas pruebas de funcionamiento utilizando la aplicación Android AudioTime+ que será la utilizada como captadora de datos en los futuros experimentos prácticos que se efectuarán al final.

### 4.5.1 *Circuito Fotorresistor*

Con el diseño del Circuito Fotorresistor expuesto en el apartado 3.5 del presente documento y tras la conexión de los elementos en una placa de fibra de vidrio mediante soldadura de estaño obtenemos el siguiente circuito:

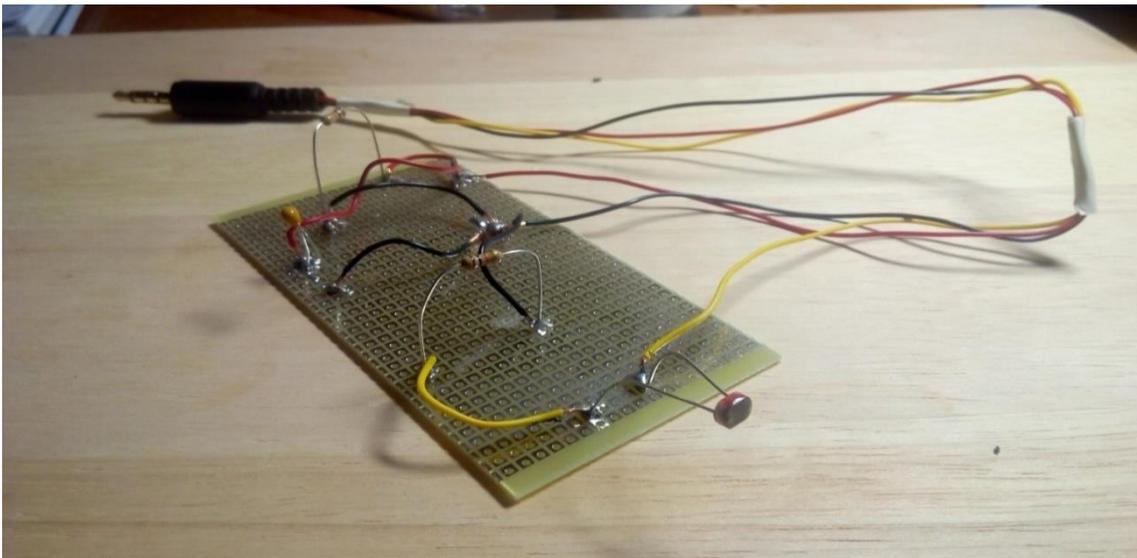


Imagen 48: Circuito Fotorresistor

Como en el circuito anterior, es aconsejable colocar primeramente los elementos en la placa e ir soldándolos poco a poco teniendo en cuenta especialmente en la conexión existente en paralelo. Es conveniente tener presente por donde van a pasar los cables para que no haya excesiva cantidad de cableado, así como, abundantes cruces de conexiones. Es recomendable el uso de cinta aislante para sujetar de manera segura los elementos.

### 4.5.2 *Circuito Conexionado a Smartphone*

Para que el “sensor” que queremos construir tenga todos sus elementos instalados solo hace falta el conexionado del dispositivo móvil al circuito eléctrico elaborado. La siguiente imagen muestra la composición:

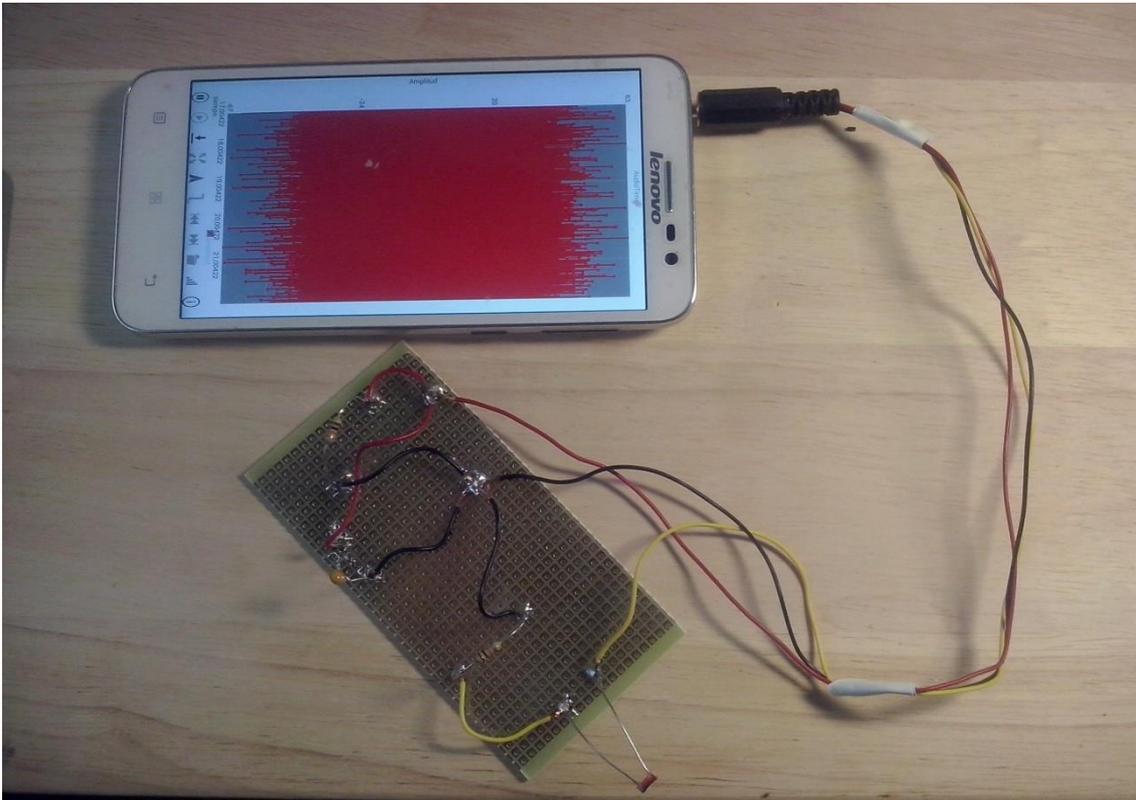


Imagen 49: Conexión a Smartphone del Circuito Fotorresistor

Como se puede dejar ver, el circuito Fotorresistor se conecta a la corriente proveniente del smartphone realizando éste mediciones gracias a la aplicación Android ya que el LDR se encuentra en un lugar donde existe luminosidad lo que provoca que la señal se vea en la gráfica sin variación a lo largo del tiempo. Ya sólo falta comprobar si realmente esta señal vista es fiable, es decir, comprobar si el funcionamiento es correcto.

### 4.5.3 *Comprobación de Funcionamiento*

En esta actividad el poder comprobar el funcionamiento general del circuito eléctrico muy simple y no hay que seguir un listado de pasos infinito para saber si funciona de manera correcta o incorrecta. En el método que se ha aplicado para observar el funcionamiento, habría que conectar el circuito Fotorresistor al smartphone con la aplicación de toma de datos incluida. Para ello se pone la Fotorresistencia en cualquier lugar y se conecta al smartphone donde se empieza a tomar datos con la aplicación Android. Entonces solo hace falta encender un foco luminoso cerca de la célula fotoeléctrica, como un mechero o linterna, y comprobar que la señal observada en el dispositivo móvil es distinta, tal y como muestra la siguiente imagen donde las variaciones son las veces que ha sido encendido el mechero cerca del LDR siendo un ejemplo el área marcada en amarillo.

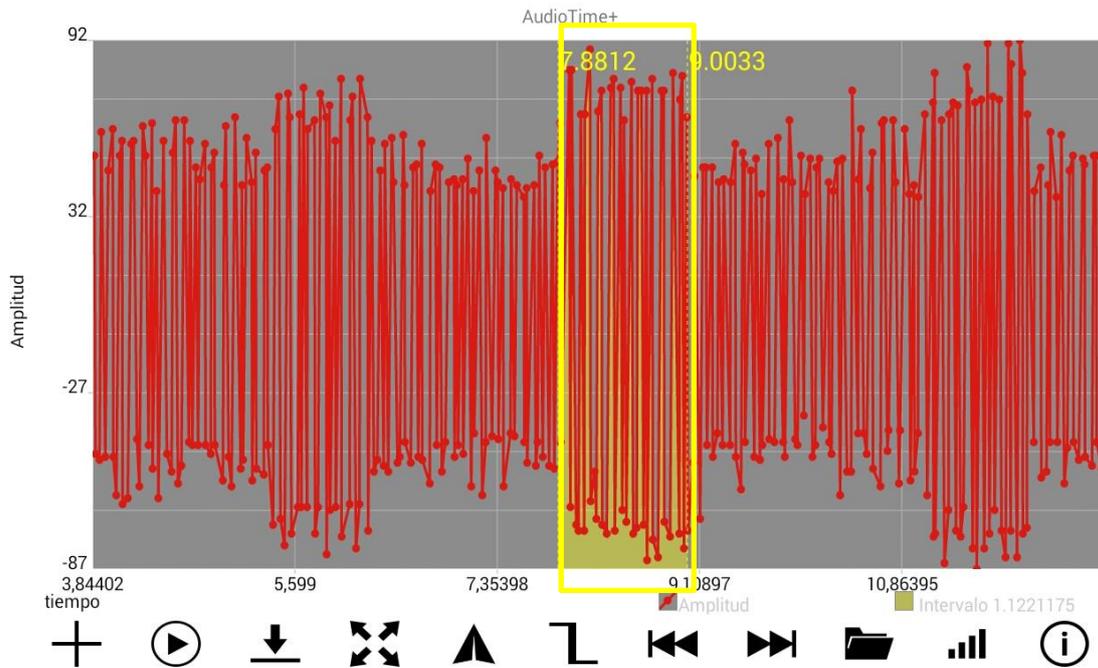


Imagen 50: Comprobación de Funcionamiento LDR

## 4.6 EXPERIMENTO PRÁCTICO III: CÁLCULO DE LA CONSTANTE DE UN MUELLE MEDIANTE OSCILACIONES.

Este experimento tiene como finalidad de calcular, de manera experimental, la constante de un muelle cualquiera, aplicando oscilaciones al paso por el sensor Fotorresistor que se ha elaborado anteriormente. Para ello se utilizarán materiales de uso cotidiano y que se puedan hallar en cualquier parte con el fin de que los costes del experimento sean prácticamente nulos.

