



UNIVERSIDAD
DE ALMERÍA

CENTRO DE POSTGRADO Y
FORMACIÓN CONTINUA

MÁSTER DE PROFESORADO EN EDUCACIÓN SECUNDARIA
OBLIGATORIA, BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y
ENSEÑANZA DE IDIOMAS

Trabajo Fin de Máster

FUNDAMENTOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: UNA
PROPUESTA DE