



# Trabajo Fin De Master Textiles Inteligentes y Reciclables

Josefa Jiménez Casáis

Supervisor/es:

Oresti Baños Legrán

- ✓ Autorizo a que mi Trabajo Fin de Máster pueda ser consultado (en su copia electrónica o papel) por las personas que así lo deseen.
- ✓ Declaro explícitamente que el trabajo presentado es original, entendido en el sentido de que todas las fuentes utilizadas se han citado debidamente respetando los derechos de autoría.

Fdo.: Josefa Jiménez Casáis

Granada a 5 de Junio de 2020



## Declaración de Originalidad del TFM

D. /Dña. Josefa Jiménez Casais, con DNI (NIE o pasaporte) 20429077-V, declaro que el presente Trabajo de Fin de Máster es original, no habiéndose utilizado fuentes sin ser citadas debidamente. De no cumplir con este compromiso, soy consciente de que, de acuerdo con la Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada de 20 de mayo de 2013, *esto conllevará automáticamente la calificación numérica de cero [...] independientemente del resto de las calificaciones que el estudiante hubiera obtenido. Esta consecuencia debe entenderse sin perjuicio de las responsabilidades disciplinarias en las que pudieran incurrir los estudiantes que plagien.*

Y para que así conste firmo el presente documento.

En Granada a 5 de Junio de 2020.

Firma del alumno



# TEXTILES INTELIGENTES Y RECICLABLES

**Josefa Jiménez Casáis**

## **Resumen:**

El objetivo principal del TFM es mejorar la conciencia medioambiental del alumnado mediante el reciclado de prendas de vestir. Para alcanzar este objetivo se ha desarrollado una serie de tareas mediante la aplicación de una metodología prototipo aplicada al aula de tecnología.

Con este proyecto “Textiles inteligentes y reciclables” se invita al alumnado a rediseñar su prenda de vestir reciclada proporcionándole otra utilidad distinta a la que inicialmente tenía. Por medio de la aplicación de estos criterios de sostenibilidad se promoverán unos valores en cuanto al uso de la educación ambiental como medio para preservar la vida. Así mismo se ha realizado un estudio para analizar si el alumnado está interesado en el reciclaje de prendas de vestir para su transformación en un E-textil.

**Palabras clave:** Conciencia, reciclado de prendas de vestir, sostenibilidad, E-Textil.



# TEXTILES INTELIGENTES Y RECICLABLES

**Josefa Jiménez Casáis**

**Abstract:**

The main objective of the TFM is to improve the environmental awareness of the students by recycling clothing. To achieve this objective, a series of tasks has been developed through the application of a prototype methodology applied to the technology classroom.

With this project "Smart and Recyclable Textiles", students are invited to redesign their recycled clothing, providing it with a different utility than the one it initially had. Through the application of these sustainability criteria, values will be promoted regarding the use of environmental education as a means of preserving life. Likewise, a study has been carried out to analyze whether the students are interested in recycling garments for transformation into an E-textile.

**Key words:** Awareness, recycling of clothing, sustainability, E-Textile.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



/ UGR / *maes*  
MÁSTER EN PROFESORADO  
ESO – BACHILLERATO – FP – IDIOMAS

## Agradecimientos:

Gracias a mi marido y a mis niñas por todo su apoyo, cariño y comprensión. Gracias a mi hermana por ser mi apoyo y mi guía. Gracias a mi padre, madre por estar ahí siempre. Gracias abuela ya que me enseñaste a ser quien soy y que a pesar de tu ausencia siempre te tengo presente en mi corazón. De ti aprendí, a no rendirme nunca y a luchar por todo aquello que deseas. Gracias a todos los profesores del máster y en especial al director de mi TFM D. Oresti Baños por su tiempo y paciencia en el desarrollo de este trabajo.

# Índice General

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>8</b>
1.1	Motivación	8
1.2	Planteamiento del trabajo	10
1.3	Objetivos	10
1.3.1	<i>Objetivo General</i>	10
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	11
1.4	Estructura del trabajo	11
<b>2</b>	<b>Contexto y Estado del Arte</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Materiales y Métodos</b>	<b>18</b>
3.1	Materiales	18
3.1.1	<i>LilyPad Arduino</i>	19
3.1.2	<i>LilyPad Ligth Sensor</i>	23
3.1.3	<i>Sensor de Temperatura termistor NTC</i>	24
3.1.4	<i>Led de colores Lilypad.</i>	24
3.1.5	<i>Bobina de hilo conductor</i>	25
3.2	Software	26
3.2.1	<i>Software de diseño Fritzing</i>	26
3.2.2	<i>Software programación Arduino</i>	27
3.2.3	<i>ArduinoBlocks</i>	28
3.3	Métodos	28
3.3.1	<i>Presentación general del proyecto</i>	29
3.3.2	<i>La importancia del reciclado y el cambio climático</i>	29
3.3.3	<i>Presentación de la placa Lilypad</i>	30
3.3.4	<i>Conocimiento de los sensores</i>	30
3.3.5	<i>Presentación del programa Fritzing</i>	30
3.3.6	<i>Software de programación Arduino</i>	31
3.3.7	<i>Descarga del programa y pruebas iniciales</i>	31
3.3.8	<i>Montaje de la placa en la prenda</i>	32
3.3.9	<i>Pruebas finales</i>	33
3.3.10	<i>Conclusiones finales. Futuras aplicaciones.</i>	33
<b>4</b>	<b>Resultados y Discusión</b>	<b>35</b>



<b>4.1</b>	<b>Resultados</b>	<b>35</b>
<b>4.2</b>	<b>Discusión</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>Conclusiones y Trabajo Futuro</b>	<b>47</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>47</b>
<b>5.2</b>	<b>Trabajo futuro</b>	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>49</b>

# 1 Introducción

## 1.1 Motivación

En la sociedad que vivimos cada vez más nos estamos concienciando con el medio ambiente intentando minimizar la contaminación y que la huella de carbono de cada individuo sea lo mínimo posible. Se está produciendo un cambio climático delante de nosotros de manera muy rápida. Según se cree ha habido hasta 5 glaciaciones desde hace 2.400 millones de años, teniendo en cuenta que la tierra se cree que tiene la edad de 4.500 millones de años. Pero lo que se está observando es demasiado rápido. Este cambio climático se está achacando al aumento de los gases de efecto invernadero, el más importante de estos es el CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> es uno de los residuos de la combustión de los combustibles fósiles.

Otro grave problema que afecta al cambio climático es la contaminación por vertidos contaminantes al suelo y al agua. Todos somos conscientes de la importancia que tiene el tratamiento de los desechos urbanos así como la depuración de las aguas fecales, ya que de no ser así se provocarán daños muy importantes en las zonas donde se vierten, en la siguiente imagen se puede observar una isla de basura que vaga en el océano Pacífico (Figura1).



Figura 1. Imagen isla de basura en el océano Pacífico. Fuente: <https://www.cambio16.com/isla-de-basura-mas-grande-francia/>

El clima ha sufrido cambios importantes a lo largo de la historia de la Tierra, debido a causas naturales. Por ejemplo, en el último periodo glaciario, que finalizó hace unos 10.000 años, el clima terrestre era más frío que el actual y los glaciares ocuparon amplias extensiones de la superficie terrestre.

Sin embargo, el actual cambio del clima es muy diferente de otros anteriores, esencialmente por dos motivos:

- **Sus causas:** los científicos coinciden en señalar que la causa del actual cambio del clima es la emisión, como resultado de la actividad humana, de los denominados “gases de efecto invernadero”. Estos gases, incrementan la capacidad de la atmósfera terrestre para retener calor, dando lugar al fenómeno del calentamiento global.

- **Su velocidad:** el actual cambio climático está ocurriendo muy rápidamente, lo que hace muy difícil, tanto para la naturaleza como para las sociedades humanas, adaptarse a las nuevas condiciones.

El cambio del clima es una realidad observable, según el Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Climático, en el territorio español se está observando los siguientes cambios:

- El **alargamiento de los veranos**, estimado por AEMET en casi cinco semanas desde los años 70 del siglo pasado.
- La **disminución de los caudales** medios de los ríos, en algunos casos más del 20% en las últimas décadas.
- La **expansión del clima de tipo semiárido**, con más de 30.000 Km<sup>2</sup> de nuevos territorios semiáridos en unas pocas décadas.
- El **incremento de las olas de calor**, cada vez más frecuentes, más largas y más intensas.

### La COP21 y el Acuerdo de París

La COP21, celebrada en París en 2015, marcó un hito ya que en ella se alcanzó un gran acuerdo, centrado en tres grandes objetivos:

- Mantener el aumento global de la temperatura por debajo de los 2°C, prosiguiendo los esfuerzos para limitarlo únicamente a 1,5°C.
- Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, promoviendo un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

Orientar los flujos financieros para lograr un desarrollo resiliente al clima y de bajas emisiones.

En estos dos casos la industria textil y de la confección aporta una parte muy importante de la contaminación industrial. Es imperativo mitigar los efectos del cambio climático. La industria textil y de la confección es la segunda más contaminante del mundo después de la petrolera, produce el 20% de las aguas residuales y el 10% de las emisiones de carbono en el mundo, esto es más que todos los vuelos internacionales y los barcos de carga combinados. Sabemos que el CO<sub>2</sub> es uno de los gases que provocan el efecto invernadero. El efecto invernadero es el fenómeno por el que la energía solar recibida en cada momento por la Tierra que proviene de la radiación solar natural no puede volver al espacio (Intermón Oxfam).

Según la ONU confeccionar unos jeans requiere unos 7500 litros de agua, el equivalente a la cantidad de ese líquido vital que bebe una persona promedio en siete años. Ese es sólo uno de los varios hallazgos alarmantes de un estudio ambiental reciente que revela que el costo de estar siempre a la moda es mucho más caro que el precio monetario que pagamos por ello. Una manera de poder mitigar el cambio climático como ciudadanos es el reciclado de todos nuestros residuos y en estos debemos incluir las prendas de vestir que ya no utilizamos. Debemos enseñar al alumnado a reutilizar prendas que dejan en el fondo del armario y que en un momento dado se están planteando tirarlas a la basura porque ya no están de moda, aunque estas estén en perfecto estado de uso. ¿Por qué no darles a algunas de estas prendas una nueva vida? Así como nuevas funcionalidades que ni ellos mismos esperaban.

Otra motivación para este TFM es la seguridad vial del alumnado que se desplaza desde su domicilio a los colegios o institutos andando, bicicleta o motocicleta. Este tipo de desplazamientos en horas de baja luminosidad aumenta el riesgo de sufrir un atropello o accidente.

Según el anuario estadístico de accidentes de la DGT. En 2018 peatones víctimas en vías urbanas de 5 a 17 años fue de 1.778. En 2018 conductores y pasajeros fallecidos en vías urbanas en bicicletas fue de 15 y de ciclomotores 27, el cómputo de fallecidos se realiza a 30 días (DGT, 2018).

Otro enfoque para este TFM nos ha llegado de manera inesperada este año, es la aparición del COVID-19, ese virus que nos está afectando tanto en nuestra sociedad, y sabemos que los niños son un vector importante de transmisión de la enfermedad. Para el control de las misma todos los países está tomando medidas, una de ellas es el control de temperatura de las personas. Un indicativo de la enfermedad es la fiebre y para poder medirla tenemos que tomarnos la temperatura.

## 1.2 Planteamiento del trabajo

Este TFM está orientado a la concienciación del alumnado sobre la importancia del reciclado de prendas de vestir. Además este trabajo desarrolla una nueva metodología para intentar motivar y satisfacer las necesidades del alumnado. La elaboración de dicha metodología está enmarcada en el año académico 2019-2020 de 2º Curso de la ESO del IES Alba Longa de Armilla para la asignatura de Tecnología. La idea surge principalmente debido al consumo compulsivo de prendas de vestir que se observa en el alumnado. La idea innovadora es el reciclado de ropa para convertirla en un E-textil o textil inteligente. A través de la investigación se adquieren conocimientos para su posterior aplicación. Una de las funciones imprescindibles es la educación ya que mediante ella debemos fomentar la cultura a cerca de el valor que tiene la naturaleza como algo irremplazable. Dentro del programa de trabajo educativo que tiene el centro, se dispone de un abanico amplio de actividades escolares, científicas y divulgativas. Es necesario destacar el papel que la desempeña la tecnología en la coeducación. Si tenemos en cuenta la tradición este campo del saber estaba reservado al hombre por lo que supone un valor simbólico el acercamiento de las alumnas.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

El objetivo general del presente TFM es desarrollar una metodología de prototipo de creación de un E-textil para incrementar la conciencia del reciclado de prendas textiles en el aula. Se va a proceder a realizar un proyecto prototipo de creación de un textil inteligente con una placa proyectos a la cual se le van a conectar dos tipos de sensores y una serie de diodos leds. Los sensores conectados a la placa medirán la luz ambiental y la temperatura corporal del alumno. Los diodos leds se encenderán cuando las condiciones estén fuera de los parámetros programados. En el caso de la luminosidad cuando esta caiga por debajo de un umbral, se encenderán los diodos leds para disminuir el riesgo por atropello. En el caso de la temperatura cuando esta suba por encima de un valor fijado se encenderán el led de color rojo indicando un posible estado de fiebre elevada.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Concienciación del alumnado con el reciclado de prendas textiles.
- Desarrollo de una prenda prototipo que reaccione a un nivel bajo ambiental haciendo que se iluminen unos elementos luminosos para que el alumnado pueda ser visto por los vehículos y así poder disminuir el riesgo de atropello.
- Añadir a la prenda prototipo un sensor de temperatura corporal de manera que si esta sube de un determinado nivel que se marque, se activan unos elementos luminosos de color rojo advirtiendo de un posible problema.
- Evaluar la eficacia de la metodología prototipo desarrollada a través de un estudio realizado al alumnado para determinar si es viable o no la implementación de los textiles inteligentes.

## 1.4 Estructura del trabajo

- Introducción: definición de los problemas encontrados y soluciones propuestas.
- Estado del arte: Trabajos relacionados con la Educación Ambiental y los Textiles Inteligentes ejemplos de aplicaciones existentes hasta el momento actual.
- Materiales y métodos: Definición de los materiales que se van a utilizar para la realización del proyecto, así como de desarrollo del mismo.
- Resultados y discusión: Exposición de los resultados obtenidos teniendo en cuenta la opinión del alumnado mediante la realización de una encuesta.
- Conclusiones y trabajo futuro: Exposición de las conclusiones a la que he llegado con la realización de este proyecto y posibles desarrollos para el futuro.

## 2 Contexto y Estado del Arte

La industria textil y de la confección aporta una parte muy importante de la contaminación industrial. Es imperativo mitigar los efectos del cambio climático. La industria textil y de la confección es la segunda más contaminante del mundo después de la petrolera.