### 4.6.1 Descripción del Experimento

Para dar comienzo a este experimento, lo primero que hay que hacer es elegir el elemento que se va a enganchar al muelle que pretendemos hacer oscilar. Es necesario conocer de antemano la masa del elemento oscilador puesto que se va a necesitar para resolver la ecuación de la constante “ $K$ ” del muelle. Como elemento de enganche, lo ideal, sería que el docente contase con pesas de medidas, pero no siempre van a esta a su alcance. Por ello, y como alternativa, en este experimento se va a utilizar una pastilla de Jabón de masa conocida para que cuelgue del muelle. Para mayor sujeción con el muelle, se acopla a la pastilla de jabón un tornillo de rosca con enganche.



Imagen 51: Muelle con la Pastilla de Jabón

Una vez tengamos nuestro elemento oscilador, el siguiente paso en este experimento es colocar el circuito Fotorresistor conexasiónado al Smartphone y con la aplicación AudioTime+ tomando medidas. Enfrente del circuito Fotorresistor, se colocará una linterna del tipo que sea cuyo haz de luz incida directamente sobre la fotorresistencia.<sup>3</sup> El lugar de colocación debe ser elevado y llano estando el circuito Fotorresistor y la linterna separados, posibilitando así, el paso del elemento oscilador entre ambos (Podría ser entre dos mesas próximas o dos sillas próximas por ejemplo). El paso a seguir a continuación, será realizar oscilaciones con el muelle unido a la masa elegida a través del sensor. Es conveniente hacer unas **20 oscilaciones completas** con muelle y así minimizar el error que se pueda cometer siendo esencial que dichas *oscilaciones* sean realizadas a solo en el *plano vertical*.



Imagen 52: Montaje Experimento III

Los eventos del paso del elemento oscilador a través del sensor quedarán registrados en la gráfica de AudioTime+. En esta gráfica solo se tendrá que medir los intervalos de tiempo equivalentes a cada periodo de oscilación del muelle. Esto

<sup>3</sup> Se ha introducido el uso de una linterna para que las medidas tomadas cuando pase el elemento oscilador por el sensor sean más claras. Esto se debe a cualquier variación en la luz ambiente (o que haya poca luz de por sí) en el lugar donde se realice el experimento, puede provocar lecturas de datos ilegibles o errores en las mediciones.

equivaldrá, en la gráfica de la aplicación, al intervalo entre el inicio de paso de la masa unida al muelle hasta el inicio del tercer paso del elemento oscilador (movimiento de ida y vuelta). Los intervalos medidos se anotarán en una hoja aparte, desechando los 3 o 4 primeros periodos de oscilación para así evitar los efectos de oscilación fuera del plano vertical. Con los periodos de oscilación anotados se hará una media entre los diferentes periodos anotados para así minimizar el error que se produce en la medida y sobre todo obtener el **periodo final de oscilación**.

Para calcular la constante de un muelle  $K$  mediante la medida de los periodos oscilación de una masa conocida unida a dicho muelle a través del sensor Fotorresistor solo hace falta aplicar la siguiente fórmula:

$$K = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

Donde  $m$  es la masa puntual unida al muelle en sus oscilaciones y que conocemos de antemano,  $T$  que es el periodo final de oscilación del péndulo y que también conocemos al haberlo obtenido anteriormente.

#### 4.6.2 Prueba del Experimento

Para iniciar la prueba de este experimento se ha acoplado un tornillo con gancho a una pastilla de jabón, pesando dicho conjunto en una balanza electrónica obteniendo un valor de  $m = 92 \text{ g} = 0.092 \text{ Kg}$ . Seguidamente, se han realizado oscilaciones con un muelle enganchado a dicha pastilla de jabón a través del circuito Fotorresistor y una linterna cuyo haz de luz incide directamente sobre la fotorresistencia. Se han grabado los datos de dichas oscilaciones en una gráfica de la aplicación móvil AudioTime+. Como prueba del experimento sólo se han capturado los datos de 4 oscilaciones completas conjunto oscilador, teniendo en cuenta que las 3 primeras no han sido tomadas en cuenta. La siguiente gráfica de la aplicación Android muestra la captación de datos de una de estas oscilaciones remarcada en amarillo:

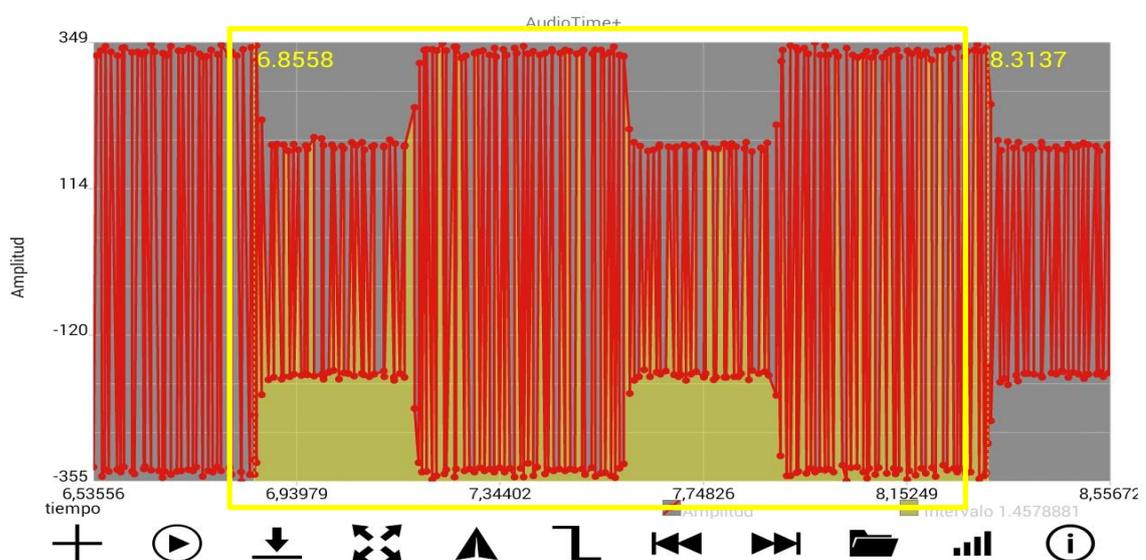


Imagen 53: Gráfica Experimento III



Los valores de los diferentes periodos obtenidos en la captación de datos del experimento son mostrados en la siguiente tabla, en la cual, se hace el cálculo de la media de estos valores para obtener el periodo final de oscilación  $T$ :

<i>Periodo</i>	<i>Intervalo de Tiempo</i>	<i>Valor del Intervalo (s)</i>
$T_1$	6.8664-8.3171	1.4506392
$T_2$	8.3171-9.7677	1.4506445
$T_3$	9.7673-11.2186	1.4513065
$T_4$	11.2188-12.668	1.4491835
<b>T</b>		<b>1.45044343</b>

Habiendo obtenido el valor de la masa de la pastilla de jabón enganchada al muelle previamente junto con el valor que con el valor de  $T = 1.45044343$  s nos permite resolver la ecuación de la constante del muelle antes propuesta obteniendo el siguiente valor:

$$K = 1.72642 \text{ N/m}$$

#### 4.6.3 *Discusión del Experimento*

Como en anteriores experimentos prácticos, y después de la realización de éste por parte de los alumnos, es conveniente invertir parte del tiempo dedicado al experimento en comentar diferentes aspectos en los que los alumnos puedan tener dificultades de comprensión o puedan llevar a un debate o discusión posterior. Aquellos aspectos en los que el docente puede incurrir son los siguientes:

- Los fundamentos físicos del muelle elástico y los diferentes procedimientos para el cálculo de la constante  $K$  de un muelle
- Relación del experimento realizado con las Ecuaciones que establecen el Movimiento Armónico Simple
- Explicación del error en las medidas experimentales (error relativo y absoluto), incidiendo en la relevancia que tiene en el experimento realizado.
- Funcionamiento de una Fotorresistencia exponiendo sus ventajas e inconvenientes, además de los usos cotidianos en los que son utilizadas.

### 4.7 EXPERIMENTO PRÁCTICO IV: CÁLCULO DE DATOS ESTADÍSTICOS AL PASO DE PERSONAS.

Uno de los propósitos de este experimento, es la captación del paso de personas por delante del sensor fotorresistor que se ha elaborado anteriormente. Pero la finalidad de este experimento es la elaboración de tablas estadísticas y la posterior resolución de los cálculos estadísticos, utilizando como datos para el estudio, el paso de personas obtenido de manera práctica. Para su puesta en marcha se utilizarán materiales de uso cotidiano que se puedan encontrar en cualquier lugar con el fin de que los costes del experimento sean nulos.

### 4.7.1 Descripción del Experimento

Para iniciar este experimento, es primordial elegir de manera adecuada el lugar donde situar nuestro sensor para la captación de paso de personas. Lo ideal sería situar el sensor detrás del marco de una puerta por donde haya un paso numeroso de personas. Una vez elegido el lugar donde se van a captar los datos estadísticos para el experimento, vamos a necesitar diversos materiales además del fotorresistor para llevar a cabo el experimento. Los materiales son los siguientes:

- Cronómetro para medir los intervalos de tiempo.
- Linterna de cualquier tipo.
- Papel y bolígrafo para anotaciones.

