

Aprender Física *haciendo* con Arduino

Proyecto Fin de Máster



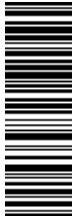
**Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas
ESPECIALIDAD: FÍSICA Y QUÍMICA**

Autora: Bárbara U. Kuhn Bolaños

Tutores: José María Muñoz Muñoz
Carlos Torres Cabrera

Universidad de Valladolid
Curso 2019-2020





Resumen

Actualmente, es necesario introducir nuevas metodologías que consigan una mayor implicación de los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como, que permitan desarrollar las competencias que les ayuden a adaptarse mejor a los desafíos y demandas de la sociedad digital del siglo XXI.

Este trabajo presenta una propuesta didáctica que pretende hacer frente a esas necesidades, utilizando una metodología activa como es el Aprendizaje Basado en Proyectos y el pensamiento computacional mediante la computación física con Arduino. Ambas, ayudan a potenciar al alumno como propio protagonista de su aprendizaje, permiten trabajar la capacidad para la resolución de problemas e impulsan el trabajo colaborativo que, precisamente, será la forma de trabajo que el alumno adopte en su futuro laboral.





Indice

Introducción	4
Justificación	5
El pensamiento computacional, una nueva alfabetización digital.	5
La computación física con Arduino.	7
El aprendizaje basado en proyectos como metodología activa.	9
Objetivos	10
Propuesta didáctica	11
Diseño instruccional.	11
Criterios metodológicos.	15
Herramientas.	17
Placa Arduino UNO.	17
<i>Software</i> de programación: Mixly.	18
<i>Software</i> de prototipado: Fritzing.	19
Descripción de la propuesta.	21
Sesión introductoria.	22
Actividades iniciales.	23
Actividades parciales.	24
Actividad 1. Leds y resistencias.	24
Actividad 2. El potenciómetro.	27
Actividad 3. La pantalla de cristal líquido (LCD).	29
Actividad 4. Relación de la temperatura del agua y la evaporación. Sensor DHT22.	31
Implementación del proyecto: Estación meteorológica.	33
Temporalización.	34
Evaluación.	35
Resultados	37
Conclusiones	38
Referencias	39
Anexos	41
Anexo 1. Ejemplo de presentación de los retos a los estudiantes.	41
Anexo 2. Programa en Mixly para la estación meteorológica.	42
Anexo 3. Fotografía de la estación meteorológica.	43





Introducción

La materia de Física y Química nunca ha tenido una buena aceptación entre los estudiantes de secundaria. Frecuentemente, se la ha considerado como una asignatura complicada y aburrida que, en general, tiene poco interés y atractivo [1]. Esta falta de interés ha motivado entre los estudiantes de secundaria bajos resultados académicos en ciencias arrojando, según el último informe PISA de 2018 [2], los peores resultados en ciencias desde que arrancó el test en el año 2000.

Esta indiferencia hacia la ciencia aumenta en los cursos superiores de educación secundaria, siendo 3.º y 4.º de ESO los cursos en los que los alumnos se sienten más desmotivados [3].

Entre las causas de esta percepción negativa se encuentra, principalmente, el uso de la metodología de la enseñanza tradicional, poco motivadora, monótona y con escasez de experiencias prácticas [3]. Esta metodología promueve un estudiante pasivo, cuyo proceso de enseñanza-aprendizaje es memorístico y repetitivo, quedando muy alejado de un aprendizaje significativo y basado en competencias.

Se ha podido comprobar que la utilización de metodologías activas de enseñanza distintas a la tradicional mejoran considerablemente el interés hacia la ciencia y desarrollan un aprendizaje integral, cuyo objetivo no es solo la acumulación progresiva de conocimientos, sino la adquisición de capacidades y/o habilidades para la consecución de unos resultados académicos óptimos [4].

Una de las metodologías activas más ampliamente utilizadas durante los últimos años por sus efectos positivos es el aprendizaje basado en proyectos (ABP) [5]. Con esta metodología se mejora entre otros, la profundización de los conceptos, la capacidad para trabajar en equipo, la motivación y el interés por la materia, haciéndola más amena e interesante y permitiendo abordar temas transversales a otras asignaturas [6].

Sin embargo, el currículo actual no solo requiere de la asimilación y evaluación de conceptos, sino también del desarrollo de destrezas o habilidades que conformen un individuo preparado para hacer frente a la vida profesional actual. Dada la sociedad ampliamente computerizada y robotizada en la que vivimos, que prescinde cada vez más del trabajador mecánico o automático, es necesario preparar a los alumnos en el desarrollo de competencias que les ayuden a pasar de ser meros consumidores de tecnología a ser creadores tecnológicos. En este contexto, ha surgido en los últimos años un movimiento educativo a nivel internacional relacionado con la introducción del pensamiento computacional, la programación informática y la robótica en las escuelas [7].

Muy acorde con este movimiento educativo se encuentra la computación física. La computación física es una disciplina que estudia la conexión entre el mundo físico y los ordenadores. Esta conexión se realiza de forma bidireccional, es decir, puede consistir en recoger información del entorno mediante sensores para su procesamiento con el ordenador o utilizarla para actuar sobre el entorno mediante los llamados actuadores. Esto se hace tanto a través de *software* como de *hardware* [8].





Una herramienta potente y adecuada para llevar a cabo la computación física en el aula es Arduino. Arduino es una plataforma de *software* y *hardware* libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo cuya principal característica es su sencillez, lo que facilita el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinares [8].

En este proyecto se presenta una propuesta para tratar los contenidos curriculares de la materia de Física y Química para el curso de 3º de ESO, integrando el pensamiento computacional a través de la computación física con Arduino y aplicando una metodología activa como el Aprendizaje Basado en Proyectos.

Justificación

EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL, UNA NUEVA ALFABETIZACIÓN DIGITAL.

En los últimos años el término *pensamiento computacional* (PC) ha tomado cierta popularidad a nivel mundial. Surge por la necesidad de preparar a los alumnos en el desarrollo de competencias que les ayuden a adaptarse mejor a los desafíos y demandas de la sociedad digital del siglo XXI.

El PC va más allá del concepto de alfabetización digital o cultura digital acuñado por Paul Gilster: la capacidad de entender y utilizar la información de una gran variedad de fuentes digitales [9]. La educación en los últimos tiempos se ha centrado en el desarrollo de estas destrezas o habilidades, pero en el contexto actual se necesita una nueva alfabetización que permita a los niños educar a los ordenadores y no los ordenadores educar a los niños [10]. Es decir, esta nueva alfabetización debe permitir a las personas afrontar los retos propios de la nueva sociedad y aún más, debe permitir a los individuos organizar su entorno, sus estrategias de desenvolvimiento, de resolución de problemas cotidianos, además de organizar su mundo de relaciones, en un contexto de comunicación más racional y eficiente. Todo ello, con el resultado de poder organizar estrategias para conseguir objetivos personales [11].

Por tanto, el término PC se usa para hacer referencia a técnicas y metodologías de resolución de problemas donde intervienen conocimientos relacionados con la programación. No obstante, este pensamiento no solo se limita a problemas de computación, sino que también se puede ampliar para reflexionar y trabajar sobre otro tipo de situaciones y disciplinas. Se basa en el desarrollo de habilidades de pensamiento, no en la producción de artefactos *per se* y es compatible con el aprendizaje y el entendimiento.

Las capacidades propias del PC, entendido como proceso cognitivo que conlleva un razonamiento lógico para la resolución de problemas, se pueden resumir en (Figura 1) [12]:

1. *Pensar en términos de descomposición.* La descomposición trata de plantear los problemas/artefactos en partes o componentes más pequeños con la intención de hacerlos más fáciles de analizar y solucionar.



2. *Pensar en generalizaciones.* La generalización se asocia con la identificación de patrones, similitudes y conexiones con el fin de resolver rápidamente nuevos problemas sobre la base de las soluciones encontradas a problemas anteriores.
3. *Pensar en abstracciones.* Es el proceso de hacer un problema o artefacto más comprensible a través de la reducción de los detalles innecesarios.
4. *Pensar de forma algorítmica.* Es la capacidad de pensar en términos de secuencias y reglas como una forma de resolver problemas o situaciones de entendimiento. Se necesita cuando problemas similares tienen que ser resueltos una y otra vez. Un ejemplo, sería el algoritmo seguido para realizar una multiplicación, si se establecen y siguen unas reglas simples éstas se podrán aplicar para la resolución de cualquier multiplicación. Es un conocimiento esencial que los alumnos desarrollan cuando aprenden a escribir sus propios programas.
5. *Pensar en términos de evaluación.* La evaluación es el proceso de analizar de forma crítica si una solución es adecuada para ese objetivo, con el fin de detectar y corregir errores y verificar su eficiencia.

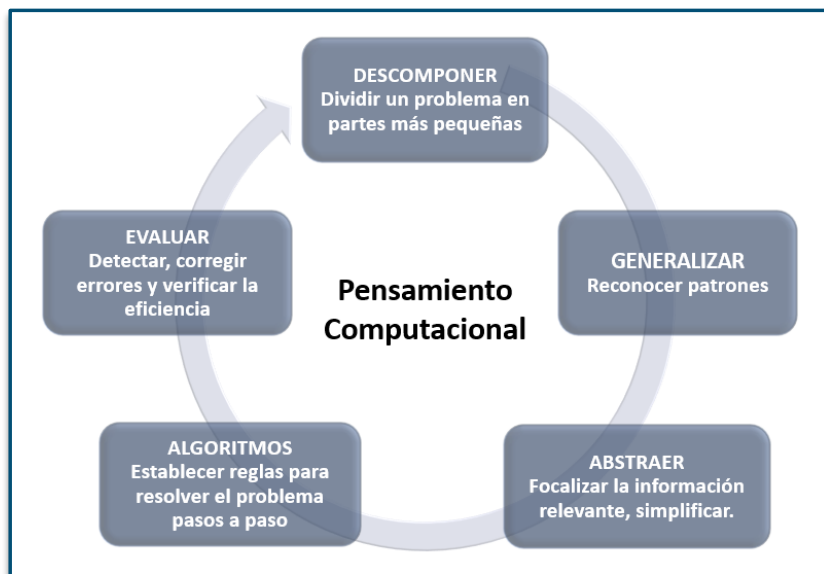
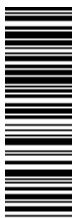


Fig. 1. Capacidades propias del pensamiento computacional.

Entre los beneficios que aporta el PC en el aprendizaje desde el punto de vista de la programación se pueden destacar [7]:

- a) La construcción de aprendizajes significativos ya que los alumnos al escribir un código son capaces de evaluar el programa según la idea o expectativa con la que fue concebido.
- b) La construcción de conocimientos mediante "apropiación", es decir, los resultados de las acciones cognitivas son consideradas propias, desarrollando la autoestima y autoconfianza.



-
- c) Permite desarrollar un pensamiento que se materializa (en videojuegos, programas, robots, etc.). Además, permite enriquecerlo creando mejoras o modificaciones, lo que favorece la creatividad y la motivación.
 - d) El pensamiento y el aprendizaje se hacen de forma participativa y colaborativa ya que el conocimiento personal se hace público y puede ser compartido con otros.

Dada la importancia y los beneficios que aporta el desarrollo del PC en la educación de hoy en día, muchos países se cuestionan la necesidad de incluir el estudio del PC y la programación como parte del plan de estudios oficial de la educación primaria y secundaria.

Fuera de este debate, la realidad es que el PC y la programación pueden ser trabajados mediante su uso como recurso para llevar a cabo el aprendizaje de cualquier materia o disciplina del currículo y es lo que se pretende hacer en este trabajo: aprender física programando, al mismo tiempo que se desarrolla el pensamiento computacional.

LA COMPUTACIÓN FÍSICA CON ARDUINO

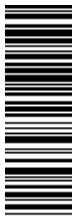
Como se ha puesto de manifiesto, las actividades de computación desarrollan aptitudes de resolución de problemas y pensamiento crítico aplicables a otras disciplinas y ámbitos, sin embargo, su enseñanza y aprendizaje puede resultar un verdadero desafío tanto para docentes como para estudiantes. Actualmente, existen diferentes prácticas educativas que pueden ayudar a esta tarea, siendo la computación física una de las que presentan mejores perspectivas. Ello se debe a que la computación física va más allá del mero hecho de programar, “sacando de la pantalla” los principales conceptos computacionales e introduciéndolos en el mundo real para que el alumno interactúe con ellos [13].

Para que la computación física pueda desarrollar este diálogo entre el entorno y el mundo virtual se requiere tanto de componentes *hardware* como de *software*.

Dentro de los componentes *hardware* se encuentran:

- Los sensores. Son los encargados de traducir las señales producidas por el medio físico (magnitudes físicas) en señales entendibles por el ordenador, es decir, señales eléctricas.
- Los actuadores permiten actuar sobre el medio físico, convirtiendo las señales eléctricas en magnitudes físicas.
- Los controladores (ordenadores, microprocesadores o microcontroladores) que, como su nombre indica, son los encargados de controlar la actuación de los sensores y actuadores mediante un *software*. A su vez, deben ser capaces de establecer comunicación con otras máquinas para mostrar los datos recogidos en pantallas o almacenar la información.

En la siguiente figura se muestra un esquema del funcionamiento, las herramientas básicas y los requerimientos de un sistema de computación física (Figura 2).



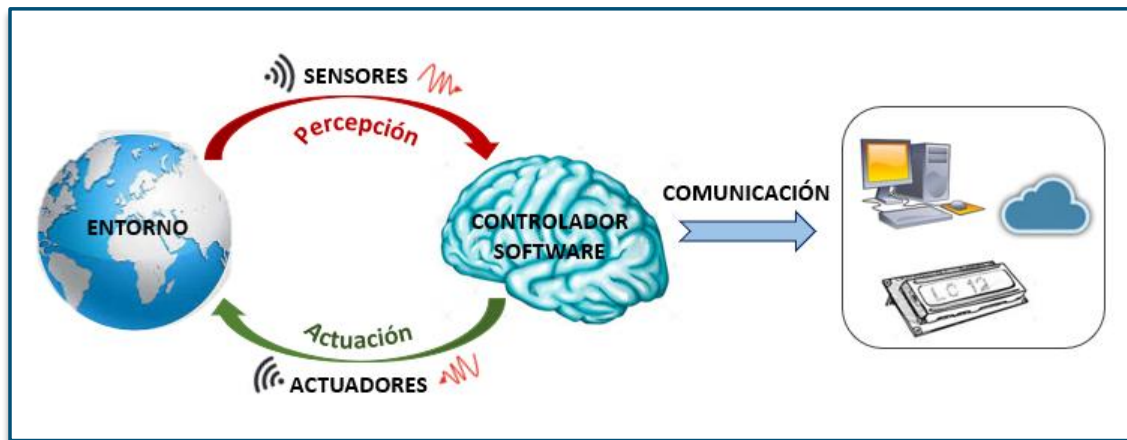


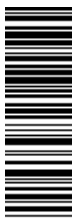
Fig.2. Esquema de un sistema de computación física.