Es necesario promover la concienciación del alumnado en cuanto al reciclado de prendas de vestir de tal forma que podamos incrementar la conciencia en el aula, hoy día se hace necesario estimular al alumnado promoviendo actividades relacionadas con la Educación Ambiental en sus distintos ámbitos o contextos como es el sector textil al que hacemos referencia en nuestro proyecto. Es necesario una formación continua del profesorado que de esta forma les permita disponer de distintos recursos para poder propiciar una educación de calidad.

El área de tecnología debe facilitar por parte del alumnado la adquisición de selección de conocimientos así como de habilidades de tal forma que estos estén capacitados para el análisis de un problema, diseño para la obtención posterior de un objeto técnico que dé solución a ese problema.

Finalmente no se debería separar los aspectos socioeconómicos y humanísticos de lo tecnológico ya que es esencial en esta área, pudiéndose incluir otros como son las relaciones sociales, la organización del trabajo y el estudio de la dinámica de la empresa que de forma creativa, armónica y equilibrada pueda propiciar el desarrollo solidario del alumnado.

En el centro cabe destacar la organización curricular debe ser flexible, debiendo proporcionar desde esta área a todo el alumnado, la posibilidad de atender a la diversidad de sus motivaciones e intereses permitiéndoles explorar sus orientaciones vocacionales hacia sus posteriores formaciones.

En una de las bibliografías investigadas en relación a la educación ambiental, los conocimientos que se adquieren a lo largo del curso nos permite tener una mejor visión en cuanto al concepto de la Educación Ambiental así como del desarrollo de sus talleres. Es primordial conocer la ideas previas que tiene el docente que participa, así como las dificultades de aprendizaje que presenta. Finalmente el docente generará un aprendizaje más significativo llevándolo a la práctica con el alumnado.

Diferentes estudios que se desarrollan en los centros de Educación Ambiental permiten un desarrollo profesional más eficaz para realizar prácticas educativas. En el estudio se observa modificaciones de conductas y creencias en la formación profesional ya que disponen de un amplio repertorio didáctico así como acceso a nuevas estrategias metodológicas. Esto hace que los profesores piensen de forma distinta frente a los problemas como a sus soluciones.

Dentro del ámbito escolar nos encontramos una serie de normativas que promueven y fomentan los

temas que están relacionados con la Educación Ambiental como es la Ley Orgánica general del sistema educativo 1/1990 de 3 de Octubre. La Ley General del Sistema Educativo, en cuyo artículo 2 se especifica “la relación con el entorno social y cultural”, así como “La formación en el respeto y la defensa del medioambiente”. También cabe destacar que en la posterior ley Orgánica de 2/006, de 3 de mayo, de Educación, y en su modificación por la actual Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa, se sigue haciendo hincapié a la importancia de los contenidos medioambientales en la formación del alumnado.

La gran mayoría de los dispositivos electrónicos que sacan en el mercado su ciclo de vida es de apenas un año y todo ello ocasiona altos índices de basura electrónica cuya previsión en 2018 estaba rondando los 50 millones de toneladas métricas.

Los wearables y dispositivos biodegradables han encontrado solución a este problema en sitios como Japón. Estos desperdicios se aprovechan para hacer medallas olímpicas para las Olimpiadas de Tokyo 2020. Los científicos han conseguido crear un wearable biodegradable. Se trata de un semiconductor creado a base de fibras de plantas que sirve para alojar la parte electrónica del wearable. Lo más importante de la construcción de estos dispositivos es que no acabarán en la basura. Basta con mojarlos en un baño de vinagre para que estos wearables se derritan eliminando cualquier resto sólido. Es necesario concienciar al alumnado e informar de este tipo de alternativas ecológicas en todo momento.

Los textiles inteligentes son todos aquellos productos manufacturados a través de un proceso textil, y que responden a exigencias específicas a través de funciones técnicas. Se trata de productos de alta tecnología, complejos en su producción y para los que ha sido identificada una gran capacidad de crecimiento y de desarrollo tanto comercial como tecnológico (Deniel, 2003).

El término textrónica, define la fusión de tres disciplinas como son la informática, la electrónica y el diseño textil, para implementarle al diseño y confección de textiles un incremento de sus funcionalidades (Figura 2). Compañías de todo el mundo en los sectores del textil y la electrónica están haciendo sinergias para el lanzamiento de esta tecnología.

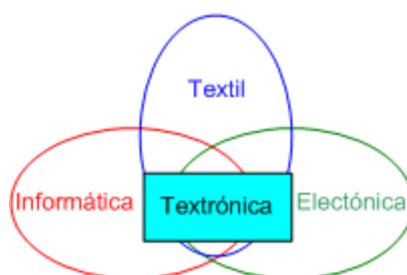


Figura 2. Textrónica, Fuente : propia.

De la fusión de estas tres disciplinas han aparecido los llamados Smart Textiles, los cuales son textiles electrónicos y últimamente denominado textiles inteligentes ya que estos son capaces de reaccionar con respecto al medio que les rodea por medio de una programación anteriormente definida.

A nivel industrial se están desarrollando novedosas técnicas en la fabricación de textiles, por

ejemplo, existen fibras textiles que reaccionan ante la presión (Figura 3). La fibra es una matriz de dos dimensiones la cual dependiendo de la presión que se haga sobre ella varía su resistencia, está conectada a un controlador nos puede hacer un mapa de la presión realizada en cada punto de la superficie (SEFAR 2020).

Existe una tendencia en los últimos años en darle a los textiles un uso que además de cubrirnos el cuerpo nos permitan ir a la moda y tengan funcionalidades nuevas. Estas funcionalidades por ejemplo pueden ser que interactúen con el medio y reaccionen al cambio de variables físicas externas. Estas variables pueden ser temperatura, humedad, luminosidad, etc... A este tipo de prendas se les ha llamado e-textiles. Los elementos tecnológicos desarrollados para estos E-textiles se les denomina con la palabra anglosajona *Wearables* o dispositivos “llevables”.

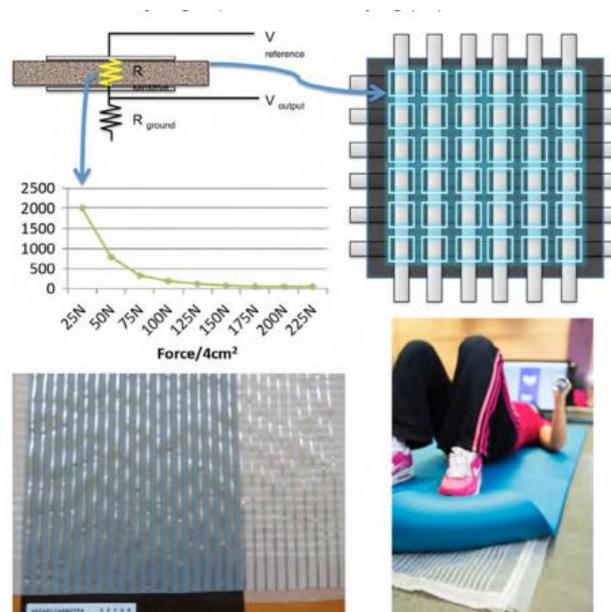


Figura 3. Matriz textil que reacciona a la presión Fuente: Smart-surface: Large scale textile pressure sensors arrays for activity recognition (2016) <https://www.sefar.com/en/609/Smart-Fabrics/Sensing/Sensing.htm?Folder=6924615>

Wearable hace referencia al conjunto de aparatos y dispositivos electrónicos que se incorporan en alguna parte de nuestro cuerpo interactuando de forma continua con el usuario y con otros dispositivos con la finalidad de realizar alguna función concreta, relojes inteligentes o smartwatches, zapatillas de deportes con GPS incorporado y pulseras que controlan nuestro estado de salud son ejemplos entre otros muchos de este género tecnológico que se halla poco a poco más presente en nuestras vidas. La palabra wearable posee una raíz inglesa cuya traducción significa “llevable” o “vestible”, en el argot tecnológico hace referencia a pequeñas computadoras que van siempre con el usuario. Bajo esta concepción, el PC deja de ser un dispositivo extraño para el usuario que solo lo usaba en un espacio definido pasando a ser un factor que se incorpora e interactúa de forma continua con él, además de acompañarlo a todas y cada una de las partes (Dispositivos Wearables.net).

Se puede observar en la (Figura 4) la evolución de este tipo de dispositivos a lo largo de los años.



Figura 4. Evolución de Wearable computer. Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa\\_vestible](https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa_vestible)

Nuestra sociedad es cada vez más tecnológica y está incorporada a casi todo lo que forma parte de nuestra vida moderna. Cada vez más, los niños y adolescentes están familiarizados con el uso de la tecnología digital y tienen herramientas sencillas a su alcance para poder hacer sus propios prototipos. En el mercado se dispone de una gran variedad de hardware de bajo coste con el que con imaginación y unos pocos conocimientos teóricos se pueden llevar a cabo proyectos muy interesantes. A su vez hay disponible software de libre difusión y un sinfín de tutoriales y referencias de cómo hacerlo. La evolución de la electrónica y muy especialmente en los últimos años, la evolución de la informática nos ha permitido la miniaturización de los dispositivos y la reducción de los precios de los mismos (Figura 5). Además, en la era de internet nos permite disponer de una base de datos de información muy extensa de libre disposición para todo el mundo.



Figura 5. Google Glas, gafas con conexión a internet, cámara y pantalla. Fuente: <https://www.google.com/glass/start/>

Hay varias maneras de llevar a cabo este objetivo de hacer tejidos inteligentes, realmente lo que queremos hacer es que nuestro tejido inteligente haga una tarea de forma autónoma sin tener que hacer nosotros ningún cambio sobre él, sino que lo haga de forma automática. Aquí incluimos un concepto tecnológico como es la “automatización”. La automatización es la aplicación de procedimientos automáticos para la realización de un proceso, esto está muy ampliamente integrado en la fabricación industrial, como por ejemplo la automoción. Antiguamente en las fábricas las personas eran las que ensamblaban las piezas en una cadena de montaje, a lo mejor una persona solo se dedicaba a atornillar o a colocar un elemento nuevo en la cadena de montaje y siempre hacia lo mismo durante toda la jornada, o tenían que mover piezas pesadas o

hacer trabajos peligrosos como soldadura o corte de piezas (Figura 6). Para realizar este tipo de tareas repetitivas o peligrosas han ido apareciendo unos elementos llamados “ROBOTS” que realizan este tipo de tareas, no hay que imaginarse los robots bípedos y violentos de Hollywood nos ha inspirado la (Figura 7).



Figura 6. Robot Colaborativo Nextage  
Fuente: <https://revistaderobots.co>



Figura 7. Robot humanoide de la película “Yo Robot”  
Fuente: Película Yo Robot

Es importante que los jóvenes se vayan familiarizando con este tipo de dispositivos porque en un futuro muy próximo van a estar ampliamente integrados en todos los procesos productivos y va a hacer falta muchos profesionales que se dediquen a instalarlos, programarlos y realizarle mantenimiento.

Otro concepto que está muy en auge es el IOT (Internet Of Things) el internet de las cosas, ya disponemos de dispositivos que están continuamente conectados a internet como es nuestro teléfono celular, cámaras de vigilancia IP, centrales de alarma, etc... Pero en un futuro muy muy próximo más bien casi un presente, la tendencia es que todos los dispositivos que tengamos tengan conexión a internet. Por ejemplo, que nuestro frigorífico sepa lo que normalmente consumimos y nos haga la compra si nos hace falta un producto, o que nuestra calefacción reciba información de una página web de meteorología y la active o module en función de la previsión meteorológica. Que nos llame el portero automático de nuestra casa y podamos contestar a través móvil a miles de kilómetros (Figura 8).



Figura 8. Video portero para móvil. Fuente: <https://www.fermax.com/>



Para todo este tipo de tecnología debemos estar preparados y formados. El objetivo es que los alumnos aprendan desarrollar habilidades tecnológicas como son la programación, familiarizarse con documentación técnica, el conexionado de elementos electrónicos y el uso de equipos de medida. La idea es le sirva para abrirles la mente a este mundo de la tecnología y por medio de una práctica amigable se sientan atraídos a este mundo tecnológico el cual les puede permitir desarrollar sus propios proyectos y aplicaciones.

Para llevar a cabo esto los alumnos deberán familiarizarse con conceptos tecnológicos como microcontrolador, sensor, led, Arduino, actuador, etc.. las cuales se irán definiendo más adelante.

Con la nueva realidad que hemos tenido que asumir desde Marzo de 2020 se ha visto que unas personas llamadas "Makers" han participado en el desarrollo de respiradores o la fabricación de mascarillas con impresoras 3D, en los cuales la base de estos son equipos desarrollados con placas basadas en Arduino. Este tipo de placas es base del desarrollo de este TFM.

## 3 Materiales y Métodos

Para la realización de este proyecto se van a necesitar una serie de materiales y se va a desarrollar el método para llevarlo a cabo de forma exitosa. Los materiales que se van a necesitar se pueden adquirir en múltiples establecimientos o a través de tiendas online. Dichos materiales son de bajo costo, este proyecto está pensado para que el alumnado pueda llevarlo a cabo sin que ello requiera un esfuerzo económico.

Cada vez la tendencia es que se opte más por los medios de transporte no contaminantes, por lo que el uso de bicicletas por parte de los jóvenes para desplazarse a los centros educativos va a ir en auge. No siempre esos desplazamientos se realizan en condiciones de luminosidad adecuadas, uno de las posibles utilidades de que le podemos dar es que cuando el sensor de luminosidad detecte que la luz ambiente ha bajado de un determinado umbral, según si está anocheciendo, enviara esta señal a la placa de control y por programación de esta activará los leds parpadeando, para que la persona pueda ser vista por otros vehículos y así prever posibles atropellos. Los leds se cosen en la parte trasera de la sudadera o chaqueta y al producir el parpadeo de los mismos se hace más visibles el ciclista o el peatón.

Otra funcionalidad es la medida de temperatura del alumnado o la medida de la temperatura ambiente mediante el sensor de temperatura. La lectura de esta temperatura se convertirá en el encendido de leds de color rojo si la temperatura es alta o de color azul si es baja. Los leds de temperatura serán cosidos en la parte frontal de la prenda, para que sea visible por si la temperatura está fuera de los valores fijados, y nos informará de una posible fiebre.

Esta son las dos funcionalidades que se plantean para esta práctica, pero al ser una placa programable se le pueden dar muchas más, solo hace falta imaginación por parte del alumno para llevarlas a cabo.

### 3.1 Materiales

Este TMF está desarrollado con una placa electrónica, la cual es de reducido tamaño y puede ser adherida a la ropa, llamada LilyPad fabricada por la empresa Sparfun, la cual está basada en la tecnología de Arduino. Para llevar a cabo este objetivo se plantea realizar una práctica en la que se reutiliza una prenda textil como puede ser una chaqueta o una sudadera. Con un mínimo de inversión la convirtamos en un e-textil mediante los elementos wearables programables.