Una vez tengamos todos los materiales necesarios, el siguiente paso en este experimento es colocar el circuito fotorresistor conexasiónado al Smartphone y con la aplicación AudioTime+ tomando medidas. Enfrente del circuito fotorresistor, se colocará la linterna haciendo que su haz de luz incida directamente sobre la fotorresistencia<sup>4</sup>. El sensor Fotorresistor y la linterna deben posibilitar el paso de personas a través de la puerta, por lo cual, deben estar colocados cada uno en un lado detrás del marco de la puerta, en un lugar elevado y llano. (Se podría colocar dos sillas del mismo tamaño en cada marco de la puerta sosteniendo ambos elementos)

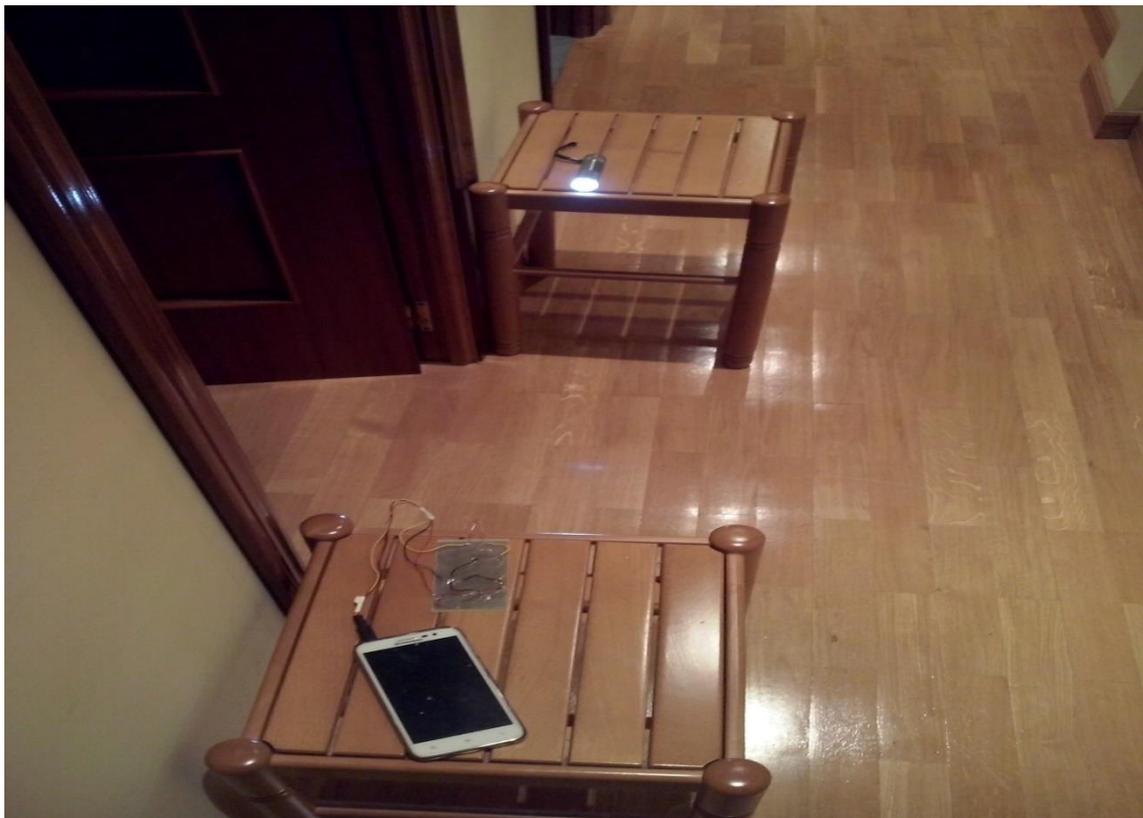


Imagen 54: Montaje Experimento IV

<sup>4</sup> Se ha introducido el uso de una linterna para que las medidas tomadas cuando exista el paso de personas por delante del sensor sean más claras. Esto se debe a cualquier variación en la luz ambiente (o que haya poca luz de por sí) en el lugar donde se realice el experimento, puede provocar lecturas de datos ilegibles o errores en las mediciones.

El paso a seguir a continuación, será realizar mediciones del paso de personas en diferentes intervalos de tiempo. Se medirán 8 intervalos de tiempo de diferente duración tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Intervalo	Duración
1 <sup>o</sup>	1 min
2 <sup>o</sup>	1 min
3 <sup>o</sup>	2 min
4 <sup>o</sup>	3 min
5 <sup>o</sup>	3 min
6 <sup>o</sup>	4 min
7 <sup>o</sup>	4 min
8 <sup>o</sup>	5 min

Tabla 14: Intervalos Experimento IV

Se utilizará el cronómetro para la medida de tiempo de cada intervalo. El paso de cada persona a través del sensor quedarán registrados en una gráfica de AudioTime+. Cada uno de los intervalos de tiempo que se van a medir tendrá una gráfica de AudioTime+ propia, que se guardará como fichero de audio para su posterior revisión. En cada una de estas gráficas solo se tendrá que medir las variaciones que existan en la señal constante de la gráfica proporcionada por la aplicación móvil. Es decir, cada vez que pase una persona por el sensor habrá una fluctuación en la luz incidente en el LDR lo que provocará una señal diferente de salida, visualizada en el interfaz gráfico de la aplicación móvil.

Una vez se han realizado las mediciones de los diferentes intervalos de tiempo, hay que visualizar las gráficas de cada uno de ellos y anotar la cantidad de personas que han pasado en cada intervalo de tiempo en un papel aparte. Con esos datos obtenidos hay que rellenar una tabla de frecuencias como la que se muestra a continuación:

Intervalos de Tiempo (minutos)	Marca de clase ( $x_i$ )	Frecuencia Absoluta ( $f_i$ ) (Personas que han pasado)	Frecuencia Absoluta Acumulada ( $F_i$ )	Frecuencia Relativa ( $h_i$ )	Frecuencia Relativa Acumulada ( $H_i$ )
[0-1]	0.5	-	-	-	-
[0-1]	0.5	-	-	-	-
[0-2]	1	-	-	-	-
[0-3]	1.5	-	-	-	-
[0-3]	1.5	-	-	-	-
[0-4]	2	-	-	-	-
[0-4]	2	-	-	-	-
[0-5]	2.5	-	-	-	-
		N			

Tabla 15: Tabla de Frecuencias Experimento IV

Una vez esté completada una tabla como la mostrada anteriormente se podrá realizar el cálculo de las medidas estadísticas de centralización y de dispersión más

representativas. Como medidas de centralización se va a proceder al cálculo de la media aritmética, la moda y la mediana. Como medidas de dispersión se van a calcular el rango o recorrido, la varianza y la desviación típica.

La **media aritmética** es este caso no sería más que el cálculo de número de personas que pasan por minuto a lo largo de todo el conjunto de medidas. Siendo  $N$  es el número total de datos se calcularía mediante la siguiente ecuación:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum x_i * f_i$$

La **moda** no sería más que calcular el valor que más se repite ( $x_i$  más repetido). La **mediana** por otro lado es el valor central del conjunto de datos. Para datos agrupados se calcularía mediante la siguiente ecuación:

$$M_e = l + \left( \frac{(N/2 - F)}{f} \right) * i$$

Dónde:  $l$  es límite inferior del intervalo que contiene la mediana;  $N$  es la frecuencia total;  $F$  es la frecuencia acumulativa que corresponde al límite inferior que contiene la mediana;  $f$  es el número de casos del intervalo que contiene la mediana;  $i$  es la amplitud del intervalo que contiene la mediana

El **rango o recorrido** es la diferencia entre el mayor y el menor de los valores. Se calcularía mediante:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

La **varianza** es la media aritmética de los cuadrados de las desviaciones respecto de la media. Se calcularía mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum (x_i - \bar{x})^2 * n_i$$

La **desviación típica** no es más que la raíz cuadrada positiva de la varianza. Se calcularía mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\left( \frac{1}{N} \sum (x_i - \bar{x})^2 * n_i \right)} = \sqrt{\sigma^2}$$

Con la consecución del cálculo de las anteriores medidas de centralización y dispersión el experimento estaría finalizado, quedando únicamente posibles reflexiones sobre su realización.

#### 4.7.2 Prueba del Experimento

En esta prueba no se ha realizado el experimento en su totalidad con todas sus mediciones y cálculos. Únicamente se ha medido el paso de personas de uno de los intervalos del experimento. Esto se ha debido a que sólo he visto necesario realizar

una prueba de control para observar como son la captación de datos mediante la aplicación AudioTime+ y su visualización en el interfaz gráfico. Para iniciar la prueba de este experimento se ha situado el sensor Fotorresistor y la linterna detrás de una puerta de una vivienda, de manera que cada uno de ellos esté a cada lado del marco de la puerta. Seguidamente, he cruzado diversas veces y de manera aleatoria a través de la puerta donde está situado el sensor y la linterna. El número de veces que se ha cruzado la puerta queda grabado como datos en una gráfica de la aplicación AudioTime+. La siguiente gráfica de la aplicación Android muestra la captación de paso a través del sensor en las áreas marcadas en amarillo:

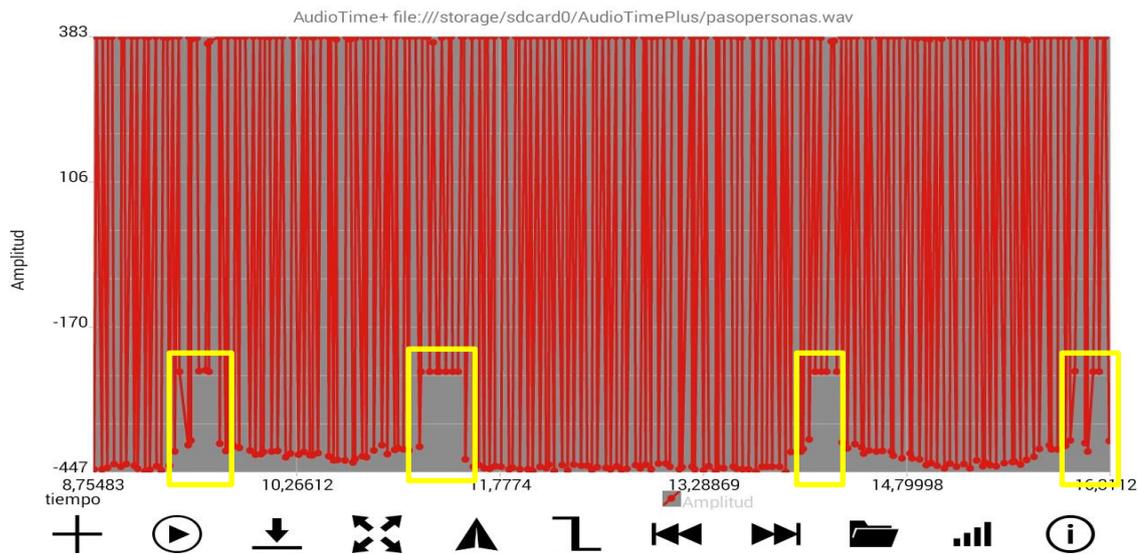


Imagen 55: Gráfica Experimento IV

El número de veces que se ha pasado a través de la puerta durante el intervalo de tiempo medido servirá para comenzar a rellenar la tabla de frecuencias del experimento IV. A partir de aquí, se deberán hacer las mediciones de los siguientes intervalos de tiempo. Una vez obtenidos los valores de paso a través del sensor, se resolverán las diferentes ecuaciones de cálculo estadístico detalladas en el apartado de *descripción del experimento*. Con ello quedaría finalizado el experimento práctico faltando únicamente la discusión posterior sobre este mismo.

### 4.7.3 *Discusión del Experimento*

Al igual que en anteriores experimentos prácticos, y tras la realización de éste por parte de los alumnos, es conveniente invertir parte del tiempo dedicado al experimento en comentar diferentes aspectos en los que los alumnos puedan tener dificultades de comprensión o puedan llevar a un debate o discusión posterior. Aquellos aspectos en los que el docente puede incidir son los siguientes:

- La fundamentación matemática sobre tablas de frecuencia y el cálculo de medidas estadísticas.
- Explicación del tipo de medidas estadísticas (centralización y dispersión), así como, de las indicaciones que nos proporciona su cálculo dentro de un conjunto de datos. Relación con el conjunto de datos obtenido en las medidas del experimento práctico.

- Funcionamiento de una Fotorresistencia exponiendo sus ventajas e inconvenientes, además de los usos cotidianos en los que son utilizadas.

## 4.8 REFLEXIONES DE LA ACTIVIDAD

El propósito del presente apartado, es el de exponer aspectos en los que hay que pensar y reflexionar dentro de la actividad II: Fotorresistor (LDR= Light Dependant Resistor. Los dos primeros puntos a considerar son tanto la temporalidad qué puede tener la actividad en su conjunto, así como qué agrupación de alumnos es la mejor para el correcto desarrollo de dicha actividad. Los siguientes puntos a tratar tienen que ver con las dificultades encontradas a lo largo de la actividad. En ellos se reparará en las dificultades generales de la actividad, además de en aquellas aparecidas en la construcción del dispositivo sensor y en el desarrollo de los experimentos. Es esencial analizar estas dificultades tanto desde el punto de vista del docente, como desde el punto de vista de los alumnos. Para finalizar esta reflexión general de la actividad, hay que hacer una valoración subjetiva de la necesidad y utilidad de la actividad, así como de la trascendencia que pueda tener ésta en el desarrollo educativo de los alumnos.

### 4.8.1 *Temporalidad y Agrupaciones de la Actividad*

El tiempo que se va a dedicar a esta actividad va a ser variable. Esto es debido a la dependencia que existe entre: los recursos materiales que se dispongan, la cantidad de alumnado que haya en el aula y de la motivación (tanto del docente como del alumnado) para tratar la actividad. Por ello la temporalidad de la actividad es un lapso de tiempo relativo y que es difícil de fijar para cualquier lugar, situación y grupo de personas ya que puede cambiar fácilmente por diversas circunstancias.

Se puede dividir la temporalidad de esta actividad en **dos partes**: una parte que implica la construcción del dispositivo sensor y otra parte correspondiente a la realización de los experimentos interdisciplinares. Para establecer una medida de tiempo en esta temporalidad se va a hablar a partir de este punto de **sesiones docentes**. Éstas no son nada más que **sesiones de 50 minutos de clase**, siendo las más habituales en el ámbito de educación secundaria. La siguiente tabla esboza la distribución de tiempo ideal para el desarrollo de la actividad:

FASES	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DEDICADO
<b>Construcción</b>	Esta fase se refiere tanto a la explicación inicial de actividad al completo como al diseño, planificación, construcción y prueba de funcionamiento del dispositivo sensor.	3 sesiones docentes
<b>Experimentos Prácticos</b>	Esta fase se refiere tanto a la explicación por parte del docente de los diferentes experimentos prácticos como a la puesta en marcha de éstos por parte del alumnado, con los cálculos pertinentes incluidos.	3 sesiones docentes

Tabla 16: Temporalidad Actividad II

El tiempo total de la actividad es de 6 sesiones docentes aunque es conveniente prever diferentes eventualidades por lo cual sería ideal añadir una sesión docente más por lo que la **temporalidad total de la actividad** sería de **7 sesiones docentes**.

Una vez visto la temporalidad ideal para el desarrollo de la actividad, es necesario establecer una agrupación de alumnos que permita que la actividad transcurra correctamente y sin imprevistos. El primer punto esencial es que sea el docente el que forme los diferentes grupos de trabajo. Para ello deberá poner especial cuidado para homogeneizar correctamente éstos y no existan futuros problemas, como por ejemplo, de comportamiento. Lo ideal a la hora de agrupar a los alumnos en el curso de la actividad es que hubiera un **máximo de 10 grupos de alumnos** y a partir de esto tener en cuenta que los **grupos** de alumnos deben estar comprendidos **entre 2 y 3 alumnos**. Poniendo el ejemplo de contar con un grupo de 28 alumnos, se formarían 8 grupos de tres alumnos y 2 grupos de 2 alumnos.

#### 4.8.2 *Dificultades Generales de la Actividad*

A lo largo de cualquier proyecto, del ámbito que sea, se pueden presentar diversas dificultades durante su desarrollo y en el transcurso de esta actividad no va a ser menos. Las posibles dificultades que puedan aparecer se pueden dividir según el punto de vista que se observe: ya sea desde punto de vista del docente o desde el punto de vista de los propios alumnos.

Los **problemas** que pueden afectar, **desde el punto de vista del docente**, en el transcurso de actividad de manera genérica son variados. A continuación, se exponen en la siguiente lista de elementos los más importantes teniendo en cuenta posibles soluciones a estas dificultades:

- **Falta de Seguridad:** Como en la actividad anterior se van a utilizar diversas herramientas, como el soldador de estaño, que con un mal uso por parte del alumnado pueden llegar a ser peligrosas y poner en riesgo tanto a ellos mismos, como a sus compañeros. Para impedir esta falta de seguridad es muy importante mantener la disciplina y no tener un grupo de alumnos excesivo que puedan incurrir en una falta de comportamiento por no estar el docente vigilando. Si el grupo de alumnos fuese demasiado grande se podría llevar la clase junto a otro docente para que fuera más fácil la vigilancia del alumnado. A pesar de todo, es conveniente invertir una parte del tiempo de la actividad en instruir a los alumnos en nociones de seguridad con las herramientas.
- **Falta de Motivación del Alumnado:** Algo que puede ocurrir, es que los alumnos no pongan de su parte a la hora de realizar ciertas tareas como puede ser esta actividad. No solucionar este hecho, puede hacer que la conducta de los alumnos no sea la correcta, pudiendo influir en la seguridad de la construcción. Es necesario hacer la actividad atractiva para los alumnos, de manera que se pueda minimizar cualquier falta de motivación por parte de éstos. No se debe resolver únicamente desde las notas que puedan obtener sino tratando de que las

partes que componen la actividad se relacionen con aspectos de la realidad que puedan conocer y gustarles.

- **Comportamiento del Alumnado:** En general, el comportamiento del alumnado puede inducir graves dificultades en el transcurso de la actividad. Este comportamiento puede hacer que existan faltas de seguridad en el taller, falta de entendimiento de conceptos e incluso falta de motivación de alumnos que tengan buen comportamiento. Por ello es necesario establecer normas de actitud y comportamiento antes del inicio del desarrollo de la actividad. Una vez hecho esto se puede reparar en si es factible realizar esta actividad con el grupo de alumnos que tenemos o no es posible. Aun así lo más importante es no permitir ninguna falta de disciplina desde un inicio
- **Explicación de Conceptos:** Durante el transcurso de la actividad, el docente tendrá que afrontar la explicación de esquemas eléctricos, conceptos y diferentes aspectos teóricos que pueden resultar complejos para los alumnos o simplemente que no hayan sido visto por los alumnos en toda su educación. Para evitar problemas por este hecho, es preciso conocer de antemano cuales son los conocimientos previos que poseen los alumnos con el fin de adecuar las explicaciones a la preparación que tienen éstos.

Los *problemas* que pueden afectar *desde el punto de vista del alumnado* en el transcurso de la actividad, de manera general, no son tan diversos. Realmente se resumen en un único punto, en el cual se tienen en cuenta posibles soluciones a esta dificultad. El punto sería el siguiente:

- **Comprensión de Conceptos:** Durante el transcurso de la actividad los alumnos deben adquirir nuevos conceptos y aspectos teórico, así como, la comprensión de esquemas eléctricos más complejos. Ciertas lagunas de conocimiento por parte de los alumnos pueden inducir en fallos en los diseños del sensor, en la práctica de los experimentos e incluso en los cálculos realizados en los experimentos. El docente, por esta razón, debe prestar atención a los problemas de comprensión de cada alumno para actuar cuanto antes y atenuar cualquier posible error en la actividad.

### 4.8.3 *Dificultades en la Construcción*

Durante la fase de construcción de esta actividad II, y al igual que en la actividad anterior, van a surgir diversas dificultades sobre todo desde el punto de vista del alumnado. Las dificultades que puedan existir desde el punto de vista docente son las mismas que aquellas explicadas en la parte de dificultades generales de la actividad no existiendo ninguna específica a la construcción.

Los *problemas* que pueden afectar *desde el punto de vista del alumnado* en la fase de construcción son variados, pero, en la siguiente lista de elementos se expondrán los más importantes, teniendo en cuenta posibles soluciones a los problemas:



- **Comprensión de los Esquemas Eléctricos:** En el inicio de la construcción del “sensor” se van a requerir unos conocimientos básicos por parte de los alumnos sobre esquemas eléctricos. Los alumnos deben tener dicha preparación de cursos anteriores provenientes de la asignatura de Tecnología, pero siempre van a existir lagunas de conocimiento. Esto puede suponer un problema en esta fase de la actividad que se puede intentar solucionar. Primero es necesario, por parte del docente, saber cuáles son los conocimientos previos de los que parten los alumnos para saber en qué conceptos ahondar. Después, antes de dar inicio a la actividad, puede ser beneficioso la entrega de un guion de la actividad con la correspondiente explicación de éste a los alumnos. Aunque los alumnos no tengan problemas conceptuales sobre esquemas eléctricos, es conveniente que se invierta un poco más de tiempo en la exposición de éstos.
- **Adquisición de los Materiales:** Existe una parte de los materiales para la construcción del circuito eléctrico que pueden no ser provistos por el centro educativo provocando que los alumnos tengan que adquirir dichos materiales por su cuenta. Una cosa probable que pueda ocurrir es que los alumnos no traigan los materiales comprados una vez se inicie la construcción del sensor. Esto va a inducir en la imposibilidad de trabajar y en la pérdida de tiempo para la elaboración del circuito. Con el fin de evitar este problema, el docente debe advertir a los alumnos, con un lapso de tiempo adecuado, de la necesidad de comprar los diferentes elementos y en que tiendas se pueden adquirir. Es beneficioso que los alumnos lleven los elementos al taller días antes del comienzo de la construcción y tengan la posibilidad de guardarlos allí.
- **Soldadura de Elementos Eléctricos:** A lo largo de la fase de construcción de la actividad hay que soldar con estaño diferentes elementos eléctricos, lo cual, puede ser bastante problemático para los alumnos. Para atenuar este problema, es conveniente invertir parte del tiempo de la actividad en hacer pruebas de soldadura con estaño para que mejoren en su habilidad con la herramienta. Aun así, puede haber fallos en la soldadura de elementos, por lo que no está de más adquirir materiales por duplicado por si existen desperfectos en ellos durante su conexión.