Como se ha citado anteriormente, dentro de los controladores podemos encontrar sistemas de montaje de sensores conectados directamente a un ordenador o bien, sistemas que utilizan una placa independiente que realiza las funciones de controlador como son, entre otras, la placa microcontroladora de Arduino o la placa microprocesadora Raspberry Pi. Hoy en día, la diferencia fundamental entre ambas es una cuestión de capacidad, utilizando una analogía podríamos decir que Arduino es un autómata programable y Raspberry Pi es un ordenador [14].

Aunque, en un primer momento, la computación física pueda parecer complicada e inapropiada para trabajar con niveles de educación primaria o secundaria, el hecho es que gracias a la continua reducción de precios de los accesorios electrónicos y a la evolución de lenguajes de programación cada vez más sencillos y accesibles, es posible diseñar sistemas que interactúen con el entorno sin necesidad de poseer grandes conocimientos sobre el funcionamiento interno de cada parte.

En el desarrollo y expansión de la computación física ha jugado un papel fundamental la plataforma Arduino. El proyecto Arduino nace en el año 2005 dentro de un proyecto del Instituto Ivrea (IDII) en Italia, con el objetivo de proporcionar una herramienta de programación sencilla y económica con la que interactuar con el entorno mediante sensores y actuadores [15]. Por tanto, Arduino en sus inicios ya se enfocó en la educación, aunque rápidamente se extendió a otros muchos ámbitos (robótica, industria, domótica, arte, etc.), contribuyendo al origen del movimiento *Maker* al que también pertenece la computación física [16].

Las características que han motivado la expansión de Arduino en la educación y en otros muchos campos han sido, fundamentalmente, su bajo coste y su sencillez, tanto a la hora de utilizar el *hardware* como el *software*. Además, el hecho de que tanto el *software* como el *hardware* sean libres ha creado una comunidad de usuarios a nivel mundial que ha ido produciendo nuevos desarrollos, ampliando el *software* utilizado para programar nuevo *hardware*. Esta filosofía de cultura libre e intercambio de conocimientos ha facilitado la propagación rápida de técnicas de prototipado y diseño a docentes, alumnos y demás usuarios, permitiendo aplicar conceptos de diseño y programación sin necesidad de ser informáticos.



El fruto final del proyecto es una placa económica que permite conectar un gran abanico de sensores, controlar diversos actuadores y programar su comportamiento conectándola al ordenador mediante un cable USB (Figura 3). Además, en la conexión electrónica y en la programación se han eliminado las capas intermedias de dificultad para hacer el proceso lo más sencillo posible. Todo ello, respaldado por el soporte de una gran comunidad de usuarios.



Fig. 3. Placa Arduino UNO.

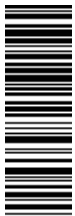
Trabajando con Arduino en el aula podemos:

- Dar a conocer y fomentar el uso de la programación.
- Desarrollar un pensamiento creativo y computacional.
- Hacer proyectos interactivos para el aprendizaje de cualquier materia.
- Favorecer el trabajo colaborativo ya no sólo dentro del aula, sino también con una amplia comunidad de usuarios a nivel mundial.
- Desarrollar el *Aprendizaje Haciendo (Learning by Doing)* que genera conocimientos significativos y favorece la creatividad, el espíritu crítico y la motivación.
- Desarrollar las capacidades de autoaprendizaje, autonomía, iniciativa y expresión multilingüaje y multilingüe ya que la mayoría de foros, manuales y proyectos compartidos son en inglés u otros idiomas.

Por lo tanto, comprobamos que la computación física mediante Arduino es una herramienta muy interesante y poderosa para el aprendizaje de múltiples materias y para el desarrollo de competencias y habilidades fundamentales para la sociedad digital actual.

EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO METODOLOGÍA ACTIVA.

En los últimos años se está imponiendo el uso de nuevas metodologías de enseñanza que frente a la educación tradicional, delegan el protagonismo del proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el estudiante, ya que las metodologías tradicionales (unidireccionales y pasivas) han quedado obsoletas para trabajar las competencias que se demandan actualmente. Éstas son las llamadas metodologías activas o basadas en la acción.





Aunque puedan parecer innovadoras, lo cierto es que la aparición de estas metodologías en España se remonta a finales del siglo XIX principios del XX dentro de un movimiento de renovación educativa de iniciativa fundamentalmente privada [17].

Son múltiples las metodologías activas que se pueden aplicar en el aula, siendo las más populares y utilizadas el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el método del caso, el aprendizaje cooperativo, la simulación y el contrato de aprendizaje. Todas ellas comparten unas características esenciales como son el trabajo en equipo, la capacidad para la resolución de problemas, la motivación y la mejora de la comprensión y el aprendizaje [18]. Sin embargo, dada sus peculiaridades, unas son más adecuadas que otras para desarrollar ciertos contenidos.

Para este trabajo, se ha escogido el aprendizaje basado en proyectos (ABP) por considerarse que es el que más se ajusta a los objetivos que se pretenden alcanzar y a la vez porque trabaja muchas de las competencias y habilidades que también aportan la física computacional y la programación con Arduino:

- La ABP se centra en el desarrollo de un proyecto que establece una meta, la elaboración de un producto final. Este producto final será fácilmente realizable y alcanzable mediante Arduino.
- Se desarrolla en un entorno real y experimental lo que facilita relacionar los contenidos teóricos con el mundo físico (contenidos significativos), muy en concordancia con la computación física.
- Se orienta a buscar la solución a un problema, mejorando las capacidades de análisis, síntesis, pensamiento crítico, creatividad, resolución de problemas, todas ellas también favorecidas por el uso de la programación.
- Al igual que la programación, promueve la responsabilidad por el propio aprendizaje, la autonomía y la iniciativa.
- Su práctica mejora la motivación y el interés del alumno ya que tienen la posibilidad de interactuar con la realidad al igual que la física computacional.
- Se lleva a cabo en grupos, favoreciendo el trabajo en equipo y el trabajo colaborativo como ocurre con el uso de Arduino.

Así pues, el diseño y construcción de prototipos apoyados en el desarrollo de proyectos permite reproducir diferentes aspectos de la vida profesional y puede conseguir que el estudiante valore la física como una ciencia que le permite idear, crear, inventar, analizar y resolver problemas.

Objetivos

Los objetivos principales que pretende alcanzar esta propuesta mediante el uso integrado de las metodologías, técnicas y herramientas de ABP, computación física y Arduino son:

- Crear contenidos significativos para los estudiantes sobre la materia de Física.
- Favorecer y desarrollar el pensamiento computacional y creativo.



- Aumentar la motivación y el interés de los alumnos hacia la ciencia.
- Favorecer los procesos de autorregulación del aprendizaje.
- Promover el trabajo colaborativo.
- Acercar los alumnos a la programación.
- Dotar a los alumnos de competencias laborales y de iniciativa emprendedora.

Tanto el Aprendizaje Basado en Proyectos como la computación física mediante Arduino han sido escogidos porque comparten una serie de características fundamentales que los hacen muy adecuados para el logro de dichos objetivos.

Propuesta didáctica

DISEÑO INSTRUCCIONAL

En base a las justificaciones y objetivos expuestos, se presenta una propuesta educativa consistente en la creación con Arduino de una estación meteorológica para trabajar de forma práctica los contenidos relativos a la actividad científica y a la energía dentro de la asignatura de Física y Química del curso de 3º de la ESO. Estos contenidos se corresponden con los recogidos en la ORDENEDU/362/2015, de 4 de mayo del BOCYL [19], concretamente los detallados dentro del Bloque 1 “La actividad científica” y Bloque 4 “La energía”.

Los principales estándares de aprendizaje que se tratarán dentro de estos bloques mediante la propuesta diseñada son los que se recogen a continuación (Figura 4).

BLOQUES	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
BLOQUE 1 La actividad Científica	<ul style="list-style-type: none">- Formula hipótesis para explicar fenómenos cotidianos utilizando teorías y modelos científicos.- Registra observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa, y los comunica de forma oral y escrita utilizando esquemas, gráficos, tablas y expresiones matemáticas.- Relaciona la investigación científica con las aplicaciones tecnológicas en la vida cotidiana.- Establece relaciones entre magnitudes y unidades utilizando, preferentemente, el Sistema Internacional de Unidades y la notación científica para expresar los resultados.- Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información existente en internet y otros - medios digitales.- Realiza pequeños trabajos de investigación sobre algún tema objeto de estudio aplicando el método científico, y utiliza las TIC para la búsqueda y selección de información y presentación de conclusiones en un informe.
BLOQUE 4 La energía	<ul style="list-style-type: none">- Explica la corriente eléctrica como cargas en movimiento a través de un conductor.- Comprende el significado de las magnitudes eléctricas intensidad, diferencia de potencial y resistencia, y las relaciona entre sí utilizando la ley de Ohm.- Distingue entre conductores y aislantes reconociendo los principales materiales usados como tales.- Construye circuitos eléctricos con diferentes tipos de conexiones entre sus



	<p>elementos, deduciendo de forma experimental las consecuencias de la conexión de generadores y receptores en serie o en paralelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplica la ley de Ohm a circuitos sencillos para calcular una de las magnitudes involucradas a partir de las otras dos. - Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para simular circuitos y medir las magnitudes eléctricas. - Identifica y representa los componentes más habituales en un circuito eléctrico: conductores, generadores, receptores y elementos de control describiendo su correspondiente función. - Reconoce los componentes electrónicos básicos describiendo sus aplicaciones prácticas y la repercusión de la miniaturización del microchip en el tamaño y precio de los dispositivos. - Describe el fundamento de una máquina eléctrica, en la que la electricidad se transforma en movimiento, luz, sonido, calor, etc.
--	---

Fig. 4. Estándares de aprendizaje para la asignatura de Física y Química de 3º de ESO que recoge esta propuesta.

Además, se desarrollarán otros contenidos de esta disciplina como los cambios de estado y las formas de agregación de la materia y las transformaciones de la energía.

A parte de los contenidos de la materia de Física y Química, esta propuesta trabaja de forma transversal los contenidos recogidos en la citada Orden para 3º de ESO de las asignaturas de:

- Matemáticas, en sus dos modalidades (Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Académicas o Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Aplicadas): Bloque 1 “Contenidos comunes” (Figura 5).
- Tecnología: Bloque 1 “Proceso de resolución de problemas tecnológicos”, Bloque 2 “Expresión y comunicación técnica”, Bloque 4 “Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas”, Bloque 5 “Tecnologías de la Información y la Comunicación” (Figura 6).
- Iniciación a la actividad emprendedora y empresarial: Bloque 1 “Autonomía personal, liderazgo e innovación”. (Figura 7).

Por otra parte, la LOMCE establece que el desarrollo de competencias es primordial en el proceso de enseñanza-aprendizaje de cualquier materia. En este trabajo, los esfuerzos se han dirigido en el desarrollo de la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), competencia digital (CDIG), aprender a aprender (AA), las competencias sociales y cívicas (CSC) y el sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).

MATEMÁTICAS	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
BLOQUE1 Contenidos comunes	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza estimaciones y elabora conjeturas sobre los resultados de los problemas a resolver, valorando su utilidad y eficacia. - Utiliza estrategias heurísticas y procesos de razonamiento en la resolución de problemas, reflexionando sobre el proceso de resolución de problemas. - Identifica patrones, regularidades y leyes matemáticas en situaciones de cambio. - Profundiza en los problemas una vez resueltos: revisando el proceso de resolución y los pasos e ideas importantes, analizando la coherencia de la solución o buscando otras formas de resolución. - Se plantea nuevos problemas a partir de uno resuelto: variando los datos, proponiendo nuevas preguntas, resolviendo otros problemas parecidos, planteando casos particulares o más generales de interés, estableciendo conexiones entre el





	<p>problema y la realidad.</p> <ul style="list-style-type: none">- Expresa verbalmente, de forma razonada, el proceso seguido en la resolución de un problema, con el rigor y la precisión adecuada.- Expone y defiende el proceso seguido además de las conclusiones obtenidas, utilizando distintos lenguajes.- Identifica situaciones problemáticas de la realidad, susceptibles de contener problemas de interés.- Establece conexiones entre un problema del mundo real y el mundo matemático.- Usa, elabora o construye modelos matemáticos sencillos que permitan la resolución de un problema o problemas.- Interpreta la solución matemática del problema en el contexto de la realidad.- Realiza simulaciones y predicciones, en el contexto real, para valorar la adecuación y las limitaciones de los modelos, proponiendo mejoras que aumenten su eficacia.- Reflexiona sobre el proceso y obtiene conclusiones sobre él y sus resultados.- Desarrolla actitudes adecuadas para el trabajo en matemáticas: esfuerzo, perseverancia, flexibilidad y aceptación de la crítica razonada.- Se plantea la resolución de retos y problemas con la precisión, esmero e interés adecuados al nivel educativo y a la dificultad de la situación.- Desarrolla actitudes de curiosidad e indagación, junto con hábitos de plantearse preguntas y buscar respuestas adecuadas, tanto en el estudio de los conceptos como en la resolución de problemas.- Toma decisiones en los procesos de resolución de problemas, de investigación y de matematización o de modelización, valorando las consecuencias de las mismas y su conveniencia por su sencillez y utilidad.- Reflexiona sobre los problemas resueltos y los procesos desarrollados, valorando la potencia y sencillez de las ideas claves, aprendiendo para situaciones futuras similares. Selecciona herramientas tecnológicas adecuadas y las utiliza para la realización de cálculos numéricos, algebraicos o estadísticos cuando la dificultad de los mismos impide o no aconseja hacerlos manualmente.- Utiliza medios tecnológicos para hacer representaciones gráficas de funciones con expresiones algebraicas complejas y extraer información cualitativa y cuantitativa sobre ellas.- Diseña representaciones gráficas para explicar el proceso seguido en la solución de problemas, mediante la utilización de medios tecnológicos.- Recrea entornos con herramientas tecnológicas interactivas para mostrar, analizar y comprender propiedades.- Elabora documentos digitales propios como resultado del proceso de búsqueda, análisis y selección de información relevante, con la herramienta tecnológica adecuada y los comparte para su discusión o difusión.- Utiliza los recursos creados para apoyar la exposición oral de los contenidos trabajados en el aula.- Usa adecuadamente los medios tecnológicos para estructurar y mejorar su proceso de aprendizaje recogiendo la información de las actividades, analizando puntos fuertes y débiles de su proceso académico y estableciendo pautas de mejora.
--	--

Fig. 5. Estándares de aprendizaje para la asignatura de Matemáticas de 3º de ESO que recoge esta propuesta.



TECNOLOGÍA	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
BLOQUE 1 Procesos de resolución de problemas tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Diseña un prototipo que da solución a un problema técnico, mediante el proceso de resolución de problemas tecnológicos. - Elabora la documentación necesaria para la planificación y construcción del prototipo.
BLOQUE 2 Expresión y comunicación técnica	<ul style="list-style-type: none"> - Interpreta croquis y bocetos como elementos de información de productos tecnológicos. - Produce los documentos necesarios relacionados con un prototipo empleando cuando sea necesario <i>software</i> específico de apoyo.
BLOQUE 4 Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas	<ul style="list-style-type: none"> - Explica la función de los elementos que configuran una máquina o sistema desde el punto de vista estructural y mecánico. - Simula mediante <i>software</i> específico y mediante simbología normalizada circuitos mecánicos. - Explica los principales efectos de la corriente eléctrica y su conversión. - Utiliza las magnitudes eléctricas básicas. - Diseña utilizando <i>software</i> específico y simbología adecuada circuitos eléctricos básicos y experimenta con los elementos que lo configuran. - Diseña y monta circuitos eléctricos básicos empleando bombillas, zumbadores, diodos led, motores, baterías y conectores.
BLOQUE 5 Tecnologías de la Información y Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> - Instala y maneja programas básicos. - Utiliza adecuadamente equipos informáticos y dispositivos electrónicos. - Maneja espacios web, plataformas y otros sistemas de intercambio de información. Elabora proyectos técnicos con equipos informáticos y es capaz de presentarlos y difundirlos.

Fig. 6. Estándares de aprendizaje para la asignatura de Tecnología de 3º de ESO que recoge esta propuesta.

INICIACIÓN A LA ACTIVIDAD EMPRENDEDORA Y EMPRESARIAL	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
BLOQUE 1 Autonomía personal, liderazgo e innovación	<ul style="list-style-type: none"> - Resuelve situaciones propuestas haciendo uso de sus recursos personales con seguridad y confianza. - Analiza los resultados alcanzados con conciencia del esfuerzo personal aplicado y los logros obtenidos realizando propuestas de mejora sobre el propio trabajo. - A partir de un objetivo establecido, realiza un listado de tareas asignando plazos y compromisos en la realización de éstas, asumiendo las responsabilidades personales y de grupo correspondientes. - Comprende la necesidad de reflexión y planificación previa a la realización de una tarea marcando tiempos, metas y secuencias relacionándolo con la eficiencia y calidad en el cumplimiento de los objetivos finales. - Analiza una situación determinada discriminando qué excede de su propio desempeño y valorando la necesidad de ayuda externa y qué recursos son idóneos en la situación propuesta. - Participa en situaciones de comunicación de grupo demostrando iniciativa y respeto y expresando con claridad sus ideas y recogiendo y argumentando las de los demás integrantes. - Propone alternativas de solución intentando integrar intereses y alcanzar acuerdos mediante negociación aplicando técnicas e intentando influir





	<p>positivamente en los demás.</p> <ul style="list-style-type: none">- Desempeña el rol dirigente cuando le corresponde con respeto, entusiasmo y autocontrol organizando las tareas del grupo y determinando normas de funcionamiento que impliquen y motiven a todos y promuevan la consecución de la tarea grupal.- Propone soluciones originales a las situaciones planteadas generando numerosas posibilidades a partir de un uso novedoso de los recursos con los que cuenta relacionando la innovación con el progreso de la sociedad.- Emplea conocimientos adquiridos con anterioridad en la solución de situaciones o problemas relacionando la adecuación entre esto, presentando aplicaciones que no se limiten al uso habitual salvando posibles rutinas o prejuicios.- Investiga su entorno para detectar experiencias relacionadas con las tareas planteadas que puedan aportar soluciones y le permitan desarrollar una visión de desafíos y necesidades futuras y consecuencias.
--	--

Fig. 7. Estándares de aprendizaje para la asignatura de Iniciación a la actividad emprendedora y empresarial de 3º de ESO que recoge esta propuesta.

CRITERIOS METODOLÓGICOS

Las metodologías escogidas para la realización de esta propuesta son, fundamentalmente, aquellas en las que se destaca el papel activo de los estudiantes y el aprendizaje colaborativo:

- *Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).*
- *Aprender Haciendo*, mediante las herramientas de Arduino y la computación física.

Para el desarrollo del ABP se establecerá un nivel inicial de autonomía de los estudiantes bajo, es decir, el tema, los contenidos físicos a tratar, el diseño, la creación y la presentación del proyecto serán guiados e indicados por el profesor. Este nivel será el mínimo exigido para cada etapa de la propuesta.

Sin perjuicio de ello, y con el fin de promover la iniciativa y creatividad de los estudiantes, éstos, en todo momento, gozarán de libertad para ampliar los contenidos físicos propuestos, mejorar y/o introducir ampliaciones en los diseños y prototipos y utilizar otros *software* de programación y/o prototipado si lo consideran apropiado.

Para la implementación del ABP se seguirán los pasos recomendados por Galeana [20], con algunas modificaciones, ya que están en consonancia con las etapas que desarrolla el pensamiento computacional:

a) *Sesión introductoria.*

Esta sesión tiene como finalidad la de presentar y debatir con los alumnos el proyecto que vamos a realizar, cómo lo vamos a organizar y qué recursos vamos a necesitar, haciendo hincapié en el hecho de que vamos a aprender a través del desarrollo del mismo. El debate se plantea con un triple objetivo: implicar y motivar a los alumnos en el proyecto, conocer sus ideas sobre la forma en la que ellos lo enfocarían y explorar los conocimientos previos que tienen sobre los recursos que se van a utilizar. Este debate es muy importante para el profesor ya que proporciona información sobre el nivel inicial de los alumnos, de forma que se puede adaptar el número y el diseño de las actividades.



b) *Actividades iniciales.*

Se utilizará para definir y explicar específicamente la organización que se va a seguir en la realización del proyecto: las actividades o tareas parciales que debemos realizar para adquirir todos los conocimientos que nos permitirán la consecución del mismo; las metas que se pretenden alcanzar con cada una de estas actividades; definir la forma en la que se va a trabajar tanto en las actividades intermedias como en el proyecto final (grupos y roles); dar a conocer como se va llevar a cabo la evaluación y autoevaluación de las metas propuestas para cada tarea y para el proyecto (rúbricas).

c) *Actividades parciales.*

Durante esta fase se llevarán a cabo las distintas actividades parciales establecidas. Las actividades parciales constarán de dos partes. La primera, será una parte teórico-práctica con la intención de que los alumnos aprendan practicando los conocimientos y las herramientas necesarias para el proyecto. La segunda, consistirá en un *reto* para los alumnos basado en la parte teórico-práctica vista en esa actividad concreta y que incluirá alguna modificación y/o ampliación para profundizar. Con esto, se pretende que los alumnos se familiaricen con la metodología, con el trabajo colaborativo y también ayudará para que, tanto los alumnos como el profesor, tomen consciencia de lo que realmente se ha aprendido, de lo que resulta más complejo y de aquellos aspectos en los que se debe de incidir. En definitiva, se trata de favorecer la autorregulación del aprendizaje del alumno y ayudar al docente a evaluar el diseño de la actividad.

d) *Implementación del proyecto.*

Una vez terminadas las actividades parciales, los estudiantes estarán en disposición de realizar el proyecto final integrando todos los componentes. Como además, los alumnos ya estarán familiarizados con la forma y organización del trabajo, su implementación será mucho más sencilla y asimilable. Se concretizarán los siguientes puntos: la forma, el diseño y los contenidos del proyecto; se repartirán las tareas en función de los grupos y roles elegidos y se establecerá la temporalización.

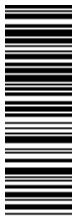
e) *Conclusión desde la perspectiva de los estudiantes.*

Esta etapa se realizará tanto para los distintos retos como para el proyecto final. En ella, los alumnos presentarán el proyecto, lo analizarán, comentarán las posibles dificultades encontradas y realizarán una valoración del mismo. Por otra parte, el resto de los compañeros junto con el profesor expresarán sus opiniones sobre el proyecto a modo de retroalimentación constructiva.

f) *Conclusión por parte del profesor.*

Al igual que en la etapa anterior, se realizará para los retos y para el proyecto final. En esta fase el profesor hará una evaluación y análisis del proyecto a modo de cierre.

Por último, todo el material suministrado a los alumnos será en forma de diagramas de flujo ya que están estrechamente relacionados con el pensamiento lógico y computacional, la resolución de problemas, la abstracción, ayudan a la comprensión y a la conexión de los procesos, etc., todas ellas, habilidades que se pretenden favorecer a través de esta propuesta.



HERRAMIENTAS

Placa Arduino UNO

Como placa microcontroladora se utilizará la placa Arduino UNO (Figura 8). Está basada en el chip de Atmel ATmega328P con una memoria flash de 32Kb. Sus principales componentes son:

- Botón reset. Sirve para reiniciar el programa cargado en la placa.
- Puerto USB. Se utiliza para conectar con el ordenador. Sirve para cargar los programas en la placa, transferir datos de la placa al ordenador y alimentar la placa.
- Microcontrolador de comunicación. Se encarga de controlar la comunicación con el puerto USB.
- Reloj oscilador. Marca el ritmo al que se van ejecutando las instrucciones del programa.
- Regulador de tensión. Controla la cantidad de electricidad que se envía a los pines con el fin de no estropearlos.
- Conector de alimentación. Para alimentar la placa de forma externa con batería o pilas, siendo el rango recomendado de alimentación de 7 a 12 voltios.
- Pines de alimentación para el circuito. Suministran tensiones de 3,3 y 5 voltios y también continen la toma de tierra (GND).
- Pines analógicos. Permiten leer entradas analógicas. Dispone de 6 pines nombrados de A0 a A5 que proporcionan 10 bits de resolución (1024 valores).
- Microcontrolador de programación. Es el cerebro de la placa, la encargada de ejecutar los programas.
- LED de encendido. Se ilumina cuando la placa está correctamente alimentada.
- Pines digitales. Sirven de entrada o salida para los componentes digitales. Dispone de 14 pines, nombrados del 0 al 13, que funcionan a 5 voltios.
- LED integrado al pin 13. Este LED se enciende cuando el pin tiene asignado el valor ALTO y se apaga cuando el valor es BAJO.

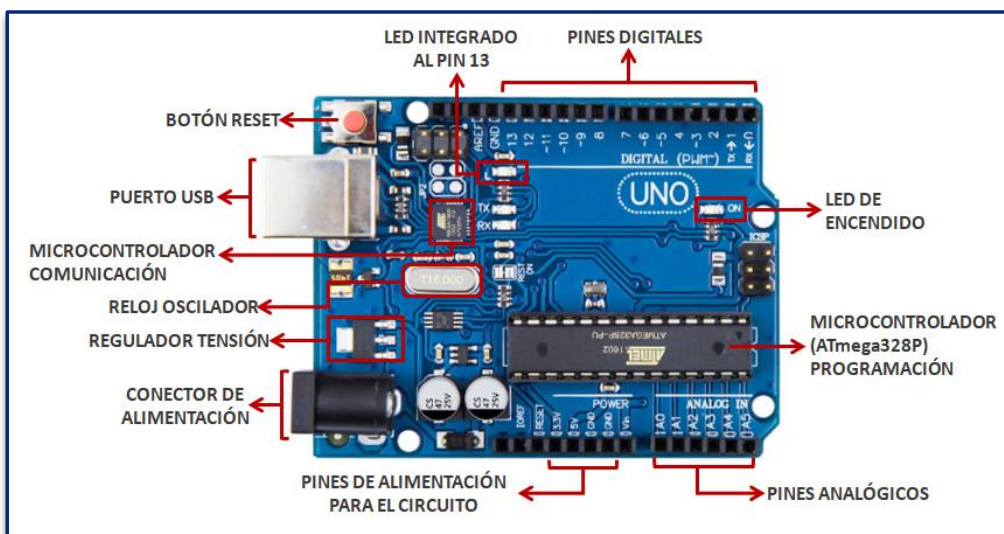


Fig. 8. Esquema con los principales componentes de la placa Arduino UNO.





Software de programación: Mixly

Como uno de los principales problemas que presenta la programación es el lenguaje en código, para facilitar al máximo este proceso se ha escogido un *software* visual, que permite generar el código por bloques.

Existen muchos *softwares* gráficos que permiten programar Arduino mediante bloques como MBlock, S4A, Ardublock, etc. Mixly se ha escogido, fundamentalmente, porque:

- Permite cargar los programas en la placa, pudiendo ponerlos en funcionamiento sin necesidad de estar conectados al ordenador.
- Se puede visualizar el código como quedaría en formato nativo de Arduino. Esto es importante ya que puede ayudar a los estudiantes a familiarizarse con este tipo de lenguaje de programación.
- Soporta ciertos sensores que nos son necesarios para la propuesta.
- Permite recoger datos por el monitor serie para luego poder hacer uso de ellos.

La interfaz de Mixly es muy sencilla e intuitiva y para realizar los programas solo se tienen que escoger los bloques y deslizarlos al área de trabajo. Las principales funciones que recoge son (Figura 9):

- Área de bloques. En esta área se muestran las librerías. Al pulsar sobre cualquiera de ellas se despliega una pestaña con los bloques que la integran.
- Área de trabajo. Es la zona donde se edita el código, arrastrando, soltando y ensamblando los bloques. Se puede realizar zoom y centrado de imagen.
- Área de código. En esta área, que es ocultable, se muestra el código en formato del IDE Arduino, derivado del montaje en bloques que se haya realizado.
- Área de menús. En el área de menús nos encontramos las funciones típicas de cualquier aplicación: *nuevo* (abre un nuevo diseño), *abrir* (abre un diseño ya guardado), *guardar* (guarda el proyecto), *guardar como* (guarda el proyecto dándole nombre) *exportar/importar* (exporta/importa el fichero en formato XML) y *gestión* (gestiona las librerías).

Mixly será el software que se utilizará para desarrollar las prácticas de las distintas actividades, sin embargo, los estudiantes podrán utilizar otras aplicaciones en los retos y en el proyecto siempre y cuando se cumplan los requisitos mínimos exigidos. Visualino es una opción muy similar a Mixly, la interfaz y las características son prácticamente iguales, sin embargo, no soporta el sensor que se va utilizar en el proyecto, por lo que sólo lo podrían usar en los retos. Además, los más avezados, tendrán la opción de programar o modificar los códigos generados por Mixly o Visualino en el IDE de Arduino.



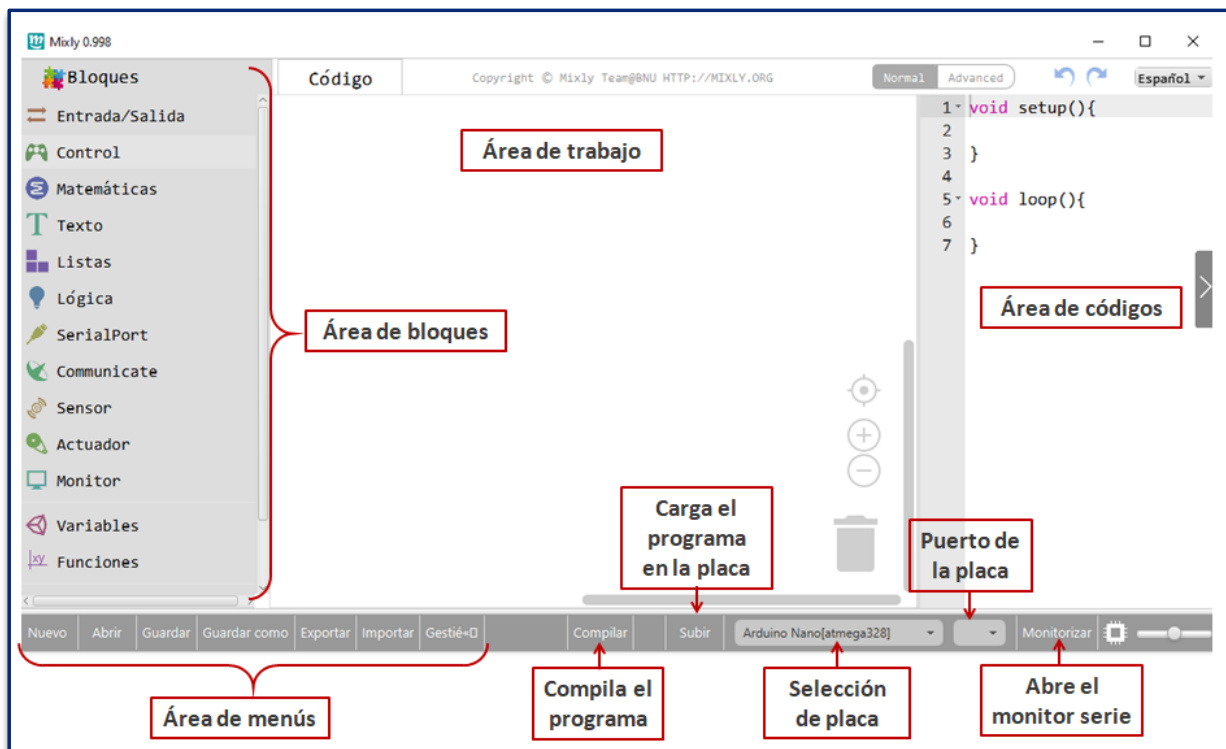


Fig. 9. Principales partes de la interfaz de Mixly.

Software de prototipado: Fritzing

Para realizar el diseño de los proyectos electrónicos se propone utilizar Fritzing, un *software* libre con una interfaz amigable y fácil de usar que agiliza el trabajo. Sus secciones incluyen:

- **Vista del proyecto.** Es donde se construye y edita el circuito electrónico virtual, arrastrando y soltando los componentes de la biblioteca que se vayan a usar y haciendo conexiones. Permite visualizarlo en cuatro modos (Figura 10):
 - a) *Protoboard o placa de prototipos.* Normalmente, es por donde se comienza la construcción del proyecto. En ella, se construye el circuito virtual exactamente igual a como se verá el circuito en la realidad.
 - b) *Vista de esquema.* Muestra el circuito que se ha construido en el modo *protoboard* como un diagrama de circuito eléctrico. Es útil para aprender los símbolos de circuitos eléctricos estándar.
 - c) *Vista de PCB (placas de circuito impreso).* Muestra como quedaría el proyecto en una placa de circuito impreso, permitiendo generar y exportar la documentación para su fabricación.
 - d) *Vista código.* Muestra algo parecido al lenguaje de programación oficial de Arduino con las funciones de guardar, abrir, compilar y subir a la placa, aunque no realiza simulaciones.



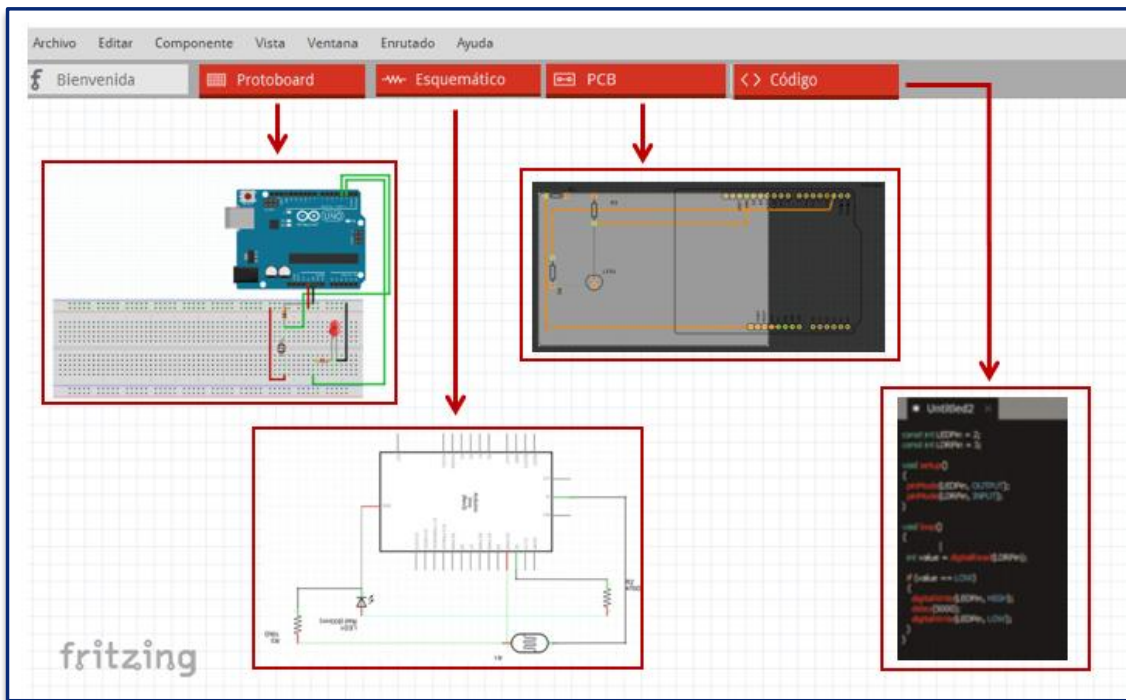
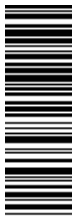


Fig. 10. Modos de visualización del diseño del proyecto en Fritzing. De izquierda a derecha: protoboard, esquemático, PCB y código.

- **Las ventanas de paleta.** Incluyen la biblioteca de piezas, el inspector de piezas y el historial de acciones (Figura 11).
 - a) *Biblioteca de piezas.* Contiene una selección de piezas que se pueden arrastrar y soltar directamente sobre la vista del proyecto. Las piezas están dispuestas en carpetas o *contenedores*. Fritzing viene con varios contenedores que recogen una amplia colección de piezas, pero también permite crear contenedores propios (*Mine*), para organizar y personalizar las piezas. Además, la librería contiene iconos con un signo de interrogación, denominados *piezas misteriosas*, los cuales permiten definir rápidamente una pieza nueva y sus conectores.
 - b) *Inspector de piezas.* Muestra información relevante sobre la pieza seleccionada (nombre, icono, propiedades y etiquetas). Algunos de estos datos, como el nombre o las propiedades, pueden ser modificados directamente a través de esta ventana.
 - c) *Historial de acciones.* Muestra un listado de las últimas acciones realizadas y un acceso rápido a la función deshacer.



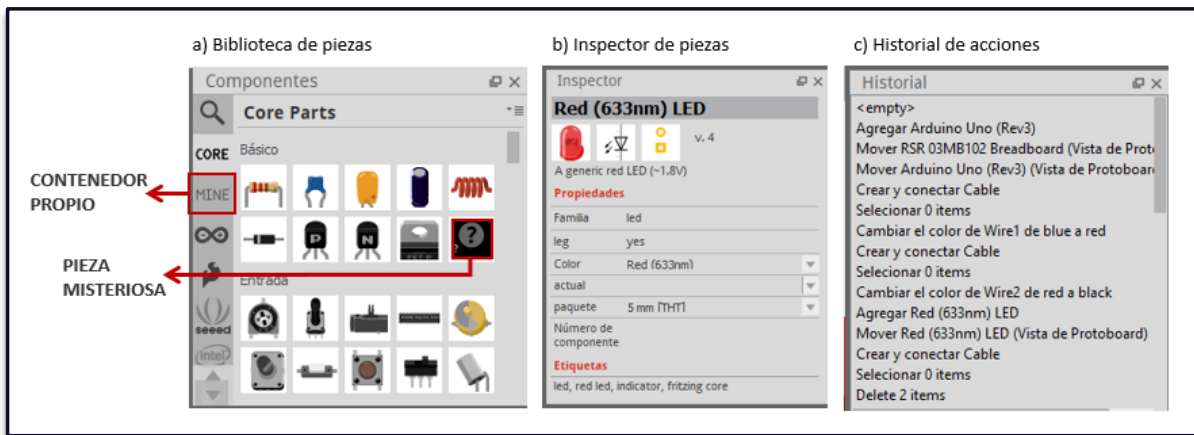


Fig. 11. Ventanas de paleta de Fritzing. De izquierda a derecha: a) biblioteca de piezas, b) inspector de piezas y c) historial de acciones.

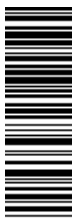
Este programa será el que el docente utilizará para presentar el diseño de los proyectos eléctricos dentro de la parte teórico-práctica de las actividades parciales, sin embargo, los alumnos serán libres de utilizar otros programas que por sus características les resulten más cómodos o prácticos. Entre ellos se recomendarán:

- CircuitsIO. Su característica más interesante es que permite simular el código y el montaje eléctrico por lo que resulta una buena herramienta para montar antes de usar y poder trabajar y practicar aún sin disponer del material físico.
- CircuitoIO. Reduce el trabajo a la mínima expresión ya que prácticamente realiza el diseño por sí sola. Solo hay que arrastrar los componentes a un panel y separar los sensores de los actuadores. Una vez hecho esto, se genera el proyecto y la aplicación decide dónde conectar cada componente y si necesita algún tipo de resistencia para su funcionamiento. También proporciona un código con las funcionalidades típicas de los componentes elegidos. En este caso, no simula.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Como ayuda para la realización del diseño de la propuesta se utilizó el modelo canvas adaptado para la desarrollo de ABP [21]. En él se recogen las ideas principales en las que se basa todo el proyecto (Figura 12):

- En la columna central se recogen: la pregunta guía que focaliza todo el trabajo, el producto final que se elaborará y los pasos y tareas que se van a realizar para lograr dicho producto.
- En la columna de la izquierda aparecen las competencias clave y los objetivos que se pretenden desarrollar, así como los métodos de evaluación utilizados.
- En la columna de la derecha aparecen los recursos y herramientas necesarios para su desarrollo y la organización que se va emplear.



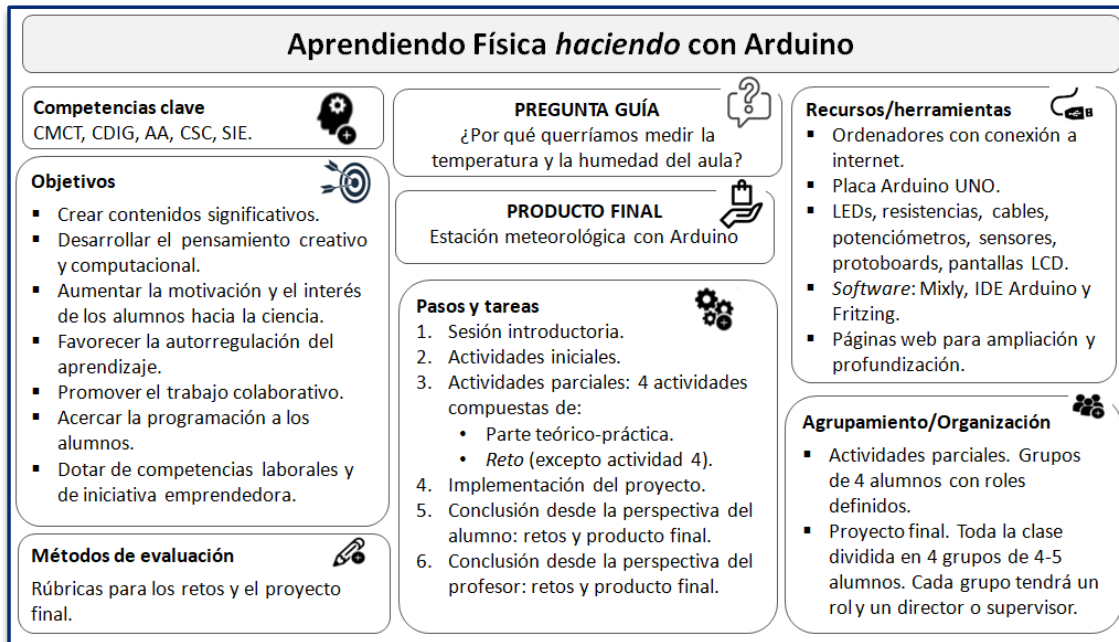


Fig. 12. Diseño de la propuesta mediante modelo canvas. Abreviaturas: CMCT (competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología), CDIG (competencia digital), AA (aprender a aprender), CSC (competencias sociales y cívicas) y SIE (sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor).

A continuación, se describen de forma más detallada los pasos y tareas que comprenden toda la propuesta.

📌 Sesión introductoria

Con esta sesión se pretende presentar, motivar, hacer pensar y conocer las ideas previas y conocimientos que tienen los alumnos a cerca del proyecto que vamos a realizar. Para ello, se intentará establecer un debate lanzando una serie de preguntas a los estudiantes, comenzando por la pregunta guía: ¿Por qué sería interesante medir la temperatura y humedad del aula?

Para esta pregunta se espera que la mayoría de los alumnos respondan centrándose sólo en la temperatura: para saber si hace frío o calor. Esto dará lugar a las siguientes preguntas que tienen por objeto dar relevancia a la humedad en la sensación térmica: ¿creéis que la humedad afecta a la sensación de frío o calor?, ¿por qué los días lluviosos parece que hace menos frío aunque no haga sol?

Una vez establecida la importancia de las dos variables en la sensación térmica, nos centraremos en la relevancia que podría tener conocer estas dos magnitudes a la hora de realizar un consumo energético eficiente y responsable: ¿pensáis que el conocerlas podría ayudarnos a hacer un mejor uso de la calefacción o el aire acondicionado?

Acordado el punto anterior, pasaremos a los aspectos técnicos: ¿cómo podríamos medir estas magnitudes durante un tiempo y recoger los datos para poder sacar conclusiones?, ¿sabéis qué es Arduino?, ¿conocéis algo de programación? Como se espera que muchos estudiantes no



conozcan este tipo de herramientas se puede aprovechar para introducir el concepto de computación física mediante la figura 2 y hacerles ver que es un modo muy adecuado para cubrir nuestros objetivos: recoger los datos de temperatura y humedad del aula por un tiempo para poder extraer conclusiones (sensor-controlador-comunicación con el ordenador), conocer la temperatura y humedad del aula en todo momento (sensor-controlador-comunicación con pantalla LCD) y avisarnos cuándo éstas cambian (sensor-controlador-actuador).

Actividades iniciales

En este paso concretaremos las actividades parciales antes de implementar el proyecto, la organización del trabajo y los aspectos de autoevaluación y evaluación del mismo.

Sobre el esquema de la figura 2 especificaremos los materiales y recursos que vamos a necesitar para construir nuestra estación meteorológica y las actividades intermedias que vamos a desarrollar para aprender a trabajar con cada uno de los elementos (Figura 13). Se comentará que las actividades constarán de una parte teórico-práctica y de un reto (excepto la actividad 4). En la parte teórico-práctica se sentarán las bases de conocimiento y en el reto los alumnos tendrán que poner en práctica estos conocimientos para construir un producto.

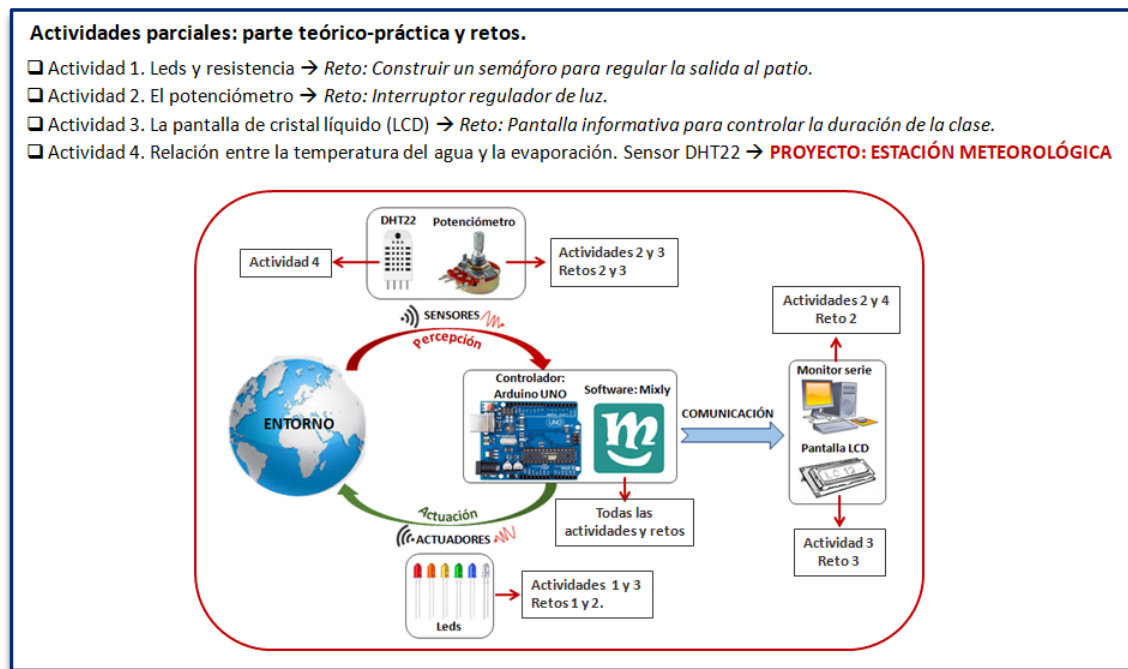
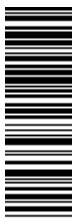


Fig. 13. Esquema informativo para el alumnado donde se recogen los materiales y recursos que se van a emplear y las actividades parciales que se desarrollarán durante el proyecto.

En cuanto a la forma de organizar el trabajo, se explicará que tanto las actividades parciales como el proyecto se realizarán en grupo y estableciendo roles. Las primeras se harán en pequeños grupos de 4 alumnos donde cada uno ejercerá un rol (*responsable de desarrollo físico, responsable de diseño, responsable de programación y responsable de montaje eléctrico*). El proyecto se





trabajar de forma conjunta por toda la clase, dividida en equipos de 4-5 alumnos donde cada equipo ejercerá un rol (*equipo de desarrollo físico, equipo de diseño, equipo de programación y equipo de montaje eléctrico*). En ambos casos, las acciones que deberán desempeñar según el rol se establecerán por el profesor. Por último, se formarán los grupos para las actividades parciales y se les informará de que todos los constituyentes de cada grupo deben pasar, al menos una vez, por el rol de desarrollo físico, de diseño/montaje de circuito y de programación.

Con respecto a la evaluación de los retos y del proyecto, se realizará mediante rúbricas. Éstas se pondrán también a disposición de los alumnos para que puedan conocer lo que se va a valorar en cada uno de ellos y para que puedan participar tanto en su autoevaluación como en la evaluación de los compañeros. De esta manera, en los retos cada grupo deberá presentar una evaluación del propio trabajo y del trabajo de los otros grupos. En el caso del proyecto, como participa toda la clase, deberán presentar una única autoevaluación del mismo.

Actividades parciales

Actividad 1. Leds y resistencias.

RETO: Construir un semáforo para regular la salida al patio.

El objetivo de esta primera actividad es introducir a los alumnos los conceptos físicos relacionados con los diodos emisores de luz o leds y las resistencias, así como, su funcionamiento y programación ya que ambos componentes formarán parte del proyecto final, la estación meteorológica.

Los aspectos físicos que se trabajarán y profundizarán con esta experiencia son: el concepto de diodo como componente electrónico que permite el paso de la corriente eléctrica en un único sentido (ánodo/cátodo); el diodo emisor de luz como material semiconductor capaz de transformar la energía (electroluminiscencia), el espectro visible en función de la longitud de onda en la que emita el led, el concepto de resistencia eléctrica y por qué es necesario el uso de resistencias con leds (la ley de Ohm, corriente continua, voltaje e intensidad de corriente), los circuitos en serie y cómo calcular la resistencia apropiada para trabajar con distintos tipos de led.

Para comentar estos contenidos teóricos se facilitará a los alumnos un diagrama de flujo en el que se recojan todos estos aspectos (Figura 14).

Una vez aclarados y comentados con los estudiantes estos aspectos teóricos, los pondremos en práctica realizando diferentes experiencias:

- Comprobaremos como un led se quema al conectarlo a un circuito eléctrico sin resistencia.
- Veremos lo que ocurre si en lugar de conectar el led en forma directa lo conectamos en forma inversa.
- Utilizaremos diferentes leds para ver las diferentes longitudes de onda a las que emiten.
- Aprenderemos a identificar el valor de las resistencias mediante su código de colores.



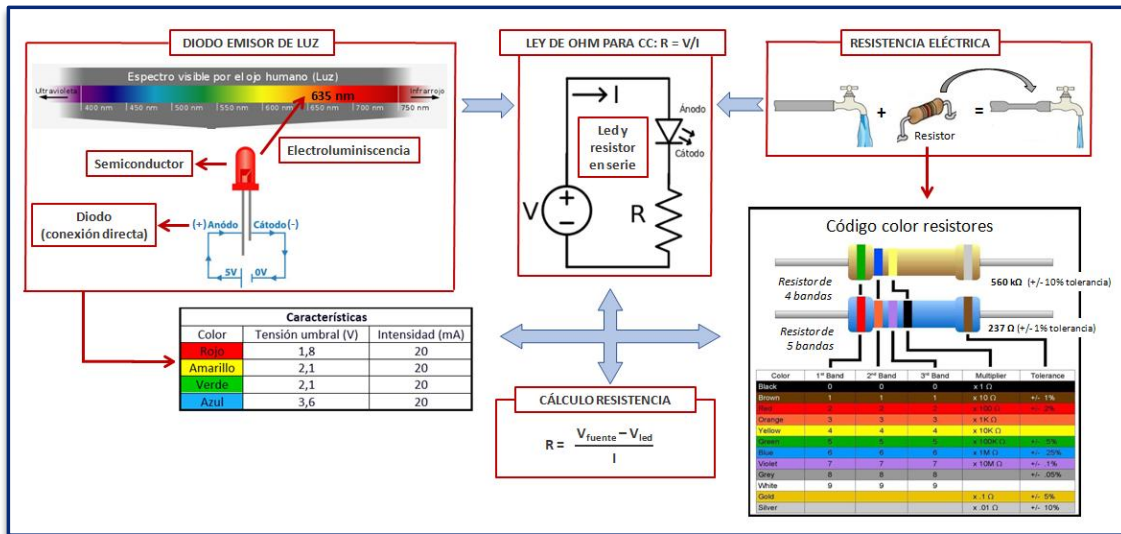


Fig. 14. Diagrama de flujo con los contenidos teóricos recogidos en la actividad 1 de leds y resistencias.

- Calcularemos las resistencias que necesitan los leds en función de su tensión umbral y veremos cuántos leds en serie somos capaces de encender para la tensión de la fuente y la resistencia calculada.

Todo ello, utilizando Arduino y los componentes electrónicos necesarios, programando con Mixly y elaborando el diseño con Fritzing en función al siguiente esquema de trabajo general en el que se realiza el parpadeo intermitente de un led rojo (Figura 15).

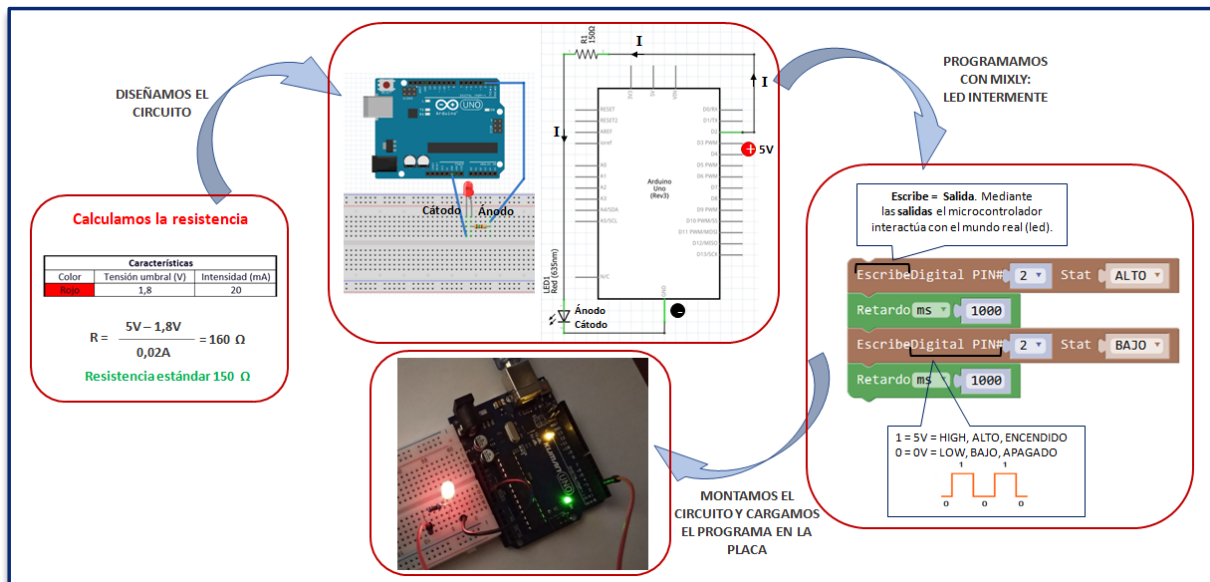


Fig. 15. Diagrama de flujo con los contenidos prácticos desarrollados en la actividad 1.





Tras la realización de la práctica se les propondrá a los alumnos el reto asociado a esta actividad. Este primer reto consistirá en la construcción de un semáforo para regular la salida al patio y así buscar una posible solución a los atropellos y empujones que se forman cada día a esa hora.

El semáforo deberá contener los colores usuales (rojo, amarillo y verde) que se deberán ir apagando y encendiendo sucesivamente tras el tiempo establecido en el programa. Los alumnos serán libres de introducir los tiempos para cada color, así como de introducir posibles mejoras como, por ejemplo, el parpadeo del color amarillo durante su encendido.

Las acciones que deberá llevar a cabo cada responsable en función de su rol serán:

- Responsable del desarrollo físico:
 - Calcular las resistencias que requiere cada uno de los leds utilizados.
 - Informar y ayudar a los responsables de diseño y de montaje eléctrico en la realización de las diferentes conexiones (resistor-led, alimentación/GND-ánodo/cátodo, etc.) para el correcto funcionamiento del circuito.
- Responsable de diseño:
 - Realizar el prototipado utilizando Fritzing u otro *software* similar teniendo en cuenta la información suministrada por el responsable del desarrollo físico.
- Responsable de programación:
 - Realizar el programa que dará vida al semáforo en función del prototipado realizado (pines de salida), utilizando Mixly o en su defecto Visualino o el IDE de Arduino.
 - Cargar el programa en la placa de Arduino.
- Responsable del montaje eléctrico.
 - Colaborar con el responsable de diseño en el prototipado.
 - Realizar el montaje físico del circuito en base al diseño previo del mismo.

Como soporte para que los estudiantes puedan profundizar y aprender más sobre todos los aspectos que se requieren para la realización de este reto se proporcionarán los siguientes enlaces webs:

- <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/resistencia/>.
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Led>.
- https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_el%C3%A9ctrica#:~:text=Se%20le%20denomina%20resistencia%20el%C3%A9ctrica,a%20trav%C3%A9s%20de%20un%20conductor.
- <https://descubrearduino.com/protoboard/>.
- <https://fritzing.org/learning/>.
- https://wiki.keyestudio.com/Getting_Started_with_Mixly.

En el Anexo 1 se adjunta un ejemplo de cómo se suministrará a los alumnos la información más relevante de cada reto.

Los distintos grupos deberán trabajar los aspectos físicos, el prototipado y la programación en casa ya que en la próxima sesión solo dispondrán de 20 minutos para realizar el montaje físico, la carga del programa y la solución de los posibles errores. Tras este tiempo, los alumnos



presentarán sus proyectos, los analizarán, comentarán las posibles dificultades encontradas y realizarán una valoración del mismo. Por otra parte, el resto de los compañeros y el profesor expresarán sus opiniones sobre el proyecto. La sesión finalizará con un conclusión por parte del profesor a modo de evaluación y análisis de los mismos.

Actividad 2. El potenciómetro.

RETO: Interruptor regulador de la luz.

En esta segunda actividad se introducirá el potenciómetro como un mecanismo que permite generar una resistencia variable, comportándose como un divisor de tensión o voltaje, por tanto, es fundamental para controlar la luminosidad de una pantalla LCD o un led. También se explicarán las señales analógicas y veremos cómo Arduino transforma este tipo de señales en señales digitales ya que, en muchas ocasiones, los sensores que se utilizan para supervisar el mundo exterior dan una señal analógica.

Todos estos contenidos teóricos se trabajarán con los estudiantes mediante el siguiente diagrama (Figura 16).

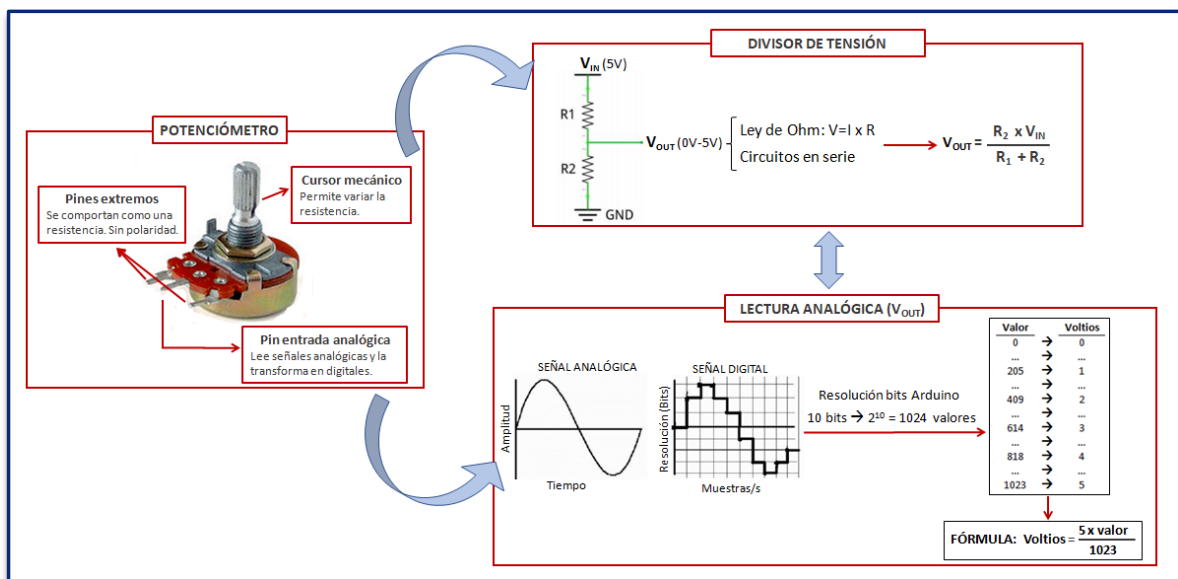
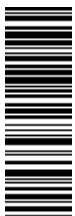


Fig. 16. Diagrama de flujo con los contenidos teóricos desarrollados en la actividad 2.

Tras la explicación, estos conceptos se ejemplificarán mediante el uso del potenciómetro con Arduino, utilizando un mismo montaje electrónico. Sobre él realizaremos dos programas: con el primero, veremos cómo varía la resistencia al girar el dial del potenciómetro, haciendo que los valores de la resistencia aparezcan por el monitor serie; con el segundo, comprobaremos a través del monitor serie los valores binarios en los que transforma Arduino la señal analógica y los transformaremos en valores de voltaje (Figura 17).

Una vez realizada la parte teórico- práctica se propondrá a los estudiantes el reto asociado a la misma: construir un interruptor regulador de la luz para la clase con el fin de poder adaptar la



intensidad de la misma a las circunstancias lumínicas para un mejor aprovechamiento de la energía.

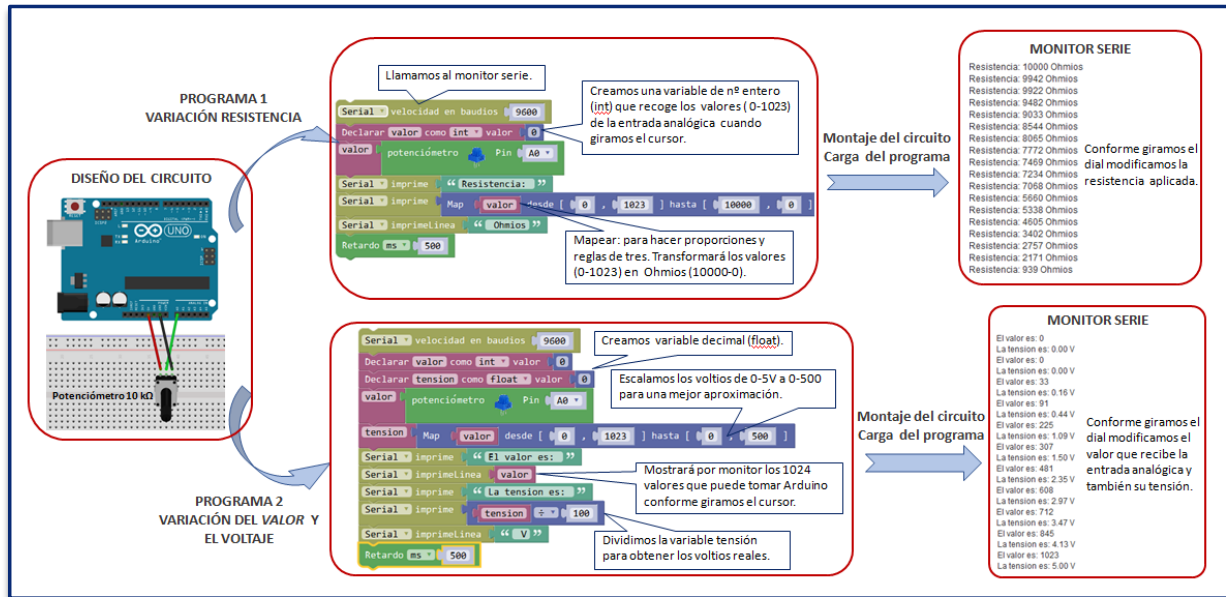
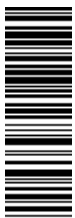


Fig. 17. Diagrama de flujo con los contenidos prácticos desarrollados en la actividad 2.

Para construir este interruptor deberán utilizar el potenciómetro combinado con un led. Además, se les pedirá que a partir de los datos recogidos por el monitor serie establezcan los valores de resistencia y tensión a partir de los cuales el led comienza a brillar y alcanza su máximo brillo. Por último, se les avisará de la importancia de introducir una resistencia de limitación al led utilizado para evitar posibles quemaduras del mismo si se baja en exceso la resistencia suministrada por el potenciómetro.

Las acciones que deberá realizar cada responsable en este reto serán:

- Responsable del desarrollo físico:
 - Calcular la resistencia de limitación para el led utilizado.
 - Asesorar y colaborar a los responsables de diseño y de montaje eléctrico en la realización de las diferentes conexiones para el correcto funcionamiento del circuito.
- Responsable de diseño:
 - Realizar el prototipado, teniendo en cuenta la información suministrada por el responsable del desarrollo físico.
- Responsable de programación:
 - Realizar las programaciones necesarias para obtener los valores de resistencia y tensión pedidos.
 - Cargar el programa en la placa de Arduino.
- Responsable del montaje eléctrico:
 - Colaborar con el responsable de diseño en el prototipado.
 - Realizar el montaje físico del circuito en base al diseño previo del mismo.



Al igual que en el reto anterior, los grupos deberán trabajar en casa la mayor parte de los aspectos del proyecto. En esta ocasión se dejarán 25 minutos para realizar el montaje, la carga del/los programa/s, la solución de los posibles errores y la toma de datos. Transcurrido el tiempo, los alumnos presentarán sus proyectos y los datos recogidos, los analizarán, comentarán las posibles dificultades encontradas y darán su valoración. Por otra parte, el resto de los compañeros y el profesor expresarán sus opiniones sobre el proyecto. Por último, el profesor hará una conclusión a modo de evaluación y análisis de los distintos proyectos.

Como soporte para que los estudiantes puedan profundizar y aprender más sobre todos los aspectos desarrollados en esta segunda actividad se recomendarán los siguientes enlaces webs:

- <https://programarfacil.com/blog/el-potenciometro-y-arduino/>
- <https://programarfacil.com/blog/divisor-de-tension-en-arduino-multiplica-tus-entradas-digitales/>
- <https://www.prometec.net/s4a-entradas-analogicas/>

Actividad 3. La pantalla de cristal líquido (LCD).

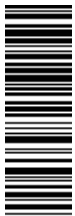
RETO: Pantalla informativa para controlar la duración de la clase.

En esta tercera actividad introduciremos la pantalla de cristal líquido o LCD (del inglés *Liquid Crystal Display*) como actuador que trabaja como salida digital y permite otra opción al monitor serie para mostrar los datos.

Se comenzará explicando dos aspectos fundamentales para su funcionamiento, como son los conceptos de cristal líquido y la polarización de la luz. Aunque ambos conceptos son complejos y no se profundizará sobre ellos, el primero se utilizará para mostrar que la materia además de presentar los estados sólido, líquido y gaseoso puede encontrarse en un estado intermedio a los dos primeros y la polarización de la luz servirá para mostrar que la luz es una onda electromagnética transversal que vibra en todas las direcciones del espacio, pasando a vibrar solo en una cuando está polarizada. Además, veremos como se realizan las conexiones eléctricas de una pantalla LCD típica de 16x2 (2 filas con 16 caracteres cada una) y la necesidad de introducir un potenciómetro en el circuito para regular su contraste (Figura 18).

En la parte práctica nos familiarizaremos con el montaje eléctrico de la pantalla, un tanto laborioso, y aprenderemos a programarla. Para ello, se realizarán dos programas: el primero nos servirá para mostrar por la pantalla la tensión del circuito a la que su contraste es el adecuado girando el dial del potenciómetro; en el segundo, enseñaremos cómo podemos contar segundos mostrándolos por pantalla y encender el led del pin 13 de la placa rebasado un tiempo, con el fin de sentar las bases del reto de esta actividad y de mostrar el uso del bloque de control “si” (Figura 19).

A colación del segundo programa realizado en la parte práctica, se propondrá como reto a los alumnos la creación de una pantalla informativa que vaya mostrando la duración de la clase en minutos y que de alguna manera nos informe de su finalización (sin utilizar el led del pin 13).



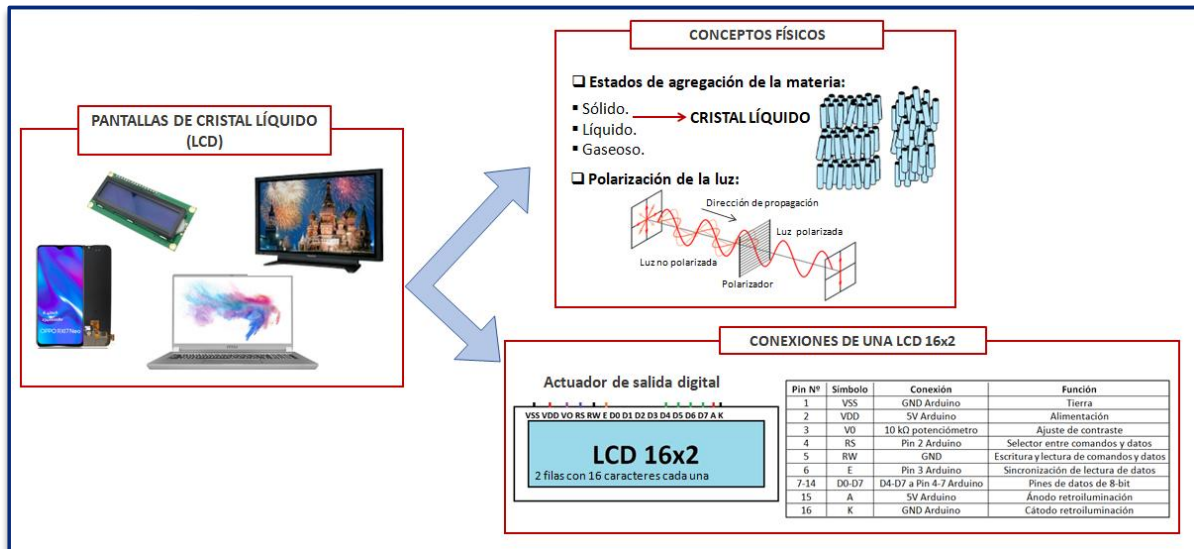


Fig. 18. Diagrama de flujo con los aspectos teóricos desarrollados en la actividad 3.

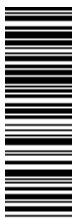
Las actuaciones de cada responsable en este reto serán:

- Responsable del desarrollo físico:
 - Asesorar y colaborar a los responsables de diseño y de montaje eléctrico en la realización de las diferentes conexiones para el correcto funcionamiento del circuito.
- Responsable de diseño:
 - Realizar el prototipado en *software* teniendo en cuenta la información suministrada por el responsable del desarrollo físico.
- Responsable de programación:
 - Realizar las programaciones necesarias para obtener los valores de resistencia y tensión pedidos.
 - Cargar el programa en la placa de Arduino.
- Responsable del montaje eléctrico.
 - Colaborar con el responsable de diseño en el prototipado.
 - Realizar el montaje físico del circuito en base al diseño previo del mismo.

La bibliografía recomendada para esta actividad será:

- <https://descubrearduino.com/como-usar-un-lcd/>.
- <https://programarfacil.com/tutoriales/fragmentos/arduino/texto-en-movimiento-en-un-lcd-con-arduino/>.
- <http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1453974406581/widget>.

Como habitualmente, los grupos deberán trabajar en casa la mayor parte del proyecto. En la sesión de presentación, se dejarán 25 minutos para realizar el montaje, la carga del programa y la solución de los posibles fallos. Pasado este tiempo, los diferentes grupos presentarán sus proyectos con las conclusiones desde la perspectiva de los estudiantes y desde el punto de vista del profesor.



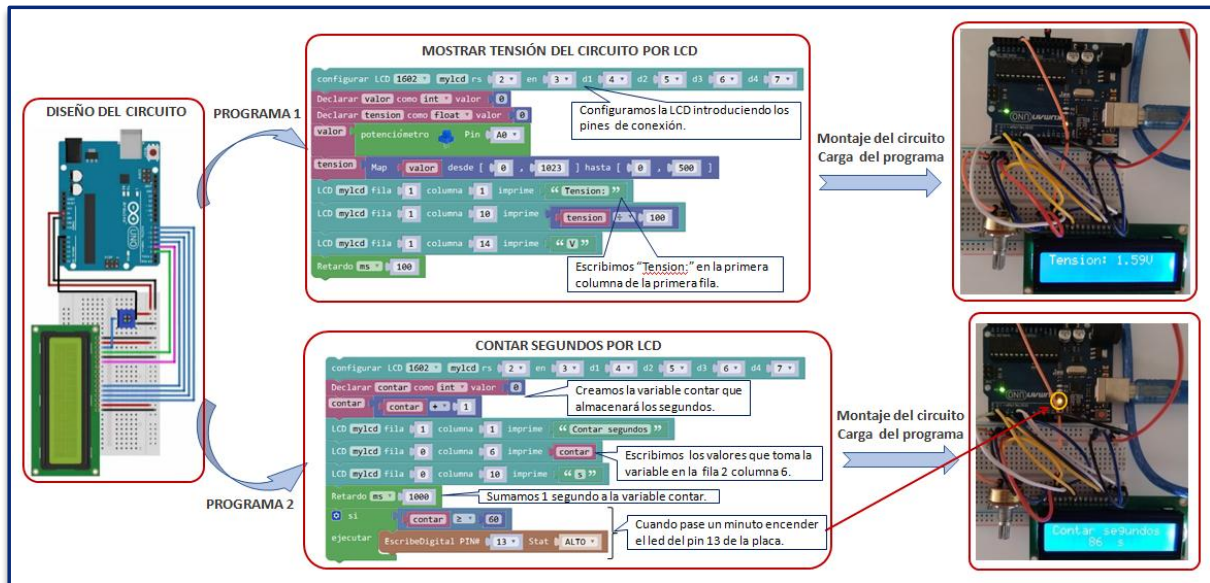


Fig. 19. Diagrama de flujo con los contenidos prácticos desarrollados en la actividad 3.

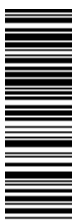
Actividad 4. Relación entre la temperatura del agua y la evaporación. Sensor DHT22.

Una de las principales ventajas que nos brinda este tipo de herramientas es la capacidad de medir casi cualquier magnitud de nuestro entorno de una manera fácil y accesible. Este es el caso del sensor DHT22, que nos permite medir la humedad relativa y temperatura simultáneamente y que será el que presentaremos mediante esta actividad.

Para ello, estudiaremos la relación que existe entre la temperatura del agua y su evaporación midiendo la humedad relativa sobre su superficie. Distinguiremos entre los conceptos de calor y temperatura, veremos que la evaporación es un cambio de estado de líquido a gaseoso y aprenderemos a diferenciar entre evaporación y ebullición. Además, se pondrán dos ejemplos donde la evaporación juega un papel fundamental como son el ciclo del agua y la producción de sal en las salinas. Por último, veremos cómo es un sensor DHT22, el conexionado de sus pines y sus principales características (Figura 20).

En la parte práctica comprobaremos como afecta la temperatura a la que se encuentra el agua en su velocidad de evaporación. Diseñaremos un programa que nos permita ver por el monitor serie los datos de temperatura y humedad relativa en 4 situaciones:

- La temperatura y humedad relativa en el aula.
- La humedad relativa al colocar el sensor sobre la superficie de un vaso de agua a temperatura ambiente.
- El aumento de temperatura al colocar el sensor sobre una de las paredes de un vaso de agua caliente ($\pm 50^{\circ}\text{C}$, transferencia de calor por conducción) ya que el sensor no es sumergible (datos no mostrados).
- La humedad relativa al colocarlo sobre la superficie del vaso de agua caliente ($\pm 50^{\circ}\text{C}$).



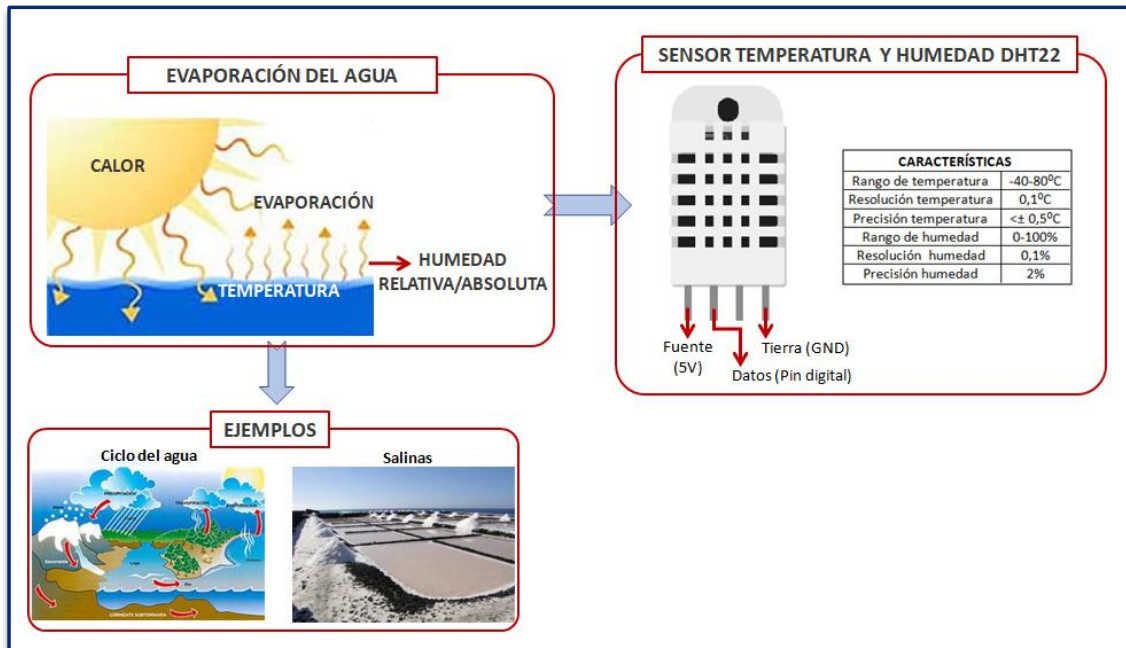


Fig. 20. Diagrama de flujo con los aspectos teóricos desarrollados en la actividad 4.

De esta manera comprobaremos como la humedad en los dos primeros casos será prácticamente la misma, mientras que se podrá observar un aumento considerable de humedad relativa en el cuarto caso debido a la evaporación del agua (Figura 21).

Esta última actividad no tendrá reto como tal ya que como reto se propondrá la construcción de la estación metereológica.

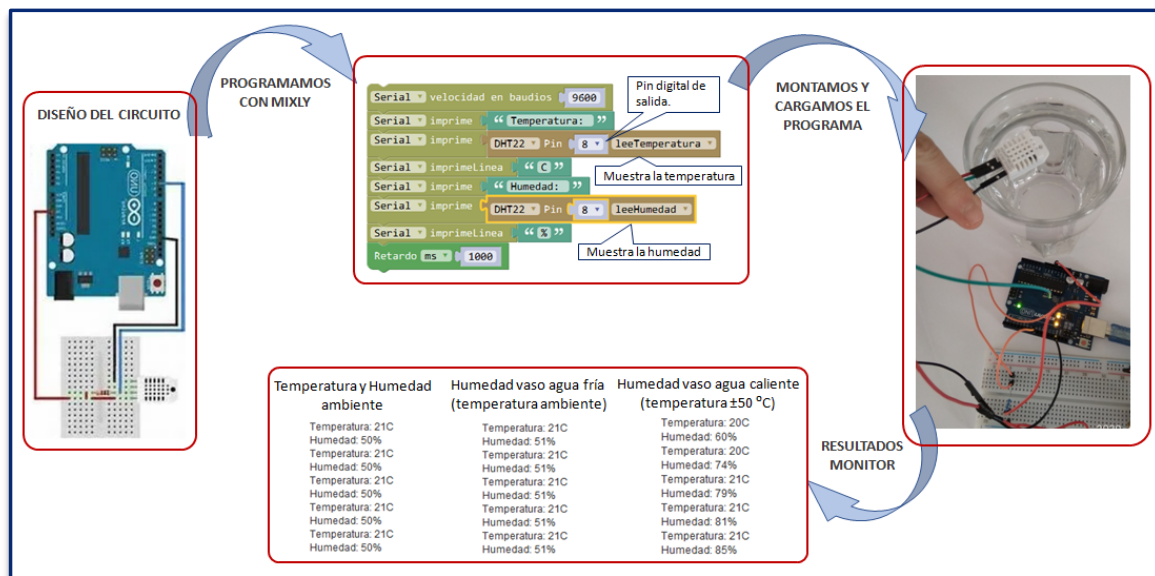
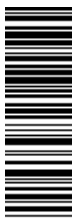


Fig. 21. Diagrama de flujo con los contenidos prácticos desarrollados en la actividad 4.





Implementación del proyecto: Estación meteorológica.

Después de las actividades parciales, los alumnos se encontrarán en disposición de llevar a cabo el proyecto de creación y programación de la estación meteorológica.

En este caso, el proyecto será realizado por el conjunto total de los alumnos que integran la clase, divididos en cuatro grupos de 4-5 alumnos cada uno. Al igual que en los retos, cada grupo desempeñará un rol (equipo de diseño, equipo de montaje eléctrico, equipo de programación y equipo de desarrollo físico) y estará dirigido o supervisado por un director que actuará como coordinador del equipo. Tanto la formación de los grupos como la elección de los directores de grupo se dejará, en un principio y bajo la supervisión del docente, a la elección de los propios alumnos, siempre y cuando éstos estén basados en criterios razonables de capacitación, habilidad, no discriminación y libertad de elección.

El proyecto constará de dos partes que se pueden realizar a partir de un único montaje (Anexo 2) y programa en Mixly o, en su caso, en el IDE de Arduino (Anexo 3):

1. Recogida de datos de temperatura y humedad por el monitor serie. A partir de estos datos los alumnos podrán responder una serie de preguntas planteadas por el profesor y establecer ciertas conclusiones. La toma de datos la realizaremos durante 24 horas (cada 10 minutos, 144 valores en 24 horas) de un día escolar (por ejemplo, de jueves a viernes al finalizar la jornada) y de un día no escolar (dejar las placas funcionando el viernes antes de irnos hasta el lunes que lleguemos) para comprobar la diferencia de cuando está en uso la calefacción y el aula. Las cuestiones que deberán responder los alumnos tras la toma de los datos son:
 - *¿Cuál es la hora más caliente y más fría del día?*
 - *¿Cómo es la humedad relativa en ambos casos? ¿Qué conclusiones podéis sacar de ambos datos?*
 - *¿Cómo explicaríais las gotas de agua que aparecen en el interior de las ventanas atendiendo a la temperatura y la humedad relativa?*
 - *Sabiendo a la hora que comienza la noche, ¿se observan cambios de temperatura y humedad con respecto al día? ¿A qué hecho achacáis este cambio?*
 - *En función de los datos recogidos durante estos dos días ¿sabrías decir a partir de que hora se apaga la calefacción? ¿consideráis que se podría apagar antes y así ahorrar energía?*
 - *¿Podéis establecer alguna relación entre la temperatura y la humedad recogidas y el clima/tiempo (lluvioso, ventoso, soleado, nublado, con niebla, etc.) que tenemos durante esos días?*

La exposición y análisis de los datos deberá estar apoyada con gráficos y/o diagramas y las conclusiones deberán estar adecuadamente razonadas y justificadas. Además, todos los componentes del grupo deberán colaborar en su respuesta.

2. Visualización mediante pantalla LCD de la temperatura y humedad del aula con unos avisadores que nos indiquen cuando descendemos o sobrepasamos la temperatura de



confort establecida por consenso y tras el análisis de los datos recogidos (led azul si descendemos de cierta temperatura y led rojo si sobrepasamos ciertos grados).

Las actuaciones de cada grupo en función de su rol en el proyecto serán:

- Equipo de desarrollo físico:
 - Establecer el número y el valor de las resistencias a utilizar en el proyecto.
 - Asesorar y colaborar con los equipos de diseño y de montaje eléctrico en la realización de las diferentes conexiones para el correcto funcionamiento del circuito.
- Equipo de diseño:
 - Realizar el prototipado en *software* teniendo en cuenta la información suministrada por el responsable del desarrollo físico.
- Equipo de programación:
 - Realizar el programa para el correcto funcionamiento de la estación meteorológica y la toma de datos por el monitor serie.
 - Cargar el programa en la placa de Arduino.
- Equipo del montaje eléctrico.
 - Colaborar con el responsable de diseño en el prototipado.
 - Realizar el montaje físico del circuito en base al diseño previo del mismo.

Para la realización del proyecto los alumnos dispondrán de una semana, incluyéndose dentro de este plazo un fin de semana para la recogida de datos. El trabajo en clase comprenderá 3 sesiones. En la primera sesión deberán realizar al menos el programa, el diseño y el montaje básico para la recogida de datos por el monitor serie. La segunda sesión se realizará tras la toma de los datos. En ella deberán recoger los datos obtenidos para su estudio y terminar de definir y montar el programa, el diseño y el circuito para la visualización mediante pantalla LCD. La tercera sesión se destinará a la presentación del proyecto y las cuestiones con las conclusiones desde la perspectiva de los estudiantes y desde el punto de vista del profesor.

Como ayuda para responder a las cuestiones y establecer la temperatura de confort más adecuada se proporcionará a los estudiantes los siguientes recursos web:

- <https://enroquedeciencia.blogspot.com/2009/01/es-verdad-que-cuando-llueve-hace-menos.html>.
- https://es.wikipedia.org/wiki/Humedad_relativa.
- <https://www.academiare.com/que-es-la-humedad-relativa/>.
- <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/humedad-relativa-absoluta/>.

TEMPORALIZACIÓN

El desarrollo completo de la propuesta se realizará en 13 sesiones cada una de una duración de 55 minutos. La distribución de las fases y actividades que se llevarán a cabo en las diferentes sesiones se resume en la siguiente figura (Figura 22).





Fig. 22. Temporalización de la propuesta didáctica.

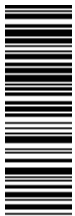
EVALUACIÓN

La evaluación de la propuesta se realizará mediante el uso de rúbricas, una para la evaluación de los retos (Figura 23) y otra para la evaluación del proyecto (Figura 24).

El peso de cada una de las actividades y del proyecto en la evaluación total será:

- Los retos representarán el 60 % de la nota (20% cada uno).
- El proyecto supondrá el 40% restante.

Para la evaluación de los retos y el proyecto se tendrá en cuenta las evaluaciones de los alumnos, siempre y cuando éstas estén en consonancia con los proyectos presentados. Para los retos se realizará una media de las evaluaciones presentadas por los distintos grupos. La



evaluación total de los retos y del proyecto se realizará otorgando un 40% a la nota dada por los alumnos y un 60% a la valoración realizada por el profesor.

	EXPERTO (4)	AVANZADO (3)	APRENDIZ (2)	PRINCIPIANTE (1)	NO PUNTUA (0)
DISEÑO	El prototipado es completo e idóneo. Utiliza y nombra los componentes correctamente. Realiza las conexiones de forma adecuada.	El prototipado no es del todo completo. Utiliza y nombra la mayor parte de los componentes. Realiza algunas conexiones de forma inadecuada.	El prototipado no es completo. No utiliza la mayor parte de los componentes. Las conexiones son inadecuadas.	El prototipado presenta errores importantes con componentes inadecuados y conexiones impropias.	No entrega o entrega fuera de plazo. Su entrega o partes de la misma están copiadas de fuentes impropias sin cita explícita.
FUNCIONAMIENTO	El funcionamiento es completo.	El funcionamiento no es completo, aunque tiene fallos sin importancia.	El funcionamiento tiene fallos importantes.	No funciona.	No entrega o entrega fuera de plazo. Su entrega o partes de la misma están copiadas de fuentes impropias sin cita explícita.
PROGRAMACIÓN	Utiliza las instrucciones y algoritmos más adecuados para el proyecto. Documenta completamente el código para estructurar, entender el código claramente e informar de cómo funciona el programa.	Utiliza las instrucciones y algoritmos necesarios para el proyecto, aunque no son los más adecuados. La documentación incluida es la justa para estructurar y/o entender el código. Faltan algunas partes de ser informadas.	Utiliza instrucciones y algoritmos que no son acordes para el proyecto. Aporta documentación pero es insuficiente para estructurar y/o entender el código. Faltan partes importantes de ser informadas.	Utiliza instrucciones y algoritmos que no resuelven el proyecto. No aporta documentación o apenas informa de cómo funciona el programa.	No entrega o entrega fuera de plazo. Su entrega o partes de la misma están copiadas de fuentes impropias sin cita explícita.
MONTAJE DEL CIRCUITO	El montaje es completo e idóneo. Utiliza y nombra los componentes correctamente. Realiza las conexiones de forma adecuada.	El montaje no es del todo completo. Utiliza y nombra la mayor parte de los componentes. Realiza algunas conexiones de forma inadecuada.	El montaje no es completo. No utiliza la mayor parte de los componentes. Las conexiones son inadecuadas.	El montaje presenta errores importantes con componentes inadecuados y conexiones impropias.	No entrega o entrega fuera de plazo. Su entrega o partes de la misma están copiadas de fuentes impropias sin cita explícita.

Fig. 23. Rúbrica para los retos.



	EXPERTO (4)	AVANZADO (3)	APRENDIZ (2)	PRINCIPIANTE (1)	NO PUNTUA (0)
DISEÑO	El prototipado es completo e idóneo. Utiliza y nombra los componentes correctamente. Realiza las conexiones de forma adecuada.	El prototipado no es del todo completo. Utiliza y nombra la mayor parte de los componentes. Realiza algunas conexiones de forma inadecuada.	El prototipado no es completo. No utiliza la mayor parte de los componentes. Las conexiones son inadecuadas.	El prototipado presenta errores importantes con componentes inadecuados y conexiones impropias.	No entrega o entrega fuera de plazo. Su entrega o partes de la misma están copiadas de fuentes impropias sin cita explícita.
FUNCIONAMIENTO	El funcionamiento es completo.	El funcionamiento no es completo, aunque tiene fallos sin importancia.	El funcionamiento tiene fallos importantes.	No funciona.	No entrega o entrega fuera de plazo. Su entrega o partes de la misma están copiadas de fuentes impropias sin cita explícita.
PROGRAMACIÓN	Utiliza las instrucciones y algoritmos más adecuados para el proyecto. Documenta completamente el código para estructurar, entender el código claramente e informar de cómo funciona el programa.	Utiliza las instrucciones y algoritmos necesarios para el proyecto, aunque no son los más adecuados. La documentación incluida es la justa para estructurar y/o entender el código. Faltan algunas partes de ser informadas.	Utiliza instrucciones y algoritmos que no son acordes para el proyecto. Aporta documentación, pero es insuficiente para estructurar y/o entender el código. Faltan partes importantes de ser informadas.	Utiliza instrucciones y algoritmos que no resuelven el proyecto. No aporta documentación o apenas informa de cómo funciona el programa.	No entrega o entrega fuera de plazo. Su entrega o partes de la misma están copiadas de fuentes impropias sin cita explícita.
MONTAJE DEL CIRCUITO	El montaje es completo e idóneo. Utiliza y nombra los componentes correctamente. Realiza las conexiones de forma adecuada.	El montaje no es del todo completo. Utiliza y nombra la mayor parte de los componentes. Realiza algunas conexiones de forma inadecuada.	El montaje no es completo. No utiliza la mayor parte de los componentes. Las conexiones son inadecuadas.	El montaje presenta errores importantes con componentes inadecuados y conexiones impropias.	No entrega o entrega fuera de plazo. Su entrega o partes de la misma están copiadas de fuentes impropias sin cita explícita.
CUESTIONES	Las respuestas son correctas y están debidamente justificadas y explicadas. Se apoyan en gráficos idóneos para presentar los datos. La interpretación de los datos es correcta y con sentido.	Algunas de las respuestas no son del todo correctas o no están debidamente justificadas y explicadas. La documentación es la justa para presentar los datos. La interpretación de los datos es correcta, pero es la mínima o con alguna falta de coherencia.	Muchas respuestas no son del todo correctas o no están debidamente justificadas y explicadas. La documentación para presentar los datos es pobre o no está bien elaborada. La interpretación de los datos no es correcta y le falta coherencia.	Casi todas las respuestas son incorrectas o no están debidamente justificadas y explicadas. La documentación para presentar los datos es nula. La interpretación de los datos es del todo incorrecta.	No entrega o entrega fuera de plazo. Su entrega o partes de la misma están copiadas de fuentes impropias sin cita explícita.

Fig. 24. Rúbrica para el proyecto.

Resultados

En este trabajo se ha puesto de manifiesto que trabajar con la computación física en el aula permite desarrollar un gran abanico de contenidos del currículo no sólo ya de Física y Química, sino de otras materias de forma transversal. En cuanto a la enseñanza de la Física puede verse fortalecida por su capacidad de abordar temáticas propias de los cursos como energía, ondas, luz, electricidad, etc.

Por otra parte, a lo largo de las actividades expuestas, se demuestra que la plataforma Arduino es una forma sencilla y versátil para la realización y puesta en marcha de actividades de computación en el aula. También, resulta una herramienta muy adecuada para implementar y potenciar la metodología ABP en el ámbito escolar. Además, el hecho de poder crear tus propios proyectos, fomenta la iniciativa, el autoaprendizaje, la creatividad y el espíritu crítico.





Por último, se ha visto que trabajar en grupo mediante proyectos hace que los aprendizajes sean más significativos ya que, al tratar de llevar a buen fin los mismos, los estudiantes deben realizar investigaciones sobre los temas relacionados, adoptando el papel protagonista en la construcción de sus conocimientos. Asimismo, las responsabilidades que conllevan los roles involucran más a los estudiantes en su aprendizaje, propiciando la autoformación. Los proyectos generan confianza y satisfacción en los estudiantes por sus logros aunque, también suponen un reto para el profesor al tener que innovar con técnicas de enseñanza.

Conclusiones

Este trabajo se ha elaborado con el fin de presentar una propuesta para trabajar de forma práctica la materia de Física de 3º de la ESO, con los objetivos de generar un aprendizaje significativo y autorregulado, mejorar la motivación de los alumnos hacia la ciencia y desarrollar competencias y habilidades en el alumnado propias de la sociedad del siglo XXI, como el pensamiento computacional.

A este respecto, tanto la metodología ABP como la computación física con Arduino, posibilitan el trabajo de diferentes contenidos del currículo de una forma natural, globalizada, motivadora, contextualizada y significativa ya que los alumnos construyen sus propios conocimientos mediante una actitud reflexiva y consciente. Sin embargo, cabe destacar, que tanto la metodología ABP como la computación física exigen una formación constante por parte del profesorado y requieren de tiempo para la preparación de materiales y recursos para el aula, así como para su implementación.

Por otra parte, introducir la computación en la enseñanza es de vital importancia hoy en día. Si ya hace unos años la robotización del mundo laboral se estaba vislumbrando como un problema acuciante para aquellos trabajos automáticos o repetitivos, la fragilidad humana expuesta por el COVID-19 no ha hecho más que acelerar este proceso. Frente a esta situación, se hace necesario dotar a los alumnos de competencias que les ayuden a adaptarse mejor a los desafíos y demandas laborales de esta, no tan futura, sociedad robotizada. En este sentido, la computación física con Arduino es una herramienta valiosa ya que permite la introducción de la programación de una forma sencilla y lúdica.



Referencias

- [1] Coca, D. M. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de Física y Química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XX1*, 18(2), 215-235.
- [2] Silió, E. y Torres Menárguez, A. (2019). Informe PISA: *España obtiene sus peores resultados en ciencias y se estanca en matemáticas*. Recuperado el 14 mayo de 2020 de El País, website: https://elpais.com/sociedad/2019/12/03/actualidad/1575328003_039914.html.
- [3] Solbes, J., Montserrat, R. y Más, C. F. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117.
- [4] López Pérez, G. (2011). Empleo de metodologías activas de enseñanza para el aprendizaje de la química. *Revista de Enseñanza Universitaria*, 37, 13-22.
- [5] Sánchez, J. *Qué dicen los estudios sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos*. Recuperado el 15 de mayo 2020, de Academia.edu, website: https://www.academia.edu/41277011/Qu%C3%A9_dicen_los_estudios_sobre_el_Aprendizaje_Basado_en_Proyectos.
- [6] Mioduser, D. y Betzer, N. (2007). The contribution of project-based learning to high achievers' acquisition of technological knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 18, 59-77.
- [7] Valverde Berrocoso, J., Fernández Sánchez, M. R. y Garrido Arroyo, M. C. (2015). *El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje*. Recuperado el 14 mayo de 2020 de RED-Revista de Educación a Distancia 46(3), website: <http://www.um.es/ead/red/46>.
- [8] Crespo, E. (2018). *Arduino en la educación*. Recuperado el 15 de mayo 2020, de Aprendiendo Arduino, website: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/computacion-fisica/>.
- [9] Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. New York: Wiley.
- [10] Blikstein, P. (2013). *Seymour Papert's Legacy: Thinking About Learning, and Learning About Thinking*. Recuperado el 15 de mayo de 2020 de Stanford CEPA, website: <https://tltl.stanford.edu/content/seymour-papert-s-legacy-thinking-about-learning-and-learning-about-thinking>.
- [11] Zapata-Ros, M. (2015). *Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital*. Recuperado el 14 mayo de 2020 de RED-Revista de Educación a Distancia 46(1), website: <http://www.um.es/ead/red/46>.
- [12] Computing at School (2015). *Pensamiento computacional. Guía para profesores*. Recuperado el 17 mayo de 2020 de Codemas.org, website: <https://www.codemas.org/wp-content/uploads/2016/04/Pensamiento-computacional-Gu%C3%ADa-para-profesores.pdf>.
- [13] O'Sullivan, D. e Igoe, T. (2004). *Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers*. Boston, Estados Unidos. Course Technology Press.



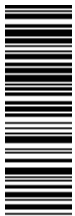
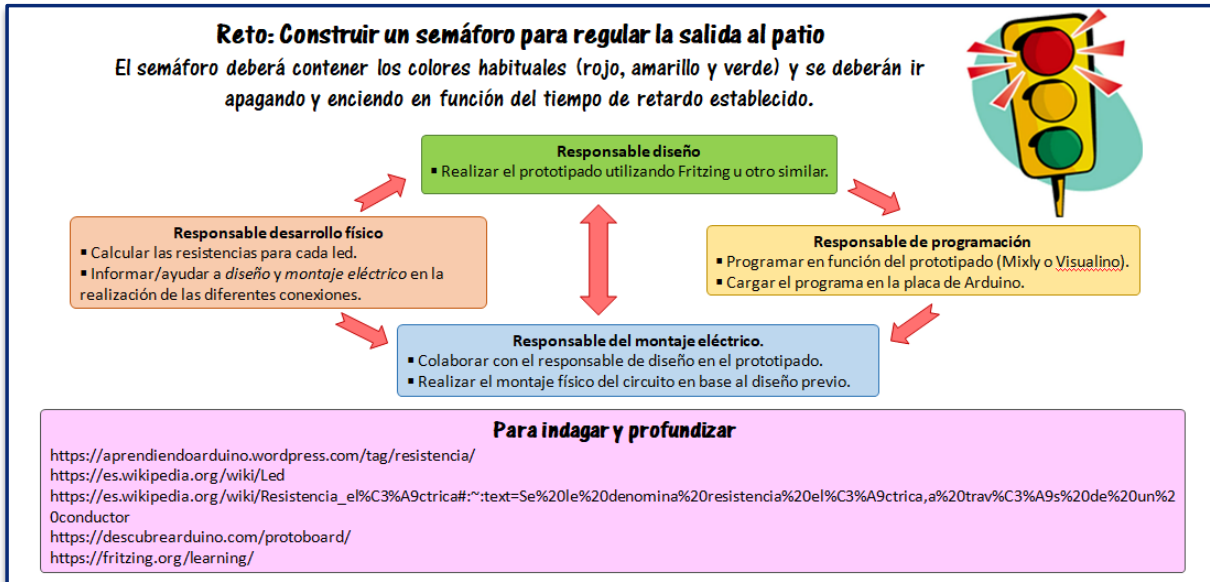


-
- [14] Crespo, E. (2017). *Microcontrolador vs Microprocesador*. Recuperado el 18 de mayo 2020, de Aprendiendo Arduino, website: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/08/11/microcontrolador-vs-microprocesador-3/>.
- [15] Kushner, D. (2011). *The making of Arduino*. Recuperado el 18 mayo de 2020 de IEEE Spectrum, website: <https://spectrum.ieee.org/geek-life/hands-on/the-making-of-arduino>.
- [16] Dougherty, D. (2012). The Maker Movement. *MIT Press*, 7(3), 11-14.
- [17] Pericacho Gómez, F. J. (2014). Pasado y presente de la renovación pedagógica en España (de finales del Siglo XIX a nuestros días). Un recorrido a través de escuelas emblemáticas. *Revista Complutense de Educación*, 25(1), 47-67.
- [18] *Metodologías activas para el aula: ¿cuál escoger?* (2017). Recuperado el 21 mayo de 2020 de Educación 3.0, website: <https://www.educacionrespuntocero.com/recursos/metodologias-activas-en-el-aula-cual-escoger/>.
- [19] *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*. (2015). Recuperado el 20 de mayo 2020, de Educacyl Portal de Educación, website: <https://www.educa.jcyl.es/es/resumenbocyl/orden-edu-362-2015-4-mayo-establece-curriculo-regula-implan>.
- [20] Galeana de la O, L. (2006). *Aprendizaje basado en proyectos*. Recuperado el 19 de mayo 2020 de Revista digital CEUPROMED, website: <http://ceupromed.ucol.mx/revista/>.
- [21] Ariza, M. y Herreros, A. *Canvas para el diseño de proyectos*. Recuperado el 22 de mayo 2020 de Conecta 13, website: <https://conecta13.com/canvas/>.



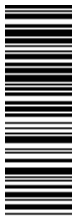
Anexos

ANEXO 1. Ejemplo de presentación de los retos a los estudiantes.



ANEXO 2. Programa en Mixly para la estación meteorológica.

```
Serial velocidad en baudios 9600
configurar LCD 1602 mylcd rs 2 en 3 d1 4 d2 5 d3 6 d4 7
Declaran temperatura como int valor 0
temperatura DHT22 Pin 8 leeTemperatura
Serial imprime " Temperatura: "
Serial imprime DHT22 Pin 8 leeTemperatura
Serial imprimeLinea " C "
Serial imprime " Humedad: "
Serial imprime DHT22 Pin 8 leeHumedad
Serial imprimeLinea " % "
Retardo ms 600000
LCD mylcd fila 1 columna 0 imprime " Temperatura "
LCD mylcd fila 1 columna 13 imprime DHT22 Pin 8 leeTemperatura
LCD mylcd fila 1 columna 15 imprime " C "
LCD mylcd fila 0 columna 0 imprime " Humedad "
LCD mylcd fila 0 columna 9 imprime DHT22 Pin 8 leeHumedad
LCD mylcd fila 0 columna 11 imprime " % "
Retardo ms 1800
si temperatura < 22
ejecutar EscribeDigital PIN# 6 Stat ALTO
de lo contrario EscribeDigital PIN# 6 Stat BAJO
si temperatura > 25
ejecutar EscribeDigital PIN# 7 Stat ALTO
de lo contrario EscribeDigital PIN# 7 Stat BAJO
```



ANEXO 3. Fotografía de la estación meteorológica.