Una vez acabado el proyecto el alumnado pueden usar estas prendas e-textil en su vida diaria e investigar nuevas posibilidades realizando pequeños cambios, añadiendo nuevos sensores y reprogramando la misma.

El proyecto consiste en una prenda a la que se le van a coser una serie de sensores, diodos led y una placa de desarrollo LilyPad (Sparfun) basada en Arduino. Los sensores que vamos a utilizar son un sensor de luminosidad y otro de temperatura.

### Material necesario:

- Una prenda a reutilizar del alumno.
- Una placa de desarrollo LilyPad en nuestro caso el modelo LilyPad Arduino USB ATmega32U4 Board (Sparkfun).
- Un sensor de luminosidad modelo LilyPad Light Sensor.
- Cinco LilyPad Led Red (Rojo).
- Cinco LilyPad Led Blue (Azul)
- Cinco LilyPad White (Blanco)
- Un sensor de temperatura de tipo NTC 1K8.
- Placa Protoboard Small para montar sensor NTC.
- Una bobina de hilo conductor.
- Una batería de 3.7 v.
- Un ordenador para generar el programa.
- Un cable de USB para descargar la programación a la placa.

## 3.1.1 LilyPad Arduino

La placa que vamos a utilizar es LilyPad Arduino USB ATmega32U4 Board (Figura 9) desarrollada por la casa Sparkfun Electronics una empresa de origen Estadounidense con sede en Colorado. Esta placa está basada en el Chip ATmega32U4 y es libremente programable mediante el entorno Arduino.

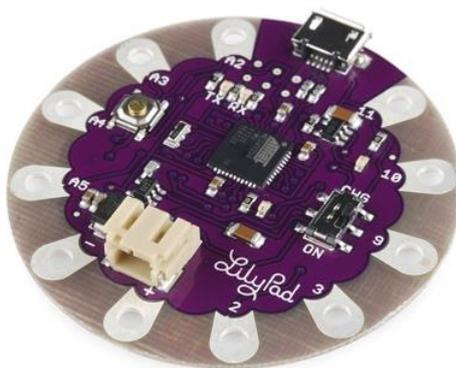


Figura 9. LilyPad Arduino USB ATmega32U4 Board Fuente: <https://www.sparkfun.com/>

En la siguiente imagen se muestra el esquema de la placa que vamos a utilizar (Figura 10) de una manera gráfica.

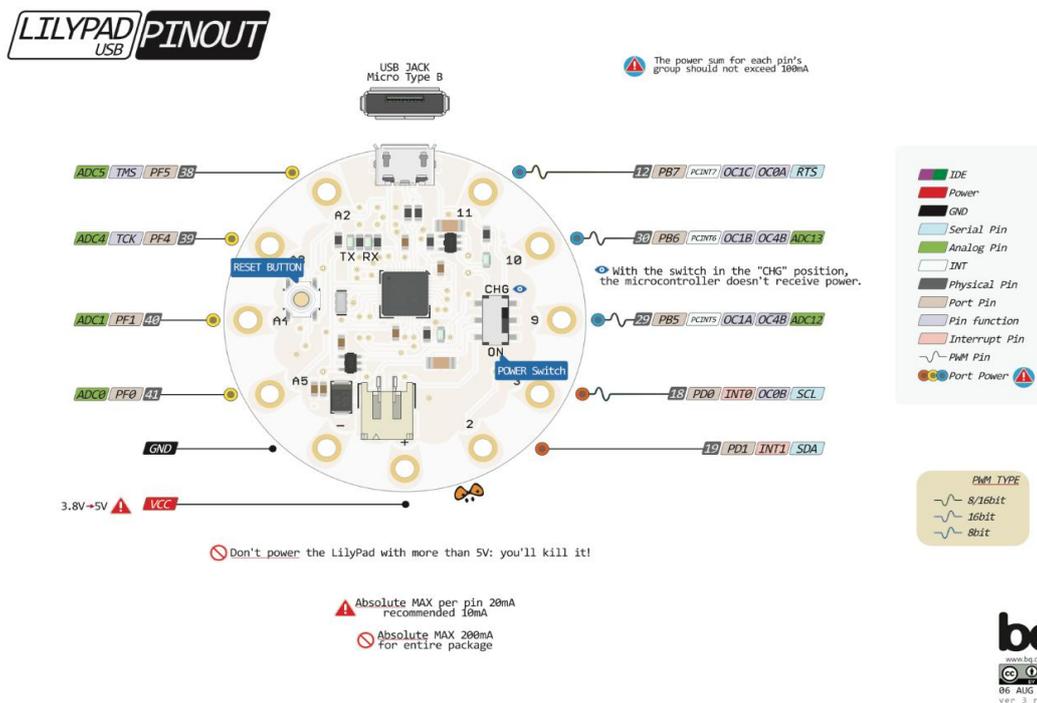


Figura 10. Esquema patillas placa LilyPad USB Fuente: <https://microcontrollerslab.com/>

### Descripción de la placa:

El corazón de esta placa es un Chip ATmega32U4QFN este chip dispone de 17 pines digitales desde la D0-D17, la cuales pueden configurarse como entradas o salidas. También dispone de 6 pines de entradas analógicas A0-A5. Como vemos en la figura anterior solo podemos utilizar los pines digitales 2-3-9-10-11 y los analógicos A2-A3-A4-A5. Los otros dos Pines son de alimentación +y – los cuales zona a 3,7 lo cual nos permite alimentar nuestra placa con una batería.

El conector superior micro USB es como el de los móviles y nos permite descargarle la programación y también alimentar la placa con cualquier cargador de móvil.

El conector inferior blanco es para alimentar la placa con una pequeña batería recargable, la cual nos permite recargarla si alimentamos la placa por el conector USB y ponemos el interruptor en modo CHG.

Como se observa hay muchos pines que no se utilizan esto es por el espacio, debido al reducido tamaño de esta placa y a que los cables no van a ser soldados sino cosidos por lo que el fabricante ha dejado unos oiales lo suficientemente grandes para poder realizarlo. Pero para esta práctica nos sobran patillas de conexionado. En la siguiente imagen se muestra el esquema completo de la placa a modo informativo (Figura 11).

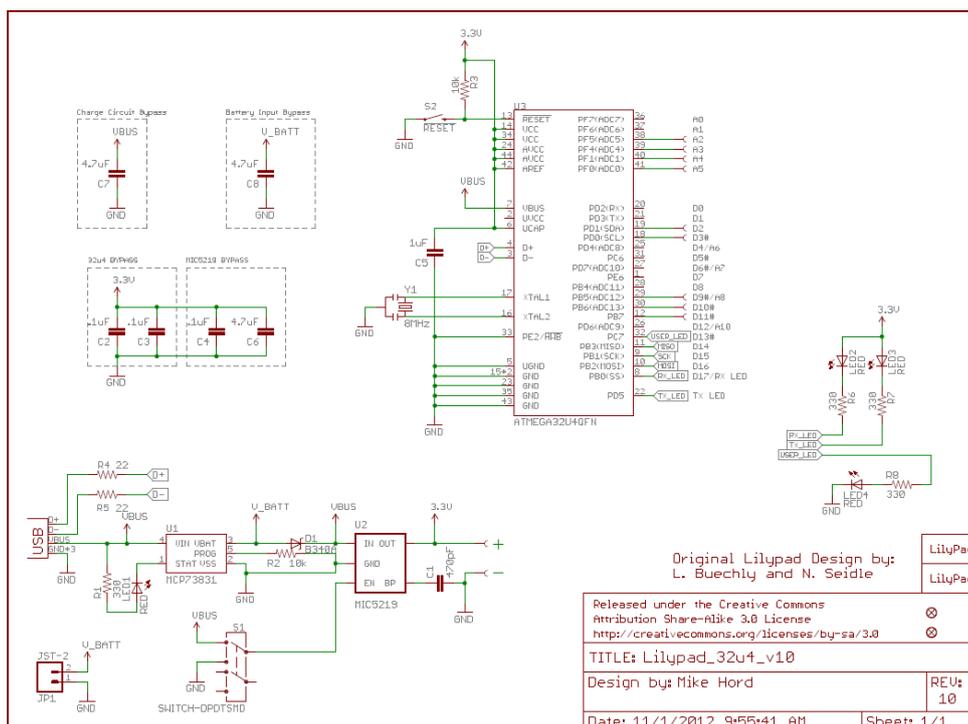


Figura 11. Esquema completo LilyPad USB ATmega32U4 Fuente: <https://www.sparkfun.com>

### Características técnicas de LilyPad Arduino USB:

- Microcontrolador: Atmega 32U4
- Voltaje de funcionamiento: 3.3 V
- Voltaje de entrada: 3.8 V a 5 V
- Pines digital I/O disponibles: 9
- Salidas PWM: 4
- Entradas analógicas: 4
- Corriente DC por pin digital: 40 mA
- Memoria flash 32 KB (ATmega32u4). El gestor de arranque utiliza 4 KB
- Memoria SRAM: 2.5 KB (ATmega32u4)
- Memoria EEPROM: 1 KB (ATmega32u4)
- Velocidad de reloj (cristal): 8MHz

El microcontrolador ATmega32U4QFN es un tipo de Chip fabricado por la casa Microchip, se ha extendido mucho su utilización y esta soportado por la plataforma de programación libre Arduino. En la siguiente imagen (Figura 12) se muestra el diagrama de bloques interno de este microcontrolador. El ATmega32U4QFN, es un microcontrolador de 8 bits y 32K bytes de memoria flash y un controlador USB. La frecuencia de trabajo puede ser de 8Mhz o 16 Mhz, en nuestro caso está montado en una placa con un reloj de 8 Mhz.

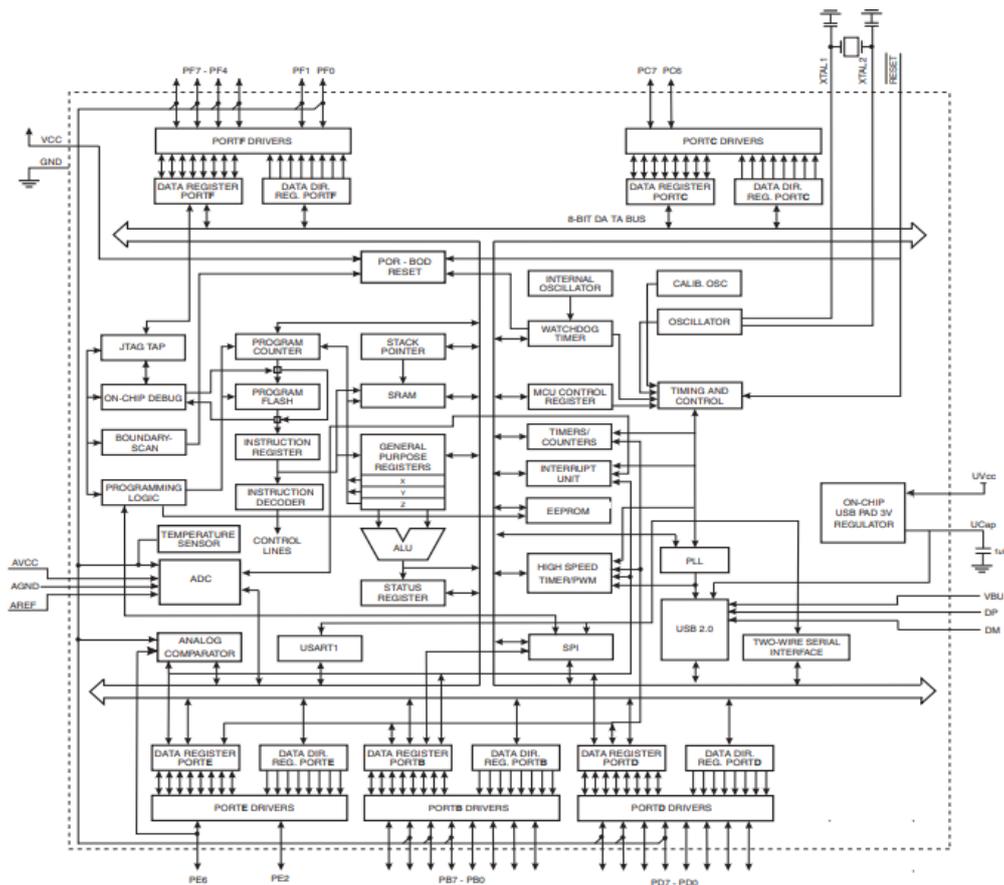


Figura 12. Diagrama de bloques ATmega32U4 Fuente: microchip.com

Como se ha comentado con anterioridad la placa LilyPad está basada en Arduino, este es un proyecto que nace en 2003 por medio de estudiantes de un instituto de diseño de Italia. Los diseñaron para que los estudiantes tuvieran acceso a placas y programas de uso libre haciéndolas más asequibles económicamente a las que había de casas comerciales en ese momento (Figura 13). Arduino se ha extendido muy rápidamente por el mundo de los estudiantes de electrónica e informática, hoy en día existen un abanico muy extenso de paginas web donde se dispone de información, libros de libre descarga, foros de consulta y tutoriales para un aprendizaje fácil. Cualquier persona sin conocimientos previos de electrónica ni informática puede realizar un proyecto con Arduino sin que esto le lleve a un esfuerzo de aprendizaje enorme, solo hay que tener una idea e imaginación.

Es una herramienta muy buena para que el alumnado se introduzca en el mundo de la programación que tanto va a hacer falta en el futuro.

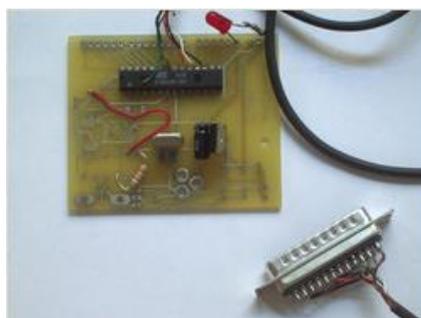


Figura 13. Placa Original Arduino: <https://arduinothctics.weebly.com/historia.html>

El coste de las placas que desarrollaron estaba muy por debajo de los competidores comerciales por ejemplo una palca Basic Stamp rondaba los cien euros en cambio el Arduino Uno no llegaba a los 30 €. Con el paso de los años este tipo de placas se han ido reduciendo de tamaño, aumentando funcionalidades y reduciendo su coste (Figura 14).

Todos estos tipos de placas, de las cuales hay una gran variedad en el mercado, están basadas en un microcontrolador, lo cual básicamente quiere decir que es un Chip, el cual dispone internamente de una memoria no volátil en la cual podemos descargar una programación. Lo de no volátil significa que cuando le quitamos la alimentación no pierde el programa que le hemos descargado.

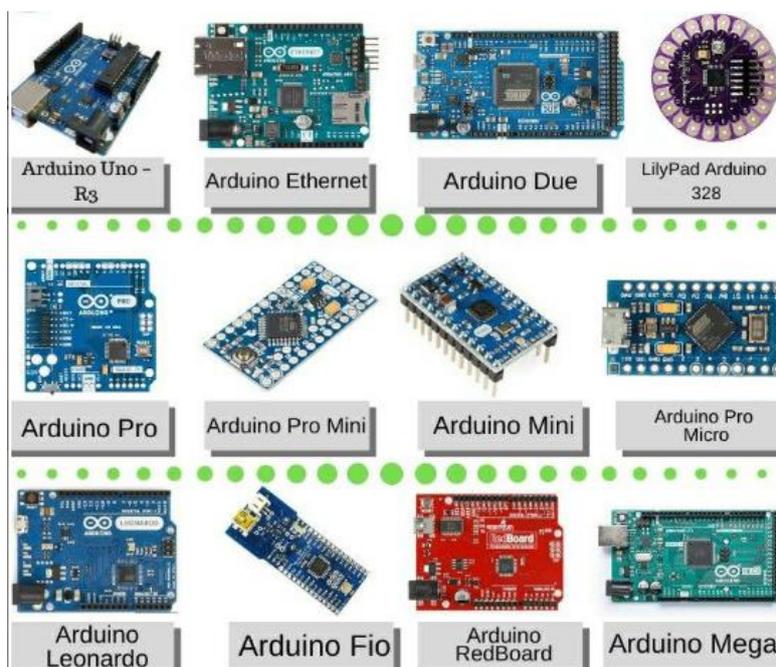


Figura 14. Ejemplo tipos de placas basadas en Arduino: <https://www.pinterest.com>

### 3.1.2 LilyPad Ligth Sensor

LilyPad Ligth Sensor el cual monta un fototransistor ALS-PT19 sensor de luz ambiente, el cual varia su salida entre 0v y 3,3 v dependiendo de la luz que le recibe (Figura 15).



Figura 15. Esquema eléctrico e Imagen del LilyPad Ligth Sensor .Fuente: <https://www.sparkfun.com/>

Como en la placa anterior este fabricante ha montado el sensor en una placa Wearable, en la que sus pines son ojales los cuales pueden ser cosidos a una prenda. Dispone del Pin de + Pin de – y el Pin S que es la salida que vamos a conectar a la placa de desarrollo. El corazón de este sensor es un fototransistor y tiene la base abierta a una ventana transparente por la que recibe los fotones, en el que por efecto fotoeléctrico generan la conducción del transistor, conduciendo más o menos por el corriente por el colector en relación al nivel de luz que incida en él. Además del fototransistor, la placa monta una resistencia SMD (Surface Mounting Device) de 10kΩ para la polarización del transistor.

La salida de este sensor es analógica, eso quiere decir que su valor de salida varia en el tiempo entre el valor 0 y el valor 3,3 voltios. A diferencia un sensor digital solo puede tener dos valores: un valor alto y valor bajo, un 1 y un 0. Esto es la base de la tecnología digital. Los ordenadores solo entienden de unos y ceros. Entonces como pueden medir un valor analógico, pues utilizan unos componentes que convierten el valor analógico en una combinación de unos y ceros. Como he dicho los ordenadores solo entienden de unos y ceros, pero es que utilizan muchos millones de unos y ceros y los combina para dar valores. Igual que los humanos utilizamos para nuestros cálculos la base numérica 10, del 0 al 9 para representar cualquier número, los ordenadores utilizan las matemáticas en base 2. Solo dos posibles valores, el uno y el cero. Cada uno y cero posible para representar un número se llama bit, la combinación de varios de estos se llama byte. Por ejemplo, para representar el número 7 en base 2 que es el entiende el ordenador sería así 0111.

### 3.1.3 Sensor de Temperatura termistor NTC

El sensor de temperatura es una resistencia de tipo termistor NTC, como el anterior es un sensor analógico, el cual disminuye su valor si la temperatura de la superficie en contacto aumenta y viceversa. (Figura 16). Existen tablas donde se relacionan las temperaturas con su valor de resistencia. De esta forma, aplicando una formula al valor de resistencia podemos saber la medida de temperatura. Para nuestra práctica se ha escogido un termistor NTC SMD montado sobre una Lilypad Protoboard Small la cual nos permite que le montemos componentes a necesidad y convertirlos en wearables para poder añadirlos a la prenda.



Figura 16. Símbolo e imagen termistor NTC SMD. Protoboard Lilypad Small Fuente: <https://www.sparkfun.com/>

### 3.1.4 Led de colores Lilypad.

Los Leds son componentes electrónicos muy comunes hoy en día, casi todos los sistemas de iluminación utilizan Leds en su interior para producir luz. Es un componente electrónico muy simple, si se le aplicarla un voltaje en polarización directa este emite luz por efecto fotoeléctrico. Como en el caso del fototransistor tiene una ventana transparente por donde sale la luz. La intensidad de esta luz depende de la tensión aplicada a sus patillas. En el caso del utilizado en la práctica (Figura 17) en la placa que está montado lleva incorporado una resistencia SMD limitadora de corriente de  $150\Omega$ , si no llevara esta resistencia el diodo conduciría de manera incontrolada hasta producir su destrucción por ruptura por avalancha. Los leds que se usan en la práctica son de bajo voltaje y están montados en unas plaquitas con ojales para ser cosidos a la prenda. También existen led RGB que dependiendo de la tensión que apliquemos a sus patillas dan un color u otro.

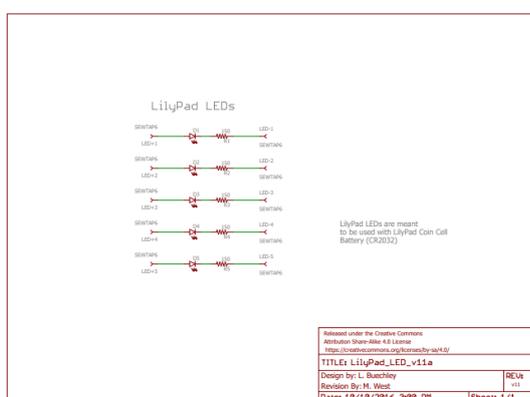


Figura 17. Imagen del LilyPad Tira de Led. Fuente: <https://www.sparkfun.com/>

### 3.1.5 Bobina de hilo conductor

Para interconectar los distintos componentes en las prendas textiles no utilizan cables rígidos por que serian muy incomodos para el usuario final. Para hacer esto en el mercado existen bobinas de hilo conductor (Figura 18), el cual nos permite coserlo a la ropa de forma manual o con máquina de coser. Este hilo conductor tiene unas características de flexibilidad y resistencia adecuadas para este fin. El hilo esta formado de fibras de acero inoxidable, con una resistencia de  $91 \Omega/m$ .



Figura 18. Imagen del LilyPad Tira de Led. Fuente: <https://www.sparkfun.com/>

## 3.2 Software

Para la realización de la práctica vamos a utilizar varios softwares de libre difusión, el cual nos va permitir tanto la elaboración del diseño como la programación de la misma.

### 3.2.1 Software de diseño Fritzing

El software Fritzing es un software libre, el cual se puede descargar de <https://fritzing.org/> (Figura 19). Está disponible en versión español. Dispone de librerías gráficas de los distintos componentes que vamos a utilizar, como son las placas de LilyPad, resistencias, transistores, diodos, etc. Dispone de librerías de las distintas placas de Arduino, esta librería se va actualizando según van saliendo más dispositivos. Su uso es tan fácil como arrastrar los componentes desde la librería gráfica al tablero de trabajo e interconectarlos con cables, esto nos genera un esquema el cual podremos descargarlo.

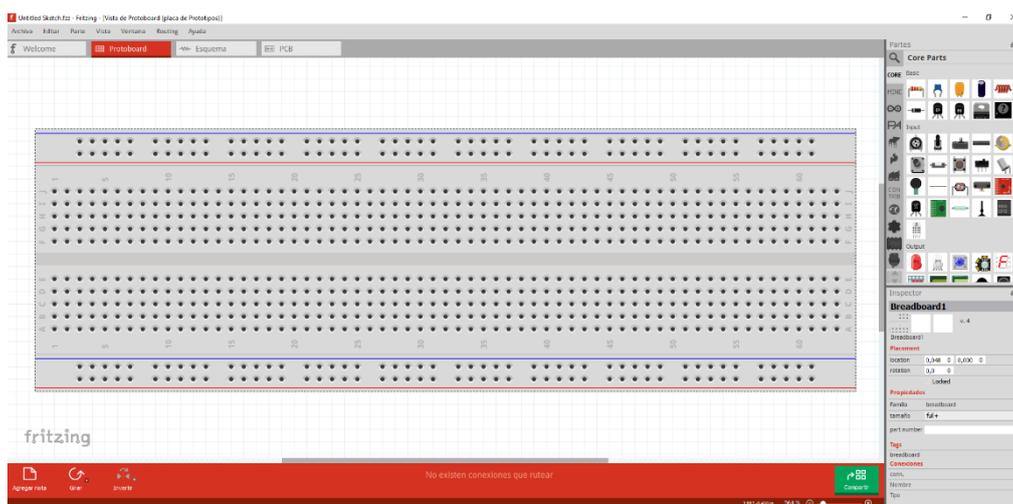


Figura 19. Aspecto del entorno de trabajo de Fritzing. Fuente: <https://fritzing.org/>

En la parte central de la pantalla se encuentra el tablero de trabajo, el cual se puede seleccionar su aspecto en tres tipos de visualizaciones posibles: Protoboard, Esquema y PCB. En la protoboard la visualización es gráfica, se ven los componentes de forma infográfica. En la pestaña Esquema se observa el montaje en modo diagrama eléctrico. En la pestaña PCB nos muestra una visualización la cual nos sirve para realizar el diseño de la placa para su fabricación posterior. En la parte izquierda de la pantalla está la librería de dispositivos disponibles. En su página web tienen enlaces de cursos de formación y video tutoriales. En el mercado hay disponibles otros softwares de generación de esquemas, pero me he decidido por este, por su fácil manejo el cual puede ser muy intuitivo para el alumnado.

## 3.2.2 Software programación Arduino

Para la programación de la placa vamos a utilizar el software original de Arduino, el cual es de libre difusión y puede descargarse de su página web <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>, el aspecto que presenta es el de la (Figura 20 )

```
Prueba_NTC_1800 Arduino 1.8.12
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Prueba_NTC_1800

/**
 *Geekfactory - "INNOVATING TOGETHER"
 *Distribucion de materiales para el desarrollo e innovacion tecnologica
 *www.geekfactory.mx
 *
 *EJEMPLO SENCILLO PARA LECTURA DE TEMPERATURA CON TERMISTOR NTC. EL PROGRAMA
 *ESTÁ DISEÑADO PARA TERMISTORES NTC DE 10K NOMINALES A 25 GRADOS CENTIGRADOS.
 *EL TERMISTOR DEBE SER CONECTADO A LA ENTRADA DEL ADC MEDIANTE UN ARREGLO DE
 *DIVISOR RESISTIVO REALIZADO CON RESISTENCIA DE 10K Y EL TERMISTOR EN SERIE.
 *EL ALGORITMO UTILIZADO PARA OBTENER LA TEMPERATURA A PARTIR DE LA RESISTENCIA
 *DEL TERMISTOR ES UNA IMPLEMENTACIÓN DE LA ECUACIÓN DE STEINHART-HART
 */
#include <Arduino.h>
#include <math.h>

// configurar el pin utilizado para la medicion de voltaje del divisor resistivo del NTC
#define CONFIG_THERMISTOR_ADC_PIN A2
// configurar el valor de la resistencia que va en serie con el termistor NTC en ohms
#define CONFIG_THERMISTOR_RESISTOR 999

/**
 * @brief Obtiene la resistencia del termistor resolviendo el divisor resistivo.
 *
 * @param adcval Valor medido por el convertidor analógico a digital.
 * @return int32_t Resistencia electrica del termistor.
 */
int32_t thermistor_get_resistance(uint16_t adcval)
{
    // calculamos la resistencia del NTC a partir del valor del ADC
    return (CONFIG_THERMISTOR_RESISTOR * ((1023.0 / adcval) - 1));
}

/**
 * @brief Obtiene la temperatura en grados centigrados a partir de la resistencia
 * actual del componente.
 *
 * @param resistance Resistencia actual del termistor.
 * @return float Temperatura en grados centigrados.
 */
float thermistor_get_temperature(int32_t resistance)
{
    // variable de almacenamiento temporal, evita realizar varias veces el calculo de log
    float temp;
}
```

Figura 20. Aspecto del entorno de trabajo de IDE Arduino. Fuente: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

La programación se realiza por líneas de comando, es un lenguaje estructurado el cual se le van escribiendo líneas de comando según como hagamos nuestra programación. Es una herramienta que nos permite hacer una programación muy sencilla, como la que vamos a realizar en esta práctica, hasta hacer programaciones muy complejas, todo dependerá de lo que quiera que haga nuestro programa. El entorno de trabajo está disponible en español haciendo más fácil su uso para el alumnado. Las instrucciones o comandos están en inglés, pero dispone de ayudas para saber que hace cada una. Como en el software de diseño existe una cantidad de información, tutoriales, bibliografía y videos que explican su manejo y programas de ejemplo.

### 3.2.3 ArduinoBlocks

ArduinoBlocks es una plataforma web que nos permite la programación gráfica por bloques funcionales de la placa Arduino (Figura 21). Es una plataforma libre de uso personal o académico a la cual se tiene acceso en la dirección web <http://www.arduinoblocks.com/>, simplemente con logarnos tenemos acceso a la plataforma. La plataforma nos permite la programación de nuestro programa en forma de bloques, el cual posteriormente los exportamos al IDE de Arduino para descargarlo a la placa Arduino. Es una plataforma de desarrollo similar Scratch.

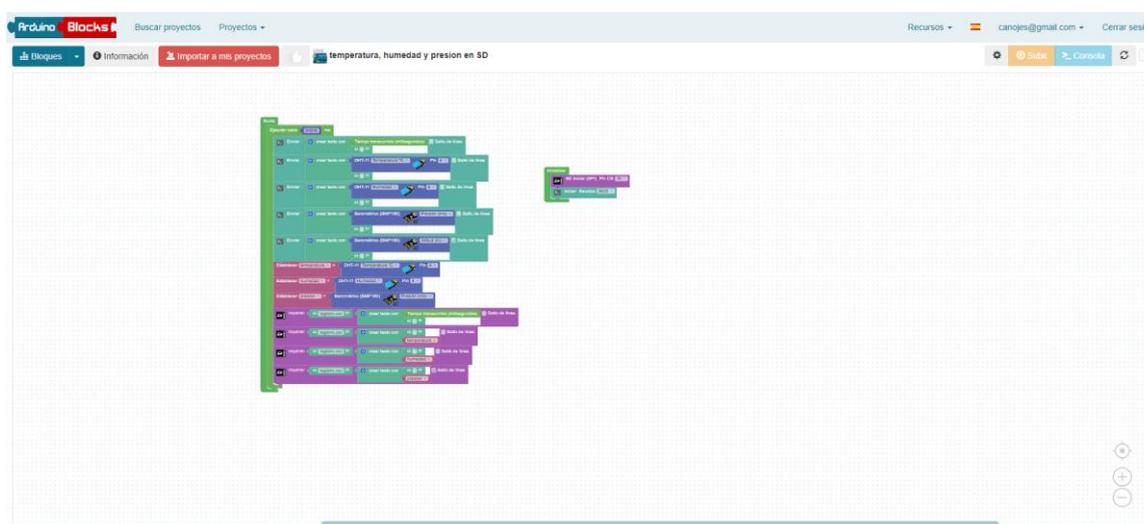


Figura 21. Aspecto del entorno de trabajo ArduinoBlocs. Fuente: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

## 3.3 Métodos

Para la realización de esta práctica con el alumnado de la asignatura de tecnología de 2º Curso de la ESO del IES Alba Longa de Armilla, he diseñado un cronograma (Tabla 1) con las distintas fases para la realización de la misma. Contando que tenemos 3 horas de clases lectivas en la asignatura de tecnología por semana, la elaboración de esta práctica se podría realizar en cuatro semanas. Como trabajo final de la práctica los alumnos realizarán una memoria con todas las fases de la misma. Para la realización de esta práctica me apoyaré en medios audiovisuales para las explicaciones de los conocimientos que quiero que el alumnado alcance, ya que creo que dichos medios ayudan a que adquieran estas competencias. Además, teniendo en cuenta que es para la asignatura de tecnología es importante que se acostumbren al uso de estos medios. Con la pandemia del COVID-19 se ha comprobado la importancia del uso de medios audiovisuales, sobre todo para las clases online.

Para llevar a cabo esta práctica los alumnos deberán familiarizarse con los conceptos tecnológicos como microcontrolador, sensor, led, Arduino, actuador, etc.. las cuales se irán definiendo más adelante.

Cronología Desarrollo Proyecto	Clases Lectivas																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Presentación General Del Proyecto. Objetivos Que Queremos Lograr	■																	
La Importancia Del Reciclado Contra El Cambio Climático. Contaminación De La Industria Textil	■																	
Presentación De Arduino. Conceptos Generales. Presentación Placa de desarrollo Lilypad		■	■															
Conocimientos De Sensores Aplicados Al Proyecto. Como Funcionan.			■															
Presentación Del Programa De Elaboración De Esquemas Con El Programa Fritzing				■														
Presentación Del Software De Programación De La Placa Lilypad. IDE De Arduino. Otros Entornos De Desarrollo					■	■												
Descarga Del Programa En La Placa Lilypad. Pruebas Iniciales							■											
Montaje De La Placa Lilypad y Sensores En La Prenda. Interconexión De Los Elementos Con El Hilo Conductor								■	■									
Comprobación de funcionamiento, Ajustes Finales										■	■							
Conclusiones Finales Y Futuras Aplicaciones												■						

Tabla 1. Cronología de desarrollo de la práctica.

### 3.3.1 Presentación general del proyecto

Esta sería la Fase1 y en ella les presento al alumnado una visión general de la práctica, y se les expondrán los objetivos que pretendo conseguir con la misma. Hacerles participes de la misma y dando las pautas que vamos a seguir para poder realizarla. Explicarles como lo van a realizar y la cronología que se van a seguir. En esta fase de la práctica también verán las funcionalidades que queremos darle a prenda, porque se han escogido estas y como lo van a llevar a cabo.

### 3.3.2 La importancia del reciclado y el cambio climático

En esta fase tiene como objetivo que el alumnado comprenda la importancia que tiene el reciclado de prendas textiles, que entiendan las necesidades energéticas, de materias primas y los desechos que genera la industria textil. Deben entender que los recursos no son infinitos, que la tierra está sufriendo un estrés por el sobreconsumo de estos recursos. En esta fase expondré al alumnado las consecuencias que hoy en día esta teniendo la contaminación por el vertido incondicional de desechos los cuales no se reciclan o los problemas que está generando. A modo de ejemplo, la pandemia del COVID-19 está teniendo una repercusión medioambiental negativa ya que se están encontrado en los fondos marinos mascarillas y guantes de látex desechados los cuales no se han reciclado correctamente, este tipo de productos textiles cuando se degradan se convierten en microplásticos y microfibras que son ingeridas por peces, siendo consumidos por los humanos al final de la cadena.

### 3.3.3 Presentación de la placa Lilypad

En esta fase el alumnado tendrá el primer contacto con la placa de desarrollo Lilypad basada en Arduino. El objetivo de esta fase es que el alumnado tenga unas nociones básicas de las placas de desarrollo basadas en Arduino, darles un poco de historia de Arduino y razonarles por que se ha escogido esta placa para esta práctica. Esta fase es una visión genérica de esta placa, no es el fin de esta práctica entrar en un conocimiento profundo de este tipo de tecnología. Los alumnos aprenderán las características mas generales de la placa Lilypad.

### 3.3.4 Conocimiento de los sensores

Esta fase de la práctica tiene como objetivo que los alumnos conozcan los sensores que se van a utilizar. Para llegar a este fin primero se les darán unas nociones básicas de lo que son sensores, los diferentes tipos de sensores que existen (digitales y analógicos), como funcionan y como se conectan a nuestra placa. Los alumnos conocerán sensor de luminosidad LilyPad Ligth Sensor basado en el fototransistor ALS-PT19 montado en la placa, recibirán nociones básicas del funcionamiento de este sensor de luminosidad y su esquema de conexionado. Además, se les darán nociones básicas del sensor de temperatura, termistor NTC, su funcionamiento, esquema y conexionado a nuestra placa.

### 3.3.5 Presentación del programa Fritzing

En esta fase de la práctica los alumnos van a poder trabajar con el programa de elaboración de esquemas Fritzing. Se procederá a la descarga y instalación del mismo, teniendo las medidas de seguridad informática necesarias. El alumnado adquirirá competencias básicas en el manejo de este software, como se ha explicado anteriormente, es un software de fácil manejo siendo todo de forma gráfica. El objetivo es que los alumnos realicen su propio esquema y lo añadan a la memoria final. En la siguiente imagen se muestra el esquema final que los alumnos deberían generar (Figura 22).

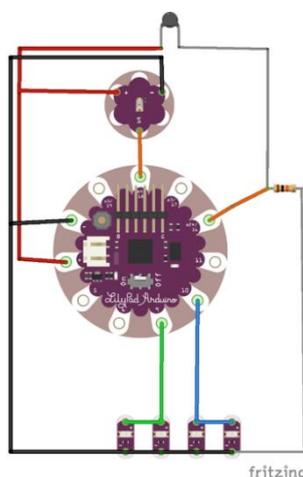


Figura 22. Aspecto del entorno de trabajo ArduinoBlocs. Fuente: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

### 3.3.6 Software de programación Arduino

Esta es la fase que puede ser más complicada para el alumnado ya que se van a enfrentar a un software de programación en toda regla. En esta fase conocerán el software IDE de Arduino, se les enseñará la estructura básica de un programa de Arduino, se les enseñarán las funciones básicas que se van a utilizar, como realizar las configuraciones de comunicaciones con el PC y configuración de los pines analógicos-digitales como entradas o salidas. Además, aprenderán a compilar el programa, proceder a su descarga y conectarse en línea con la placa ver como se comporta. Es importante que los alumnos experimenten con el programa que se les propone para que vean los resultados que pueden obtener con la modificación del mismo. En esta fase los alumnos adquirirán conocimientos básicos de programación aplicados a la práctica que van a realizar, hay que tener en cuenta que esta es una práctica de la asignatura de tecnología de 2º de la ESO, no es una asignatura de informática. El objetivo es que adquieran capacidades básicas con este programa. En esta fase los alumnos se relacionarán con otros entornos de desarrollo como son ArduinoBlock, el cual nos permitirá hacer una programación por bloques funcionales más amigables para el alumnado, ya que es una programación gráfica parecida a Scratch, y como resultado nos dará un programa que mediante el IDE de Arduino podremos descargar en la placa.

### 3.3.7 Descarga del programa y pruebas iniciales

El objetivo de esta fase es que los alumnos aprendan a conectarse con la placa, hacer la descarga y ponerse online con ella para realizar todos los ajustes necesarios, para obtener el resultado que se desea en cuanto a la funcionalidad del control por luminosidad ambiental y a la funcionalidad de medida de temperatura. El alumnado deberá realizar el ajuste del umbral de luminosidad ambiental a la que queremos que se enciendan los leds de salida, para ello deberán hacer pruebas con distintos niveles de luminosidad y dejándolo en el que se crea más correcto para ello. El alumnado también deberá realizar los ajustes correspondientes en los umbrales de temperatura con los que se quiere que se encienda el led rojo de alta temperatura y el led azul de baja temperatura. Los alumnos tendrán que realizar varias pruebas para un ajuste final del sistema. Para realizar todas estas pruebas la práctica puede montarse en una protoboard la cual nos permite interconectar todos los componentes sin tener que fijarlos a ninguna prenda (Figura 23).

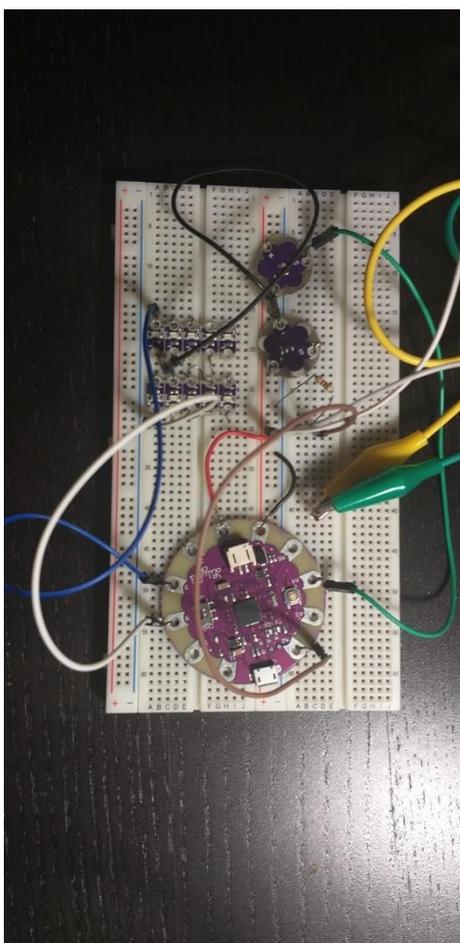


Figura 23. Fotografía de la práctica montada en una protoboard. Fuente: propia.

### 3.3.8 Montaje de la placa en la prenda

Una vez comprobado que nuestro prototipo funciona como debe se procederá a la fijación de los distintos componentes que lo forman en la prenda escogida por el alumnado. La placa de control puede ser instalada en un bolsillo de la prenda para que este resguardada no sea visible. Los leds de la funcionalidad de luz ambiental se deberán instalar en la parte trasera de la prenda para que sean visibles por los posibles vehículos que se nos acerquen. Los diodos de la funcionalidad del control de temperatura se fijarán a la prenda en la parte frontal para que sean fácilmente visibles por las personas cuando nos acercamos frontalmente. El fabricante recomienda que se aplique un poco de pegamento para textil para mejorar el fijado de los componentes a la prenda. Para realizar la interconexión de los componentes utilizaremos el hilo conductor, el fabricante de las placas Lilypad dispone de una guía de cómo realizar estas conexiones (Figura 24) con el cosido del hilo (Lilypad Sewable Electronics Kit Guide).

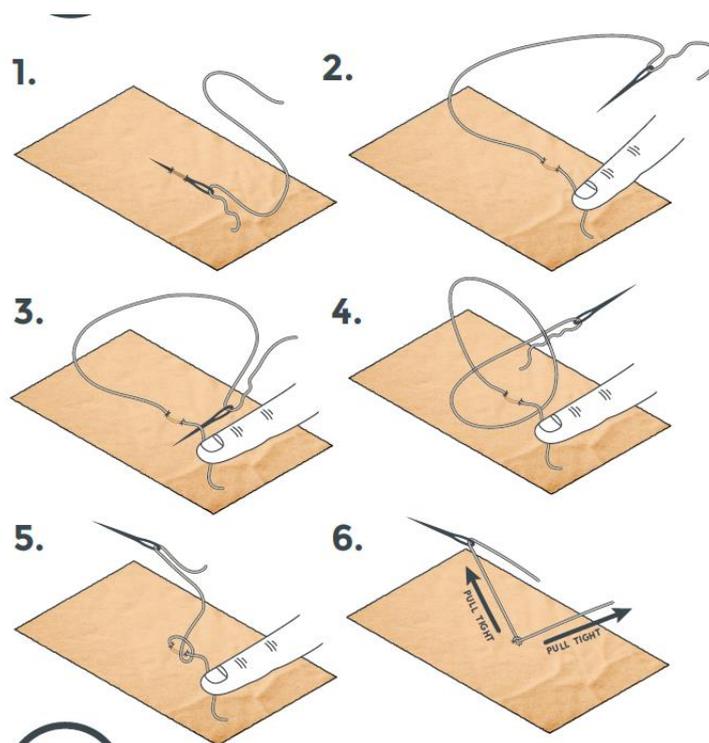


Figura 24. Imagen ejemplo de cómo realizar el cosido. Fuente: Lilypad Sewable Electronics Kit Guide.

El alumnado deberá tener mucho cuidado con no cruzar los hilos ya que estos son conductores y el cruce de ellos puede provocar cortocircuitos que provoque la avería de los dispositivos conectados, para evitar esto realizarán un replanteo de la tirada de los distintos hilos de conexión antes de proceder a coserlos en la prenda.

### 3.3.9 Pruebas finales

Esta fase es la última fase del montaje, en esta el alumnado realizará las pruebas finales fuera del aula sometiendo a la prenda a distintas condiciones de luz exterior y temperatura para comprobar que su funcionamiento es correcto y se comporta como se ha proyectado, pudiendo hacer reprogramaciones de los ajustes si fueran necesarios.

### 3.3.10 Conclusiones finales. Futuras aplicaciones.

Una vez acabado el montaje de la práctica los alumnos entregarán una memoria de la práctica realizada donde expondrán su valoración de la misma y aportarán nuevas funcionalidades que les darían para reciclar las prendas textiles y convertirlas en e-textiles.

En esta fase final les presentaré al alumnado una variedad de sensores y actuadores que existen

en el mercado para que ellos pueden desarrollar futuras funcionalidades para sus e-textiles reciclados. Como ejemplos de la misma casa comercial en formato wearable existen los siguientes sensores y actuadores que pueden ser conectados a nuestra placa de proyectos LilyPad:

### LilyPad Accelerometer - ADXL335

Este es un acelerómetro de tres ejes para el sistema LilyPad (Figura 25). Basado en el acelerómetro MEMS ADXL335 de Analog Devices, el acelerómetro LilyPad puede detectar el movimiento de las articulaciones, así como la inclinación y la vibración.

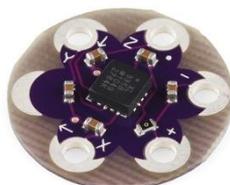


Figura 25. Imagen Lilypad acelerómetro Fuente: <https://www.sparkfun.com/>

### LilyPad Buzzer

Este es un pequeño timbre (Figura 26) para el sistema LilyPad. Utilice 2 pines de E / S en la placa principal LilyPad y cree diferentes ruidos según la frecuencia de alternancia de E / S



Figura 26. Lilyoad timbre. Fuente: <https://www.sparkfun.com/>

### LilyPad RGB LED

Led RGB que puede producir una amplia variedad de colores (Figura 27). Cada uno de los colores en el LED RGB está conectado a una de las pestañas de cosido en el tablero con la etiqueta R, G y B.



Figura 27. Lilyoad led RGB. Fuente: <https://www.sparkfun.com/>

# 4 Resultados y Discusión

## 4.1 Resultados

Durante mis prácticas docentes en la asignatura de tecnología, expliqué al alumnado el desarrollo de mi TFM, indicándoles que una vez que me llegaran los componentes electrónicos si les parecía interesante llevar a cabo la práctica en el centro. Me alegra ver lo ilusionados que estaban y les sorprendió el que se pudieran realizar este tipo de prácticas en el aula.

Los resultados han sido muy satisfactorios ya que podido implementar otra idea más que no tenía contemplada al principio. Debido a los acontecimientos que hemos tenido presentes en el confinamiento con el COVID-19, pensé que incorporar un sensor de temperatura al e-textil sería de mucha utilidad, y puesto que este tipo de placas su característica principal es que se pueden reprogramar fácilmente así como añadir nuevos sensores para aumentar sus capacidades, me ha venido muy bien para finalizarla, obteniendo una prenda con un resultado extraordinario.

Se realiza la siguiente encuesta al alumnado de 2º Curso de la ESO del IES Alba Longa de Armilla:

### ENCUESTA

2º ESO Curso \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

1. ¿ Consideras que es importante el reciclado de las prendas de vestir?

SI                       NO

2. ¿Alguna vez has reciclado una prenda para darle otra utilidad distinta a la que inicialmente tenía?

SI                       NO

3. ¿Conoces alguna E-textil (prenda tecnológica)?

SI                       NO

4. ¿Te imaginas que en un futuro próximo la ropa para vestirnos tuviera otras funcionalidades añadidas?

SI                       NO



5. ¿Te gustaría que tu ropa de vestir se iluminara cuando las condiciones de la luz ambiente fuese baja para evitar atropellos cuando vas caminando, en bicicleta ó ciclomotor?

SI

NO

6. ¿Te gustaría que además tu prenda debido al COVID te permitiera determinar tu temperatura corporal?

SI

NO

7. ¿Crees que además de poder realizar estas aplicaciones se podrían ampliar más dentro de una misma prenda?

SI

NO

8. ¿Usarías este tipo de prendas a menudo?

SI

NO

9. ¿Crees que es de mucha utilidad?

SI

NO

10. ¿Qué valor estarías dispuesto a pagar en cuanto a componentes necesarios para poder realizar tú mismo la práctica en la asignatura de tecnología?

15€

18€

20€

25€

30€

## 4.2 Discusión

### Pregunta 1:

¿Consideras que es importante el reciclado de las prendas textiles?

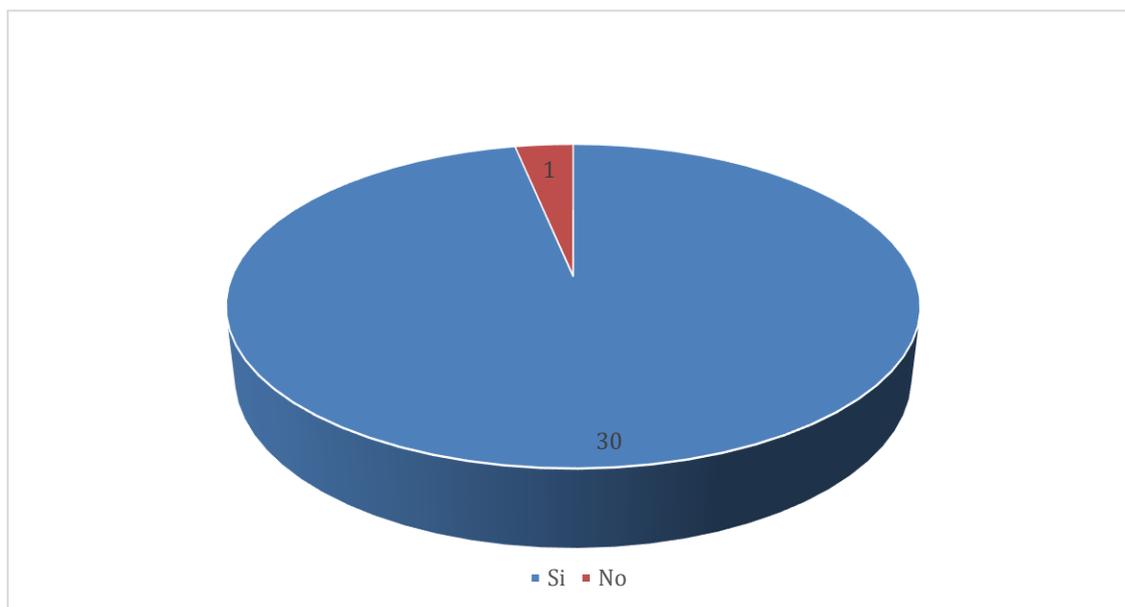


Gráfico 1. Respuestas importancia del reciclado  
Fuente: Encuesta alumnado asignatura de tecnología.

### Análisis de los resultados obtenidos

De los 31 alumnos/as encuestados que conforman el 100%, el 97% de alumnos/as le dan importancia al reciclado de prendas textiles, el 3% del alumnado no lo considera importante. De acuerdo con los datos obtenidos, la mayoría del alumnado considera importante el reciclar sus prendas de vestir.

## Pregunta 2:

¿Alguna vez has reciclado una prenda para darle otra utilidad distinta a la que inicialmente tenía?

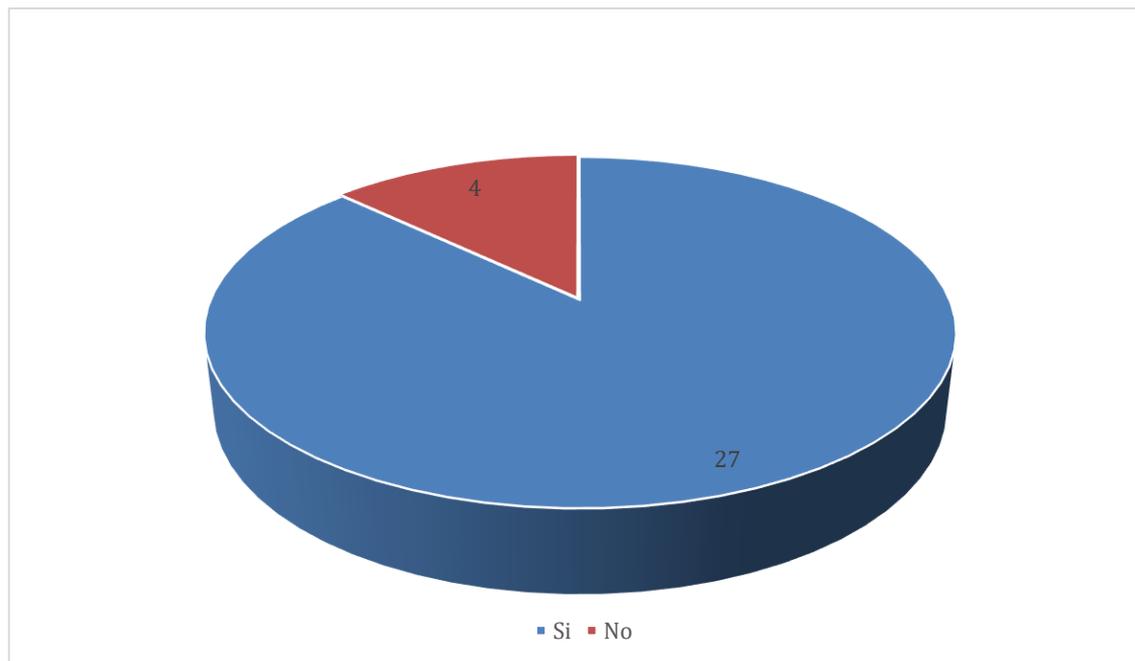


Gráfico 2. Respuestas si los alumnos han reciclado.  
Fuente: Encuesta alumnado asignatura de tecnología.

### Análisis de los resultados obtenidos

De los 31 alumnos/as encuestados que conforman el 100%, el 87% de alumnos/as han reciclado prendas textiles para darle otra utilidad, el 13% del alumnado no lo considera importante. De acuerdo con los datos obtenidos, la mayoría del alumnado considera importante el reciclar sus prendas de vestir para darle otra utilidad a la que inicialmente tenían.

### Pregunta 3:

¿Conoces alguna e-textil (prenda tecnológica)?

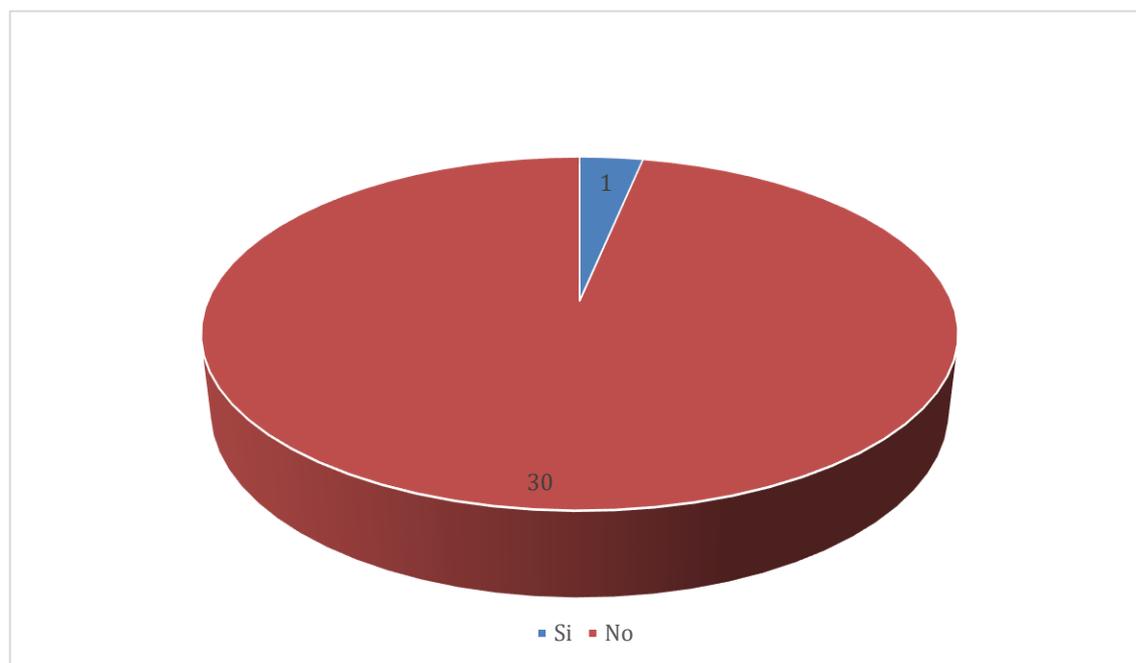


Gráfico 3. Respuestas a la pregunta si conocen alguna E-textil.  
Fuente: Encuesta alumnado asignatura de tecnología.

### Análisis de los resultados obtenidos

De los 31 alumnos/as encuestados que conforman el 100%, el 97% de alumnos/as no tienen conocimiento de prendas de vestir con E-textil, el 3% del alumnado si conoce algo. De acuerdo con los datos obtenidos, prácticamente el total del alumnado no tiene conocimiento de los E-textiles.

## Pregunta 4:

¿Te imaginas que en un futuro próximo la ropa para vestirnos tuviera otras funcionalidades añadidas?

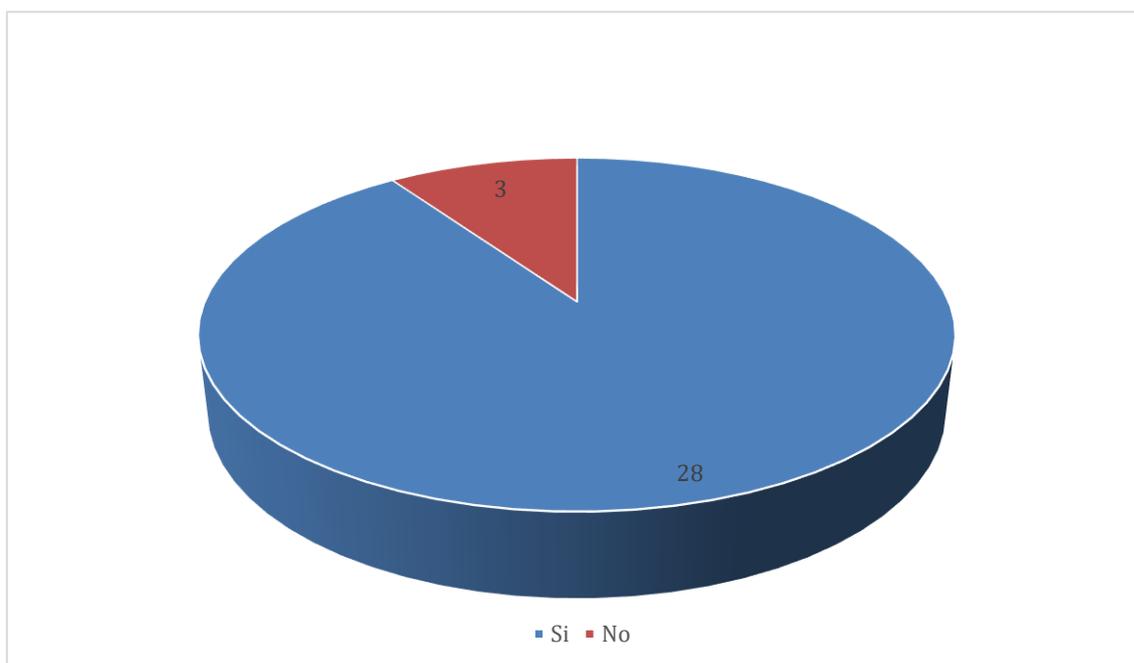


Gráfico 4. Respuestas a la pregunta si imagina un futuro con E-textiles.  
Fuente: Encuesta alumnado asignatura de tecnología.

### Análisis de los resultados obtenidos

De los 31 alumnos/as encuestados que conforman el 100%, el 90% de alumnos/as no se imagina un futuro con E-textiles, el 10% del alumnado si se imagina un futuro con ellas. De acuerdo con los datos obtenidos, prácticamente el total del alumnado no se puede imaginar un futuro con E-textiles.

## Pregunta 5:

¿Te gustaría que tu ropa de vestir se iluminara cuando las condiciones de la luz ambiente fuese baja para evitar atropellos cuando vas caminando, en bicicleta ó ciclomotor?

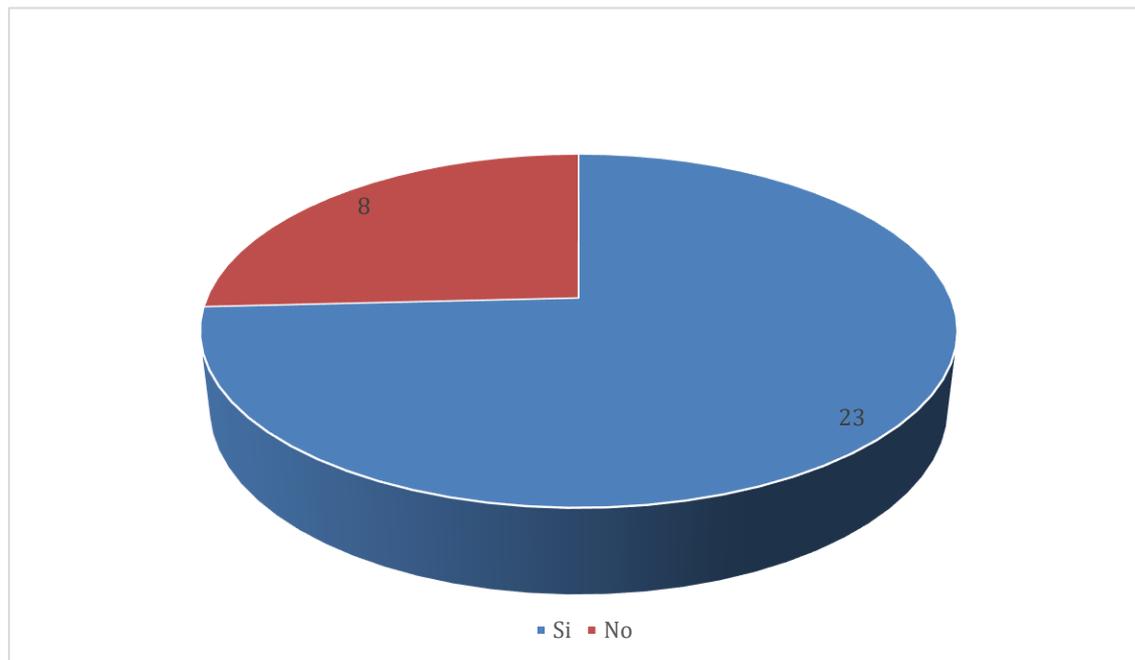


Gráfico 5. Respuestas si les gustaría que se iluminara su prenda.

Fuente: Encuesta alumnado asignatura de tecnología.

### Análisis de los resultados obtenidos

De los 31 alumnos/as encuestados que conforman el 100%, el 74% de alumnos/as les gustaría que se iluminara su prenda de vestir para mejorar su seguridad vial, el 26% del alumnado no les gusta que su prenda se ilumine aunque esto sirva para mejorar su seguridad. De acuerdo con los datos obtenidos, la mayoría del alumnado prefiere que su prenda de vestir pueda protegerle, en cambio una minoría no está de acuerdo.

## Pregunta 6:

¿Te gustaría que además tu prenda debido al COVID te permitiera determinar tu temperatura corporal?

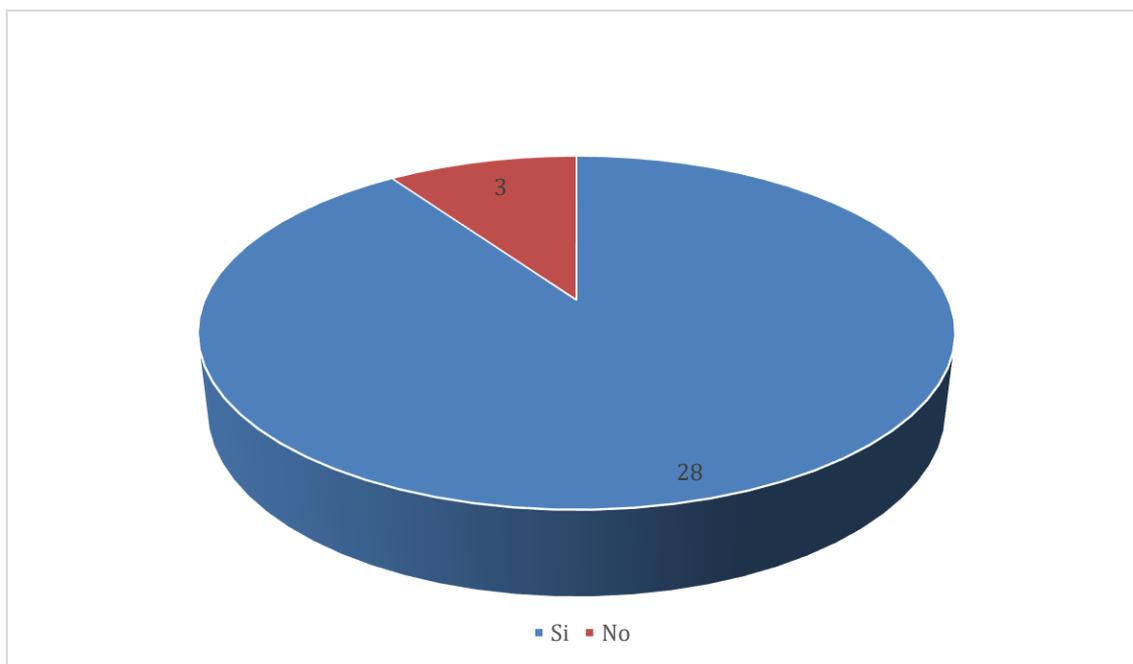


Gráfico 6. Respuestas a la pregunta si les gustaría que la prenda indicara la temperatura  
Fuente: Encuesta alumnado asignatura de tecnología.

### Análisis de los resultados obtenidos

De los 31 alumnos/as encuestados que conforman el 100%, el 90% de alumnos/as les gustaría que su prenda de vestir determine su temperatura corporal para prevenir de una posible enfermedad, el 10% del alumnado no les gusta aunque esto sirva para prevenir. De acuerdo con los datos obtenidos, la mayoría del alumnado prefiere que su prenda de vestir pueda protegerle frente a una posible enfermedad, en cambio una minoría no está de acuerdo.

## Pregunta 7:

¿Crees que además de poder realizar estas aplicaciones se podrían ampliar más dentro de una misma prenda?

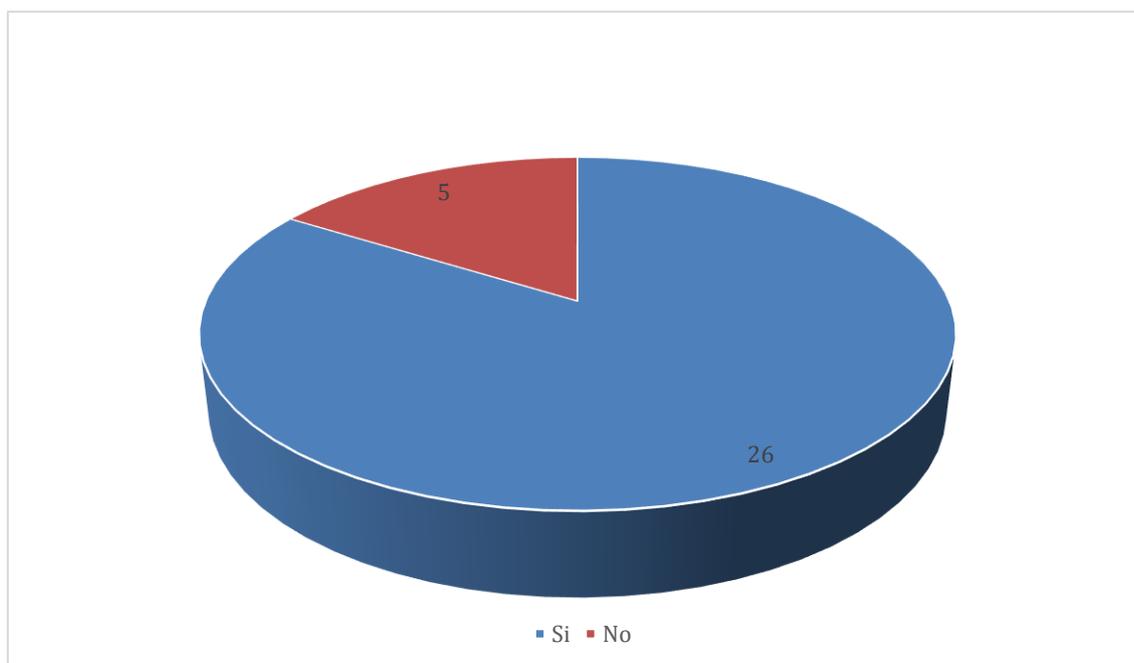


Gráfico 7. Respuestas a la pregunta se pueden ampliar las aplicaciones a la prenda  
Fuente: Encuesta alumnado asignatura de tecnología.

### Análisis de los resultados obtenidos

De los 31 alumnos/as encuestados que conforman el 100%, el 84% de alumnos/as les gustaría que su prenda de vestir pudiera tener más funcionalidades, el 16% del alumnado no quiere. De acuerdo con los datos obtenidos, la mayoría del alumnado prefiere que su prenda de vestir pueda ampliar sus aplicaciones, en cambio una minoría no está de acuerdo.

## Pregunta 8:

¿Usarías este tipo de prendas a menudo?

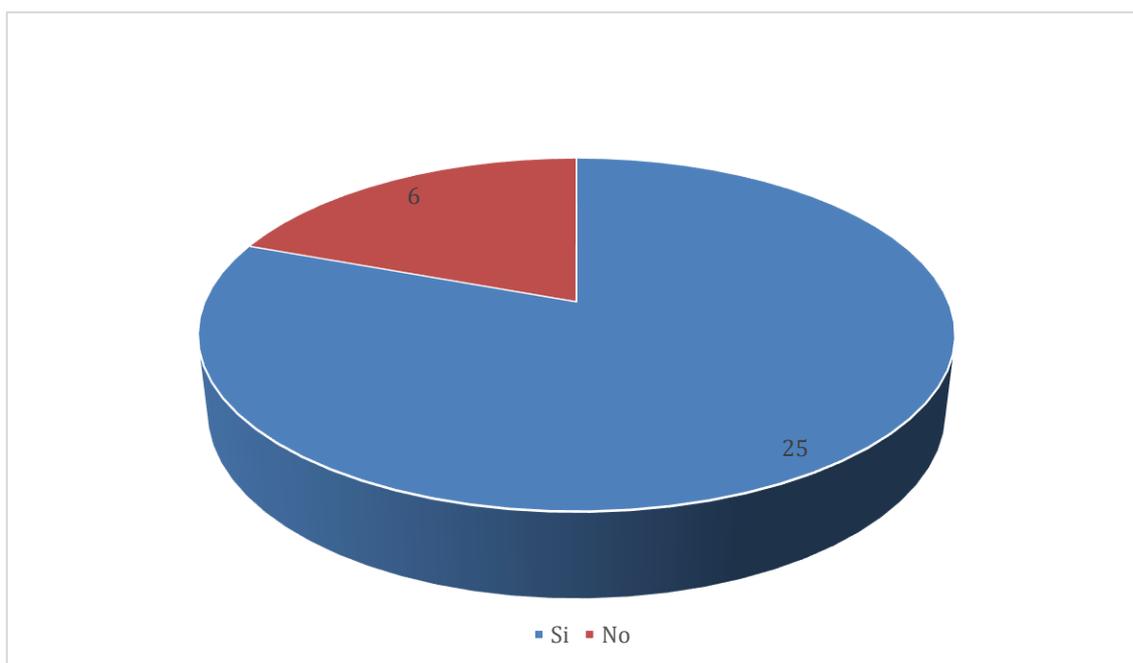


Gráfico 8. Respuestas a la pregunta usarían estas prendas a menudo  
Fuente: Encuesta alumnado asignatura de tecnología.

### Análisis de los resultados obtenidos

De los 31 alumnos/as encuestados que conforman el 100%, el 81% de alumnos/as les gustaría que si usaría este tipo de tecnología en su prenda de vestir, el 19% del alumnado no. De acuerdo con los datos obtenidos la mayoría del alumnado sí usarían a menudo este tipo de prendas, lo que me indica que sí tienen interés en este tipo de prendas de vestir.

## Pregunta 9:

¿Crees que es de mucha utilidad?

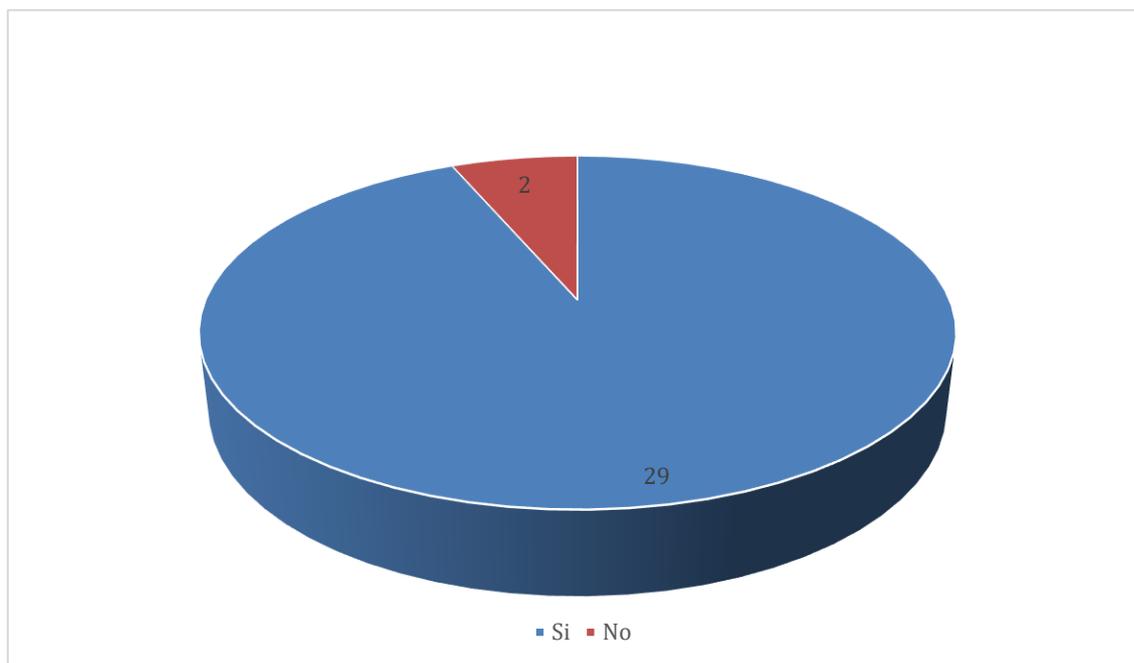


Gráfico 9. Respuestas a la pregunta si creen que son útiles.  
Fuente: Encuesta alumnado asignatura de tecnología.

### Análisis de los resultados obtenidos

De los 31 alumnos/as encuestados que conforman el 100%, el 94% de alumnos/as creen que estos E-textiles son útiles, el 6% del alumnado cree que no. De acuerdo con los datos obtenidos, la mayoría del alumnado consideran que este tipo de prendas son muy útiles, esto me lleva a la conclusión que sí pueden ser objeto de su atención.

## Pregunta 10:

¿Qué valor estarías dispuesto a pagar en cuanto a componentes necesarios para poder realizar tú mismo la práctica en la asignatura de tecnología?

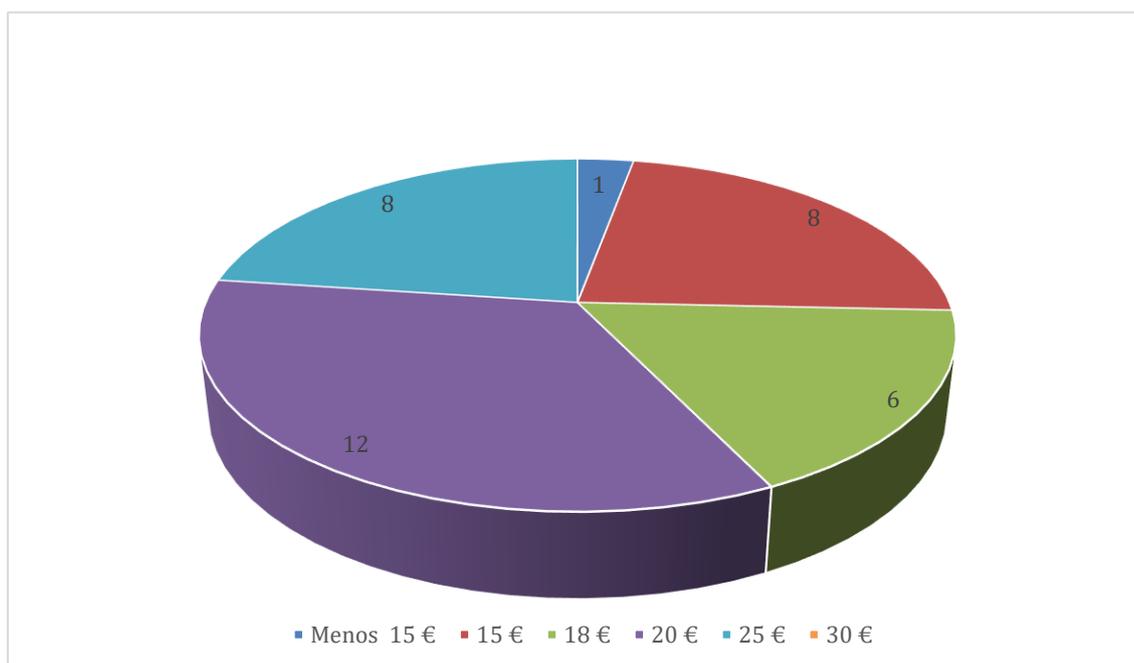


Gráfico 9. Respuestas a la pregunta si creen que son útiles.

Fuente: Encuesta alumnado asignatura de tecnología.

### Análisis de los resultados obtenidos

De los 31 alumnos/as encuestados que conforman el 100%, el 34% de alumnos/as estaría dispuesto a pagar para 20€, el 17% disposición 18€, el 23% disposición 25€, el 23% disposición, el 23% disposición 15€, el 17% disposición 18€ el 3% menos de 15€. De acuerdo con estos datos sería factible llevar a cabo la práctica en el aula de tecnología.

# 5 Conclusiones y Trabajo Futuro

## 5.1 Conclusiones

Durante el desarrollo de mi TFM he venido desarrollando algunas conclusiones a cerca de los análisis realizados sobre mis resultados. No obstante, para poder validar mi hipótesis planteada en el inicio de mi trabajo a continuación, paso a detallar cada una de ellas:

- Mediante la encuesta realizada al alumnado de 2º ESO del IES Alba Longa podemos observar que están familiarizados con la cultura medio ambiental y entienden la importancia del reciclado de las prendas textiles.
- También se observa en el resultado de las encuestas que la metodología prototipo realizada sería un éxito ya que la mayoría del alumnado estaría dispuesto a pagar por encima del coste total de los componentes para su realización.
- Por otro lado este tipo de tecnologías ha gustado mucho a los alumnos y muestran un especial interés en ellas.
- Una vez analizados todos los objetivos propuestos inicialmente en este TFM puedo decir que se cumplen todos los objetivos
- La variable de la diversidad cultural que se dispone en el aula a la hora de llevar a cabo la innovación con textiles inteligentes y reciclables está abierta en cuanto a este tipo de metodologías de trabajo y al desarrollo de las mismas. Una vez analizados los resultados de las encuestas formuladas a los alumnos de 2º de la ESO en el centro IES Alba Longa se observa un especial interés por este tipo de tecnologías. La práctica en el aula sería un éxito debido a la mentalidad abierta del alumnado hacia este tipo de tecnologías ya que no sería posible realizarla con alumnado que tenga un pensamiento cerrado.
- Los contenidos de cosido de materiales sobre la prenda hacen que el alumnado alcance competencia social y ciudadana en relación a la importancia de la participación de la vida familiar y escolar mostrando un respeto por las distintas profesiones, sin que presenten discriminación alguna por razón de género. De esta forma El alumnado comprenderá mejor la realidad social en la que viven.

## 5.2 Trabajo futuro

Para realizar las prácticas utilizando los textiles inteligentes como innovación abierta aplicados al aula de Tecnología para futuros trabajos, detallaré a continuación una serie de actuaciones que en un futuro pueden servir como continuación del presente máster:



- Realización de estudios de desarrollo de Educación ambiental en textiles que permita la formación de docentes en este campo permitiéndoles un repertorio didáctico, así como nuevas estrategias metodológicas en este campo.
- Implicación del alumnado en proyectos educativos en los cuales se implementen de forma creativa el impulso de los Textiles inteligentes en secundaria, bachiller, FP, Grados Superiores.... en cuanto a una amplia variedad de los mismos por medio de metodologías activas que mejoren el proceso de enseñanza y de aprendizaje.
- La introducción de este tipo de Tecnologías como son los “Textiles Inteligentes y reciclables en el aula” en primer lugar se aplicarán en el IES Alba Longa 2º Curso ESO y Bachillerato llegando en un futuro a implantarse en ciclos formativos de grado medio Confección y moda, así como Grado Superior de arte textil llegándose a realizar colaboraciones con empresas del sector.

## 6 Bibliografía

- [1] Etna, M. (2018). *Isla de basura es tres veces más grande que Francia*. Cambio 16. Descargado de <https://www.cambio16.com/isla-de-basura-mas-grande-francia/>
- [2] Oxfam Intermón, (2020,20,03). *Efecto invernadero*. Barcelona: Oxfam Intermón. Descargado de <https://blog.oxfamintermon.org/efecto-invernadero-definicion-causas-cambio-climatico/>
- [3] Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2020,21,de Marzo). *Qué es el cambio climático*. Descargado de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>
- [4] Ministerio del interior Dirección General De Tráfico Anuario estadístico de accidentes. (2020,20, de Abril). *El costo ambiental de estar a la moda*. Descargado de <https://news.un.org/es/story/2019/04/1454161>
- [5] Mira Mira, J, Delgado García, AE, Dormido Benomo, & Canto Díez, M.A. (2001). *Electrónica Digital*. Pinos Alta: Sanz y Torres, SL.
- [6] Angulo Usategui, J.M. (1999). *Microbótica*. Madrid: Paraninfo.
- [7] Balcells, J. & Romeral J.L. (1997). *Autómatas Programables*. Barcelona: Marcombo.
- [8] Sparkfun Electronics. (2016). *Lily Pad Sewable Electronics Kit Guide. V 1.0*. Descargado de <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2224003/LilyPad/Lilypad-Guide-1.pdf>
- [9] Ojeda Cherta, F. (2019). *Automatización con Grafcet y Autómata programable problemas resueltos*. Barcelona: Marcombo.
- [10] Canto Díez, MA, Delgado García, AE, Dormido Bencomo, S, & Mira Mira, J. (2011). *Electrónica Digital*. UNED: Barbastro.
- [11] Creative commons. (2016). *Lily Pad LEDs are meant to be used with Lily Pad coin cell Battery (CR2032)*. Descargado de [https://cdn.sparkfun.com/datasheets/E-Textiles/Lilypad/LilyPad\\_LED\\_v11a.pdf](https://cdn.sparkfun.com/datasheets/E-Textiles/Lilypad/LilyPad_LED_v11a.pdf)
- [12] Vishay, (2010). *NTC Thermistors, Resistance/Temperature Conversion*. Descargado de <https://www.vishay.com/docs/33011/convtabs.pdf>
- [13] Ruiz Gutierrez, J.M. (2007). *La "inteligencia de Arduino" se expresa mediante su lenguaje de programación*. Descargado de <https://arduinoobot.pbworks.com/f/Manual+Programacion+Arduino.pdf>

[14] Molina Vercher, C (2019). *Estudio y validación de la metodología de innovación abierta aplicada al desarrollo y comercialización de textiles inteligentes*. (Trabajo Fin de Máster) Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

[15] López Almendros, J.J. (2018,4,de Julio). *Arduinoblocks*. Descargado de <https://es.scribd.com/document/374975787/Arduinoblocks-Libro-Preview>

[16] Mora Sangucho, J.G. (2016). *Indumentaria deportiva aplicando textiles Inteligentes*. (Proyecto integrador) Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Diseño, Arquitectura y Artes carrera de diseño de Modas, Ambato-Ecuador.

[17] Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía. (2020,27, de Mayo). *Educación Ambiental, Residuos y Reciclaje*. Descargado de [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/web/temas\\_ambientales/educacion\\_ambiental\\_y\\_formacion\\_nuevo/ecocampus/recapacila\\_universidades/recursos/quia\\_didactica\\_edu\\_amb.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/educacion_ambiental_y_formacion_nuevo/ecocampus/recapacila_universidades/recursos/quia_didactica_edu_amb.pdf)

[18] Building Automation Products, Inc. (2011). *1.8K Thermistor Output Table*. Descargado de [https://www.bapihvac.co.uk/wp-content/uploads/2010/11/Thermistor\\_1.8K.pdf](https://www.bapihvac.co.uk/wp-content/uploads/2010/11/Thermistor_1.8K.pdf)

[19] Irigaray Castellón, C.J.(2019). *Sistema de notificación inteligente basado en tecnologías móviles que actúa por el usuario para evitar distracciones al volante*. (Trabajo fin de Grado) Universidad de Granada, Granada.

[20] Atmel, (2015). *8-bit Microcontroller with 16/32K bytes of ISP Flash and USB Controller Datasheet*. Descargado de [http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-7766-8-bit-avr-atmega16u4-32u4\\_datasheet.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-7766-8-bit-avr-atmega16u4-32u4_datasheet.pdf)

[21] Ramos Sánchez, D.E. (2015). *La importancia de los textiles inteligentes en la prevención de accidentes industriales de los trabajadores de la sección lavandería de Jean del Cantón Pelileo*. (Proyecto de investigación) Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.

[22] Sánchez Martín, JR. (2007). *Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria Textil*. *Técnica Industrial*, 268, 39-45.

[23] Cheng, J. (2016) *Pervasive and Mobile Computing*. El Sevier. Descargado de <https://www.sefar.com/data/docs/en/13120/SF-PDF-Smart-Fabrics-Textile-pressure-sensor.pdf?v=1.0>

[24] Duarte Cruz, J. M. & García-Horta, J. B. (2016). *Igualdad, Equidad de Género y Feminismo, una mirada histórica a la conquista de los derechos de las mujeres*. CS, No (18), (p.p.) 107-158.

[25] Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes.(2009). *La integración curricular de las competencias básicas en educación infantil*. Descargado de



[https://es.slideshare.net/sara\\_palmera/integracion-curricular-de-las-competencias-bsicas-en-ei](https://es.slideshare.net/sara_palmera/integracion-curricular-de-las-competencias-bsicas-en-ei)

[26] Otero, C (2017) *La solución a la basura electrónica: Wearables y dispositivos biodegradables*. Betech. Descargado de [https://as.com/meristation/2017/05/03/betech/1493841102\\_497938.html](https://as.com/meristation/2017/05/03/betech/1493841102_497938.html)

[27] I.E.S. Itaba. Teba (2018). Programación Didáctica Área Tecnología.

[28] Albín Rodríguez, A.P. (2017). *Descripción Auditiva de Espacios Marcados Mediante un Sensor Wearable de Visión a Audio (Sivia)*. (Trabajo fin de Máster) Universidad de Jaén Centro de Estudios de Postgrado, Jaén.

[29] De la Llana Medina, R. (2015). *Diseña tu propia aula*. (Trabajo Fin de Máster) Universidad Politécnica Madrid, Madrid.

[30] Irigay Castellón, C.J. (2019). *Sistema de notificación inteligente basado en tecnologías móviles que actúa por el usuario para evitar distracciones al volante*. (Trabajo fin de Grado). Universidad de Granada, Granada.

[31] Campos Campón, F.J. (2016). *Una Formación Docente para el desarrollo de propuestas ambientales desde el Zoobotánico*. (Trabajo fin de máster). UCA Universidad de Cádiz, Cadiz.