#### 4.8.4 *Dificultades en los Experimentos*

Como en la actividad anterior, en esta actividad II van a surgir diversas dificultades tanto desde el punto de vista del docente como desde el del alumnado una vez se inicien los experimentos prácticos. Los problemas expuestos previamente en la parte de dificultades generales de la actividad afectarán también a esta parte de experimentos prácticos.

Los *problemas* que pueden afectar *desde el punto de vista del docente* en el transcurso de los experimentos prácticos son diversos, por ello se exponen en la siguiente lista de elementos los más importantes teniendo en cuenta posibles soluciones a estas dificultades:



- **Control del Experimento:** Una parte significativa de esta fase, es el control que ejerza el docente durante la realización de los experimentos por parte de los alumnos. Puede ocurrir, debido a la existencia de numerosos grupos de alumnos, que ocurran cosas tales como: no se hagan las mediciones correctamente; se coloquen mal los elementos que intervienen en las medidas; se utilice incorrectamente el dispositivo “sensor”; o simplemente que no se realice el experimento. Por ello el docente debe estar muy atento en esta fase de la actividad e incluso sería conveniente que en esta parte hubiese dos profesores que pudieran ayudar a todos los grupos para mejorar el control de la clase.
- **Explicación de los Experimentos:** Antes de dar comienzo a esta fase experimental, el profesor debe explicar de qué manera y para que se van a realizar los diferentes experimentos. Va a existir la posibilidad de que los alumnos no entiendan como se realizan los experimentos y con qué objetivos se pretenden hacer. Por ello es conveniente que el docente entregue de manera previa, un guion a los alumnos con la descripción y objetivos de los experimentos en el cual se muestre a los alumnos sobre las partes que lo componen.
- **Explicación de los Errores en las Medidas:** Todas las medidas, durante la realización de los experimentos, van a estar afectadas en algún grado por un error experimental. Esto va a ser debido a las imperfecciones inevitables del instrumento de medida, a las limitaciones impuestas por nuestros sentidos que deben de registrar la información, o al uso de pocas cifras significativas en los cálculos previstos. Por ello es primordial que el docente explique antes del inicio de los experimento los diferentes errores que se puedan cometer y como paliarlos. En especial, hay que poner énfasis en los errores de medida que van a existir en el experimento de cálculo de la constante “ $K$ ” de un muelle.
- **Localización de los Experimentos:** La localización donde se va a poner en marcha el experimento de cálculo de datos estadísticos al paso de personas es sumamente importante y difícil de establecer de antemano por parte del docente. Esto se debe a que cada uno de los grupos de alumnos debe tener una puerta de paso donde situar el elemento “sensor” y realizar las medidas oportunas. Esto hace que los grupos de alumnos se tengan que dispersar por diversos sitios del centro educativo, lo que puede poner en riesgo el control y vigilancia realizada por parte del docente. Para intentar paliar esta situación hay varias soluciones dependiendo de los alumnos a los que vaya dirigido. La primera de ella es utilizar dos o tres puertas que puedan ser vigiladas por los docentes. En ellas se asignaran los grupos de alumnos que se irán turnando para la captación de medidas. La segunda solución es que los alumnos realicen por su cuenta las mediciones de paso de personas. Para ello hay que confiar en la correcta realización por parte de los alumnos y sobre todo exigir las gráficas de AudioTime+ con las mediciones para comprobar si han realizado el trabajo correctamente.

Los *problemas* que pueden afectar *desde el punto de vista del alumnado* en el transcurso de esta fase de los experimentos prácticos son variados, pero, en la

siguiente lista de elementos se expondrán los más importantes, teniendo en cuenta, además, posibles soluciones a los problemas:

- **Colocación de los Experimentos:** Los experimentos deben tener una colocación idónea para las correctas medidas experimentales. Una mala situación del “sensor” o mal movimiento del péndulo puede provocar errores muy graves en las medidas. Los alumnos pueden incurrir en estos errores y es el docente el que debe instruirles en la situación adecuada de los elementos materiales que intervienen en ellos. Para mejorar esta situación el docente de mantener el *control del experimento*.
- **Medidas Erróneas con la Aplicación Android:** Con la aplicación utilizada para la captación de datos de las medidas experimentales, se cogen intervalos de tiempo de manera manual. Esto puede hacer que los alumnos no elijan bien los intervalos de tiempo durante los experimentos provocando errores en las medidas. Es casi imposible evitar que los alumnos cometan errores en esta parte, pero es aconsejable invertir un poco de tiempo de la fase de experimentos en que practiquen con la aplicación Audiotime+ para minimizarlos.
- **Falta de Rigor en las Medidas:** Estas prácticas experimentales no son realizadas por científicos expertos sino por alumnos, lo que provoca que haya cierto descuido en las medidas y una falta de rigor. Puede pasar que cojan pocas cifras significativas en las medidas, no redondeen correctamente o simplemente no lo hagan. En el guion que se puede entregar a los alumnos, el docente debe incidir en este tema para mitigar el problema.
- **Invencción de Datos:** Durante el transcurso del experimento de paso de personas puede ocurrir que, los alumnos para ahorrarse el trabajo de las mediciones en cada uno de los intervalos de tiempo, se inventen los datos a utilizar. Para evitar que los alumnos inventen los datos estadísticos medidos mediante el dispositivo “sensor”, el docente debe reclamar a cada grupo de alumnos las diferentes gráficas con las mediciones de cada intervalo de tiempo que proporciona la aplicación Audiotime+.

#### 4.8.5 *Valoración de la Actividad*

El actual punto del documento tiene el objetivo de realizar una *valoración subjetiva de la actividad II: Fotorresistor*. En esta valoración se pretende juzgar diferentes aspectos como son: la dificultad de realización de la actividad de manera global; la utilidad que pueda tener para los alumnos como actividad didáctica; y la viabilidad de llevar a cabo la actividad en un centro educativo.

La *dificultad* que presenta esta actividad II hay que estudiarla desde dos partes diferenciadas: desde la parte de la construcción del dispositivo que se va a utilizar para realizar medidas y desde la parte de la realización de los experimentos prácticos. La construcción del dispositivo “sensor” no va a presentar una dificultad muy elevada en general siendo la única excepción, la traba de utilizar correctamente el soldador de estaño para realizar las conexiones eléctricas por parte de los alumnos.

Aunque el uso del soldador de estaño pueda ser una dificultad implícita para el desarrollo de la actividad puede hacer que los alumnos mejoren en el uso de herramientas que es algo que la asignatura de Tecnología exige desde los contenidos curriculares establecidos. Los experimentos prácticos, por otra parte, van a presentar un grado de dificultad algo elevado. Por ejemplo, en el experimento práctico de cálculo de la constante “K” de un muelle, la dificultad va a residir en la toma de datos de los intervalos de oscilación donde si los alumnos no ponen de su parte se van a cometer numerosos errores. En el experimento de cálculo estadístico, la dificultad viene dada sobre todo para el docente, ya que durante la captación de datos por parte de los alumnos no va a poder supervisar y vigilar de manera apropiada su transcurso. Con todo esto cabe decir que ***controlando ciertos aspectos de la actividad su dificultad no va a ser elevada.***

La ***utilidad*** como actividad didáctica que pueda presentar esta actividad II para los alumnos también hay que analizarla desde dos partes diferentes: desde la parte de la construcción del dispositivo que se va a utilizar para realizar medidas y desde la parte de la realización de los experimentos prácticos. La construcción del dispositivo “sensor” va a proporcionar a los alumnos ***conocimientos prácticos sobre elementos electrónicos básicos***, así como diferentes ***formas de conexión***. Además puede ser de gran utilidad para que aprendan a usar, de forma segura y eficiente, herramientas más complejas como es el soldador de estaño. En cuanto a los experimentos prácticos, principalmente van a servir para ***introducir conceptos teóricos para llevarlos a la práctica*** como son: los errores de medida, la medida y análisis de datos experimentales; el movimiento armónico simple; y las diferentes variables estadísticas. Pero en mi opinión, su utilidad principal va a ser la de ***acercar a los alumnos experimentos científicos*** de una manera que puedan encontrar ***más atractiva***.

La ***viabilidad*** de llevar a cabo la actividad II en un centro educativo va a ser factible salvo una excepción. La construcción del dispositivo es posible con el único requisito de que exista un taller adecuado para su elaboración y sobre todo compromiso del profesorado para llevarlo a cabo. El experimento del cálculo de la constante “K” de un muelle si va a ser factible puesto que no necesita ni grandes recursos materiales ni humanos para su puesta en marcha. La excepción viene en el experimento de cálculo estadístico. Creo que dicho experimento está bien planteado de forma teórica, pero para su puesta en marcha, lo ideal sería que los alumnos hicieran la captación de datos en diferentes lugares del centro educativo y para ello haría falta bastante profesorado para su correcta supervisión. Bien es cierto que se podría hacer sin contar con más profesorado, pero ello supondría no poder controlar el experimento por parte del docente además de poder existir incidentes provocados por los alumnos al no estar supervisados. Con todo esto cabe decir que, es ***viable la aplicación*** de todo el contenido de la ***actividad II salvo la realización del experimento de cálculo estadístico.***

## 5. CONCLUSIONES

Con este trabajo se presentan varias actividades que permiten utilizar móviles para realizar experimentos relacionados con las materias de Tecnología y Física: Actividad I: *Emisor-Receptor de IR* y Actividad II: *Fotorresistencia*. En ellas se ha establecido una relación inicial de los contenidos a tratar con los establecidos por los currículos de Castilla y León de las materias de Matemáticas, Física y Tecnología. La parte difícil da comienzo aquí, con el diseño de los circuitos eléctricos. Ha sido complicado elaborar unos circuitos interesantes para nuestro propósito con los que trabajar, y que a su vez su fabricación tuviese un bajo coste. Pero finalmente se han conseguido diseñar y construir ambos circuitos eléctricos teniendo un coste relativamente bajo. Con la construcción de los circuitos eléctricos no era suficiente, ya que hay que comprobar su funcionamiento y en ambos casos ha sido el correcto.

Una vez que se estableció que funcionaban ambos circuitos eléctricos era el momento de comenzar la parte más interesante del trabajo, los experimentos prácticos. En cada una de las actividades se han desarrollado dos posibles experimentos prácticos para realizar con los “sensores” construidos. Antes de dar comienzo a éstos, tuve que buscar una aplicación para los dispositivos móviles que permitiera captar y guardar datos de los “sensores” elaborados. Realmente aquí hubo dificultades puesto que no existían aplicaciones que se adecuaban a lo pretendido en las actividades y desarrollar una nueva aplicación puede ser el trabajo para otro TFM. Por ello y tras la prueba de multitud de aplicaciones me decanté por AudioTime+. Una vez elegida la “App”, se da comienzo a los experimentos prácticos, donde se han explicado los procedimientos que se deben de seguir para su puesta en marcha. Además se ha realizado una prueba de funcionamiento de cada uno de ellos siendo en todos los casos satisfactoria. A pesar de que los experimentos han sido un éxito en su ejecución, he planteado una serie de dificultades que pueden surgir, tanto al docente como a los alumnos, durante el desarrollo de su trabajo. Estos problemas han tenido que ver sobre todo con: el control que pueda tener el docente sobre los alumnos a la hora de estar realizando los experimentos; los fallos en las medidas que pueden cometer los alumnos; las agrupaciones y temporalidades idóneas para el desarrollo del experimento; y la seguridad que se debe tener durante la construcción de los dispositivos y su posterior experimentación. Aun con estos posibles problemas los experimentos pueden encajar fácilmente dentro de un aula. La única salvedad es el experimento de datos estadísticos al paso de personas. En dicho experimento hay grandes posibilidades de que no exista un control de lo que hacen los alumnos durante su tratamiento ya que la localización en la que se realice el experimento no va a permitir una vigilancia adecuada por parte del docente. Esta mala vigilancia va a resultar en diversos errores de medidas e incluso la invención de éstas mediciones por parte del alumnado, lo que derivará en un fracaso casi seguro de dicha experiencia práctica por muy interesante que pueda ser.

Tras estas reflexiones de lo que ha sido el desarrollo del TFM, queda establecer la conclusión final. A la hora de abordar esta conclusión final sobre el trabajo, hay que tener en cuenta la consecución de los objetivos planteados inicialmente. Es decir, es necesario ver en qué grado se han cumplido o se van a cumplir. El objetivo principal de

este TFM era el desarrollo de circuitos eléctricos que puedan ser usados como sensores externos a un dispositivo móvil para utilizarlos como instrumentos de medida en diferentes experimentos prácticos, todo ello englobado en diferentes materias del curso de 4º de la ESO. Dicho **objetivo principal se ha cumplido**, y la evidencia está en los dos circuitos construidos (*Emisor-Receptor de IR* y *Fotorresistencia*), en la prueba de su funcionamiento y en los experimentos prácticos ensayados.

Más allá del objetivo principal existen diversos objetivos secundarios, los cuales también se pretendían cumplir en mayor o menor medida. Las siguientes acciones han hecho posible la consecución de estos objetivos secundarios:

- ✓ Se ha realizado, mediante una tabla, una correspondencia de los contenidos que se van a tratar dentro del diseño de los circuitos eléctricos con los establecidos por el currículo que regula los contenidos de Tecnología en 4º de la ESO en Castilla y León.
- ✓ Se han establecido unas tablas de los presupuestos de cada una de las construcciones de los circuitos eléctricos consiguiendo un coste estimado relativamente bajo.
- ✓ Se han planteado y llevado a cabo pruebas de experimentos prácticos relacionados con las materias de Física y Matemáticas gracias a los circuitos eléctricos elaborados, los cuales se han utilizado como instrumentos de medida.
- ✓ Se ha realizado, mediante una tabla, una correspondencia de los contenidos que se van a tratar dentro de los experimentos prácticos interdisciplinares con los establecidos por el currículo que regula los contenidos de Matemáticas y Física en 4º de la ESO en Castilla y León.
- ✓ Se han observado los recursos materiales que disponían en el centro educativo donde desarrollé las “prácticas externas” para afirmar que es factible su aplicación en un centro de estudios real desde el punto de vista de los recursos materiales disponibles.
- ✓ Se ha utilizado la aplicación gratuita AudioTime+ con bastante eficacia para realizar la medición de las variables calculadas por los “sensores” construidos.

Por todo lo anterior, se puede concluir que se han cubierto de manera satisfactoria los objetivos de este trabajo, e incluso se han mejorado las expectativas que se tenían del mismo gracias al habernos adaptado a la realidad de los resultados que nos hemos encontrado en su transcurso, para así ofrecer actividades innovadoras que se pueden adaptar fácilmente a gran variedad de contextos educativos.

## 5.1. LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

Se ha realizado un trabajo sólido que hace que los objetivos de este Trabajo Fin de Máster se cumplan. Gracias a que este trabajo se asienta sobre investigaciones previas, así como sobre avances tecnológicos, sociales y educativos, es probable que el trabajo desarrollado aquí tenga un amplio futuro por delante. Aun así es conveniente indicar cuales serían las líneas de trabajo más inmediatas a seguir para conseguir una mejora de las actividades presentadas.



### Actividad I: Emisor Receptor de IR

- Utilizar otro tipo de materiales para la construcción de los circuitos eléctricos para evitar el uso del soldador de estaño para las conexiones. Los materiales para las placas Protoboard serían un sustituto ideal.
- Adquirir los materiales para construcción del dispositivo mediante venta al por mayor para abaratar aún más los costes.
- Adquirir una pesa de medida estandarizada para utilizarla en la realización del experimento de cálculo de la aceleración de la gravedad.
- Utilizar rampas de inclinaciones conocidas en el experimento de cálculo de la velocidad instantánea de un objeto.

### Actividad II: Fotorresistencia

- Utilizar otro tipo de materiales para la construcción de los circuitos eléctricos para evitar el uso del soldador de estaño para las conexiones. Los materiales para las placas Protoboard serían un sustituto ideal.
- Adquirir los materiales para construcción del dispositivo mediante venta al por mayor para abaratar aún más los costes.
- Adquirir diversas pesas de medida estandarizada para utilizarlas en la realización del experimento de cálculo de constante “K” de un muelle. Se utilizará el mismo muelle y diferentes pesos para llegar al mismo valor de la constante “K”.
- Adquirir diferentes muelles elásticos para utilizarlas en la realización del experimento de cálculo de constante “K” de un muelle. Se utilizará el mismo peso y diferentes muelles para calcular los diversos valores de constante “K” de cada muelle.
- Mejorar el control del experimento de cálculo de variables estadísticas al paso de personas. Si no fuese posible, recapacitar su introducción dentro del aula.

Se han expuesta las líneas futuras a aplicar dentro de cada uno de las actividades desarrolladas, pero el siguiente paso tras la finalización de este trabajo, será el intentar aplicar lo expuesto en este TFM dentro de un centro educativo real.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Alonso-Gordillo, D. (15 de 03 de 2013). *Re-Unir Repositorio Digital*. Recuperado el 30 de 08 de 2016, de Ventajas y desventajas del trabajo práctico como recurso educativo para conseguir un aprendizaje significativo en la asignatura de Química en 2º de bachillerato: <http://reunir.unir.net/handle/123456789/1414>
- [2] Ander-Egg, E. (1994). *Interdisciplinariedad en Educación*. Buenos Aires: Magisterio Rio de la Plata.
- [3] Bareiss, R., Linnell, N., & Griss, M. (2011). Contextualized mobile support for learning by doing in the real world. *Ubiquitous Learning: An International Journal*.
- [4] Benítez Rodríguez, D. (1 de 10 de 2013). *MARCOS TEÓRICOS DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE*. Recuperado el 10 de 12 de 2016, de <http://cea.uprrp.edu/wp-content/uploads/2013/09/MARCOS-TEORICOS-ENS-APR-REVISADO-Alma-L-Benitez-26-sept-2013.pdf>
- [5] Berth, M. (2006). Informal learning with mobile devices - moblogging as learning resource. *Proceedings of The Informal Learning and Digital Media: Constructions*.
- [6] BOCyL. (2015). ORDEN EDU/362/2015. *ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León*.
- [7] CableChick. (s.f.). *Understanding TRRS and Audio Jacks*. Recuperado el 28 de 08 de 2016, de Understanding TRRS and Audio Jacks: <http://www.cablechick.com.au/blog/understanding-trrs-and-audio-jacks/>
- [8] Catorcepi.wikispaces. (s.f.). *SENSOR INFRARROJO: EMISOR Y RECEPTOR*. Recuperado el 01 de 09 de 2016, de SENSOR INFRARROJO: EMISOR Y RECEPTOR: <https://catorcepi.wikispaces.com/file/view/3678453-SENSOR-INFRARROJO-Teoria-y-practica.pdf>
- [9] Circuitos Electrónicos. (s.f.). *Sensor de infrarrojos (emisor y receptor)*. Recuperado el 30 de 08 de 2016, de Sensor de infrarrojos (emisor y receptor): <http://www.circuitoselectronicos.org/2010/05/sensor-de-infrarrojos-emisor-y-receptor.html>
- [10] Device Specifications. (s.f.). *Lenovo Golden Warrior A8- Características y especificaciones*. Recuperado el 28 de 08 de 2016, de <http://www.devicespecifications.com/es/model/2daf2dbf>



- [11] Electrónica Unicrom. (s.f.). *LDR – Fotorresistencia – fotorresistor*. Recuperado el 02 de 09 de 2016, de LDR – Fotorresistencia – fotorresistor:  
<http://unicrom.com/ldr-fotorresistencia-fotorresistor/>
- [12] Forinash, K., & Wisman, R. (2012). Smartphones—Experiments with an External Thermistor Circuit. *The Physics Teacher*, 566-567.
- [13] Forinash, K., & Wisman, R. F. (2015). Photogate Timing with a Smartphone. *The Physics Teacher*, 234-235.
- [14] Franco García, Á. (s.f.). *El péndulo simple*. Recuperado el 04 de 09 de 2016, de El péndulo simple:  
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/trabajo/pendulo/pendulo.htm>
- [15] Franco García, Á. (s.f.). *Medida de la constante elástica de un muelle*. Recuperado el 04 de 09 de 2016, de Medida de la constante elástica de un muelle:  
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/trabajo/muelle/muelle.htm#Procedimiento dinámico>
- [16] Google Play. (s.f.). *Ciencia Móvil - AudioTime+*. Recuperado el 21 de 08 de 2016, de <https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.ius.audiotimeplus>
- [17] Lewis, S., Pea, R., & Rosen, J. (2010). Beyond participation to co-creation of meaning: mobile social media in generative learning communities. *ocial Science Information*, 49, 351-369.
- [18] Marinho, F., & Paulucci, L. (2016). Kinematic measurements using an infrared. *IOPScience*.
- [19] Mocholí Real, A. (29 de 04 de 2016). *SMConectados*. Recuperado el 29 de 08 de 2016, de Los beneficios de utilizar los dispositivos móviles en el aula:  
<http://blog.smconectados.com/2016/04/29/los-beneficios-de-utilizar-los-dispositivos-moviles-en-el-aula/>
- [20] Moreno, G., & Martínez, F. (s.f.). *Mediciones Industriales: Fotorresistencia (LDR)*. Recuperado el 01 de 09 de 2016, de Mediciones Industriales: Fotorresistencia (LDR):  
[http://martinezmorenomedicionesind.blogspot.com.es/2007/06/fotoresistencia-ldr\\_16.html](http://martinezmorenomedicionesind.blogspot.com.es/2007/06/fotoresistencia-ldr_16.html)
- [21] New Media Consortium (NMC) y Consortium for School Networking (CoSN). (2015). *Horizon Report: Enseñanza Primaria y Secundaria*.
- [22] Soares, A. A., & Borcsik, F. S. (2016). Using a computer microphone port to study circular motion: proposal of a secondary school experiment. *IOPScience*.
- [23] Tippelt, R., & Lindeman, H. (2001). El método de Proyectos. *El Salvador, München, Berlin*, 13.



- [24] UCLM. (s.f.). *Calibrado de una LDR*. Recuperado el 02 de 09 de 2016, de Calibrado de una LDR:  
<https://www.uclm.es/profesorado/ajbarbero/Practicas/Calibrado%20LDR%202003.pdf>
- [25] Wikipedia. (s.f.). *Fotorresistor*. Recuperado el 01 de 09 de 2016, de Fotorresistor:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Fotorresistor>
- [26] Wikipedia. (s.f.). *Fototransistor*. Recuperado el 01 de 09 de 2016, de Fototransistor: <https://es.wikipedia.org/wiki/Fototransistor>
- [27] Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia: Edgar Dale*. Recuperado el 13 de 12 de 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Edgar\\_Dale](https://es.wikipedia.org/wiki/Edgar_Dale)
- [28] Wikispaces. (s.f.). *Principales Representantes del Constructivismo*. Recuperado el 14 de 12 de 2016, de <https://constructics.wikispaces.com/file/view/RepresentantesConstructivismo.pdf>
- [29] Wiring Diagram. (s.f.). *3.5mm Headphone Jack Schematic Diagram and Pinout Assignment*. Recuperado el 28 de 08 de 2016, de 3.5mm Headphone Jack Schematic Diagram and Pinout Assignment:  
<http://www.wiringdiagrams21.com/2010/11/10/3-5mm-headphone-jack-schematic-diagram-and-pinout-assignment/>
- [30] Wirtz, L. (1937). Concepto de Interdisciplinariedad.

## ANEXO I: CONEXIÓN DEL CABLE DE AUDIO JACK DE 3.5 MM

En este anexo I se describirá la manera en la que se ha establecido la conexión del cable de audio Jack de 3.5mm al dispositivo móvil utilizado para captar las señales de salida de los circuitos eléctricos utilizados como sensores.

### *Estándares de Conexión de Auriculares*

Primeramente, hay que mencionar que hay diferentes tipos de conexiones de audio y no son compatibles unas con otras. El problema más común que causa inconvenientes de compatibilidad es el número de puntos de conducción o polos en el conector de audio y la manera en la que están conectados. Para el caso a estudiar veremos las conexiones Jack de 4 polos y descartaremos las demás ya que los smartphones modernos usan de manera común conexiones de audio con cuatro polos (las bandas que se pueden ver en un conector). Este tipo de conexiones se suele denominar TRRS por su disposición y aspecto (Tip, Ring, Ring, Sleeve):



Imagen 56: Conexión TRRS

En la mayoría de los casos **dos** de los **polos** son usados para la **salida de audio** (estero), **uno** por el **micrófono**, y **uno** para la **señal**, pero sin embargo estos puntos no siempre son usados de la misma manera y en el mismo orden. Existen dos disposiciones o estándares comunes para auriculares con cuatro polos: **AHJ** y **OMPT**

- **AHJ**: American Headset Jack o también conocido como CTIA (Cellular Telephone Industries Association) estándar. En él, el polo del micrófono se encuentra en el enchufe final (Sleeve) y el polo de señal (o tierra) en el segundo anillo (Second Ring). Esta disposición es usada por dispositivos HTC y algunos Sony y Nokia recientes. Apple usa una disposición de conectores similar pero usa un método de control de señal y micrófono sin estándar.
- **OMPT**: Es el más establecido y formalizado. En él, el polo de señal (tierra) está en el enchufe final (Sleeve) y el polo de micrófono en el segundo anillo (Second Ring). Esta disposición es inversa a la usada para el estándar CTIA. Es usado por la mayoría de los teléfonos móviles vendidos actualmente como la mayoría de los smartphones Samsung y las versiones más antiguas de Sony Ericsson y Nokia.

La siguiente imagen muestra los dos tipos de estándares de conexión de manera más resumida:

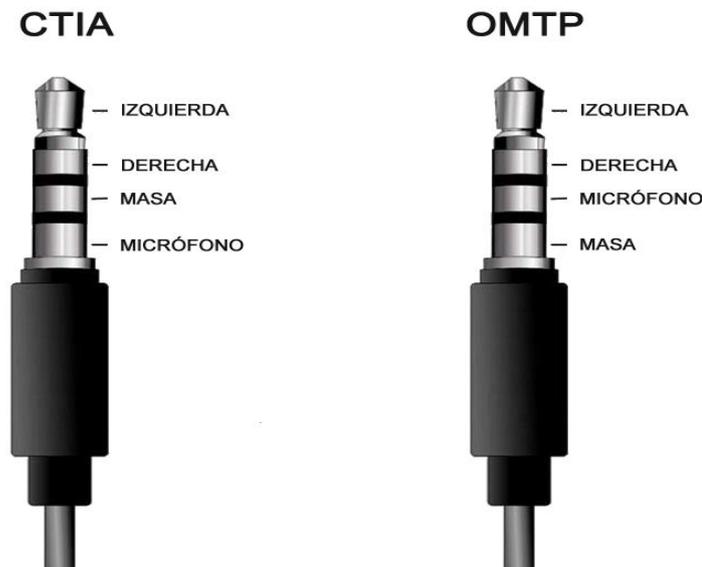


Imagen 57: Comparativa Standard CTIA-OMPT

Conectar un auricular OMPT en un cable Jack CTIA y viceversa, tendrá como resultado que la salida de audio sea inaudible o muy baja. Existen convertidores que intercambian entre los dos tipos de auriculares pero añaden peso extra y no trabajan con fiabilidad con la funcionalidad de control remoto.

### *Conexión de Cables en Conector Jack de 4 Polos*

Para poder realizar correctamente la conexión de los cables al conector Jack de 4 polos es necesario conocer de antemano el tipo de conexión que admite el smartphone a utilizar como dispositivo de lectura de medidas. En el caso del desarrollo de las actividades propuestas, se ha utilizado un dispositivo móvil **Lenovo Golden Warrior A8** cuyas especificaciones técnicas (Device Specifications) demuestran que utiliza el estándar de **conexión CTIA**.

Teniendo en cuenta los diseños que hay que construir en las actividades presentes en el cuerpo de este trabajo, primeramente, se realizará, mediante un cable amarillo, una conexión al polo de la punta que conecta al altavoz izquierdo. A continuación, con un cable negro, se ejecutará una conexión al polo del segundo anillo que conecta a tierra. Para finalizar, con un cable rojo, se hará la conexión al polo del enganche final que conecta al micrófono. En la conexión que se elaborará quedará el polo del primer anillo, que conecta el altavoz derecho, sin nexo alguno. La siguiente imagen muestra un esquema del conexionado de cables descrito:

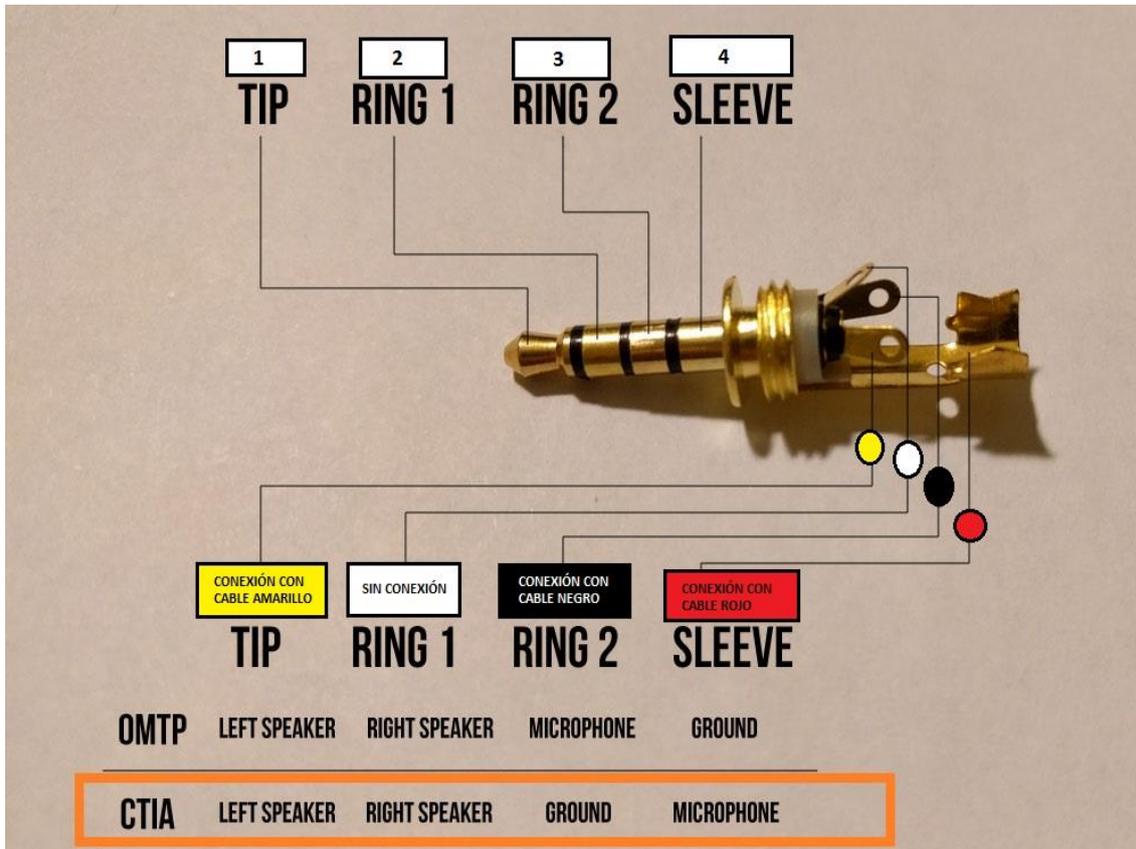


Imagen 58: Esquema de Conexionado Jack 3.5mm

Con este esquema propuesto, se realiza la conexión de los cables mediante soldadura de estaño, teniendo particular cuidado en no cortocircuitar las patillas que conectan a los polos entre sí, con lo cual nos quedará el conector de audio Jack de 3.5mm montado para la realización de las actividades propuestas:

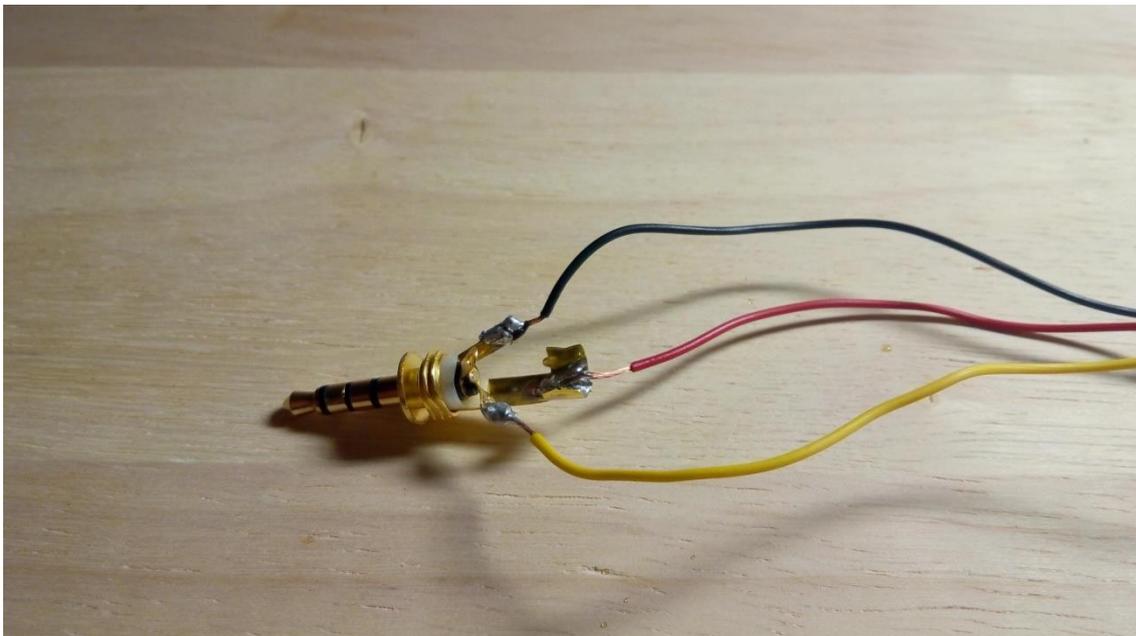


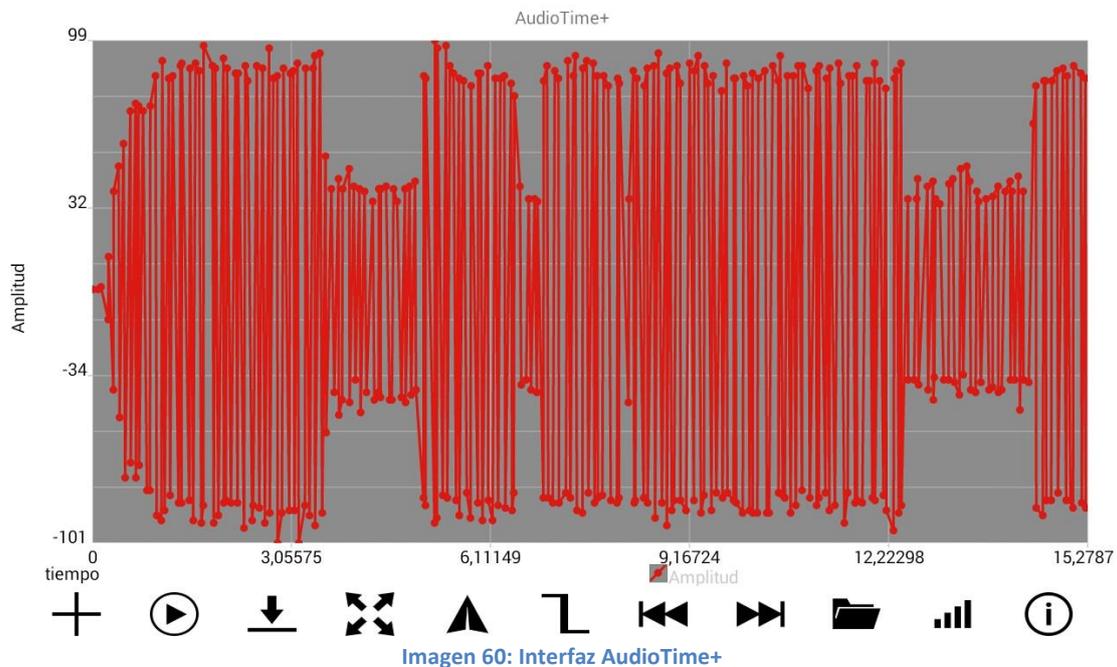
Imagen 59: Conexionado Jack 3.5 mm

## ANEXO II: CIENCIA MÓVIL - AUDIOTIME+

Este anexo II tiene como finalidad, la descripción de la aplicación Android *AudioTime+* (Google Play) que es la utilizada para la captación de datos de salida de los circuitos eléctricos diseñados y la que será la parte “visual” de las medidas tomadas, así como la explicación de la forma que uso que tiene ésta.

### *Descripción y Utilidad*

Se trata de una aplicación para móviles y tabletas que puede grabar y visualizar eventos de audio, así como medir el tiempo relativo de ocurrencia entre dos o más eventos de audio y determinar la frecuencia dominante de un segmento de audio. Es decir, es capaz de representar gráficamente la amplitud de la señal de audio a lo largo del tiempo obtenida a través de la conexión de audio o del altavoz del dispositivo móvil en el que esté conectado, además de, poder medir in situ los intervalos que sean interesantes de la representación gráfica obtenida. Tiene un interfaz muy sencillo con diversas opciones de control como el que muestra la imagen siguiente:



La utilidad que va a tener esta aplicación dentro de las actividades propuestas en el trabajo TFM va a residir en la capacidad que tiene de medir la señal entrante por la conexión de audio del smartphone expresándola como la variación de amplitudes de la señal entrante a lo largo del tiempo. Esto va a ser importante debido a que, si en nuestros circuitos “sensores” hay un **cambio de voltaje** (debido al cambio del *valor de la resistencia en el Fotorresistor* o a la introducción de **voltaje en la base del Fototransistor**), la amplitud de la señal de salida variará lo que provocará un evento medible en el tiempo, que resultará útil para medir por ejemplo el paso de un objeto por delante del “sensor”.

## Uso de la Aplicación

El uso de esta aplicación Android es muy simple y fácil de utilizar. De manera gráfica únicamente expresa las variaciones de la amplitud en función del tiempo pero hay diferentes gestos táctiles que sirven para seleccionar puntos o áreas de las gráficas obtenidas. Los gestos son los siguientes:

- Tocar con un dedo en la gráfica para marcar un punto en el tiempo de la gráfica que se marcará como una línea amarilla.
- Arrastrar un punto de tiempo marcado hasta donde se desee de la gráfica para seleccionar el intervalo de tiempo que se marcará como una zona amarilla
- Tocar con dos dedos para hacer zoom en cualquier zona de la gráfica.
- Arrastrar para mover la gráfica a izquierda o derecha en el tiempo.
- Tocar dos veces cualquier punto de la gráfica para quitar las marcas amarillas.

Una vez conocidos los gestos táctiles de uso es primordial conocer los botones de control de la gráfica tanto los de puesta en marcha y parada de la toma de datos como opciones más avanzadas. La siguiente tabla muestra los controles más importantes y su función.

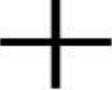
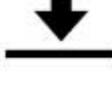
	Comienzo de la grabación de muestras
	Detener la grabación de muestras
	Jugar con las muestras (Repetición de la toma de muestras)
	Mostrar gráfica con los valores de amplitud ampliados al máximo
	Restablecer la ventana de tiempo completo de la muestra grabada
	Ir al extremo izquierdo en el tiempo de las muestras.
	Ir al extremo derecho en el tiempo de las muestras.
	Guardar las muestras como formato de audio .wav
	Determinar la Frecuencia Dominante (FFT) (Solo para intervalos de tiempo pequeños)

Tabla 17: Controles de AudioTime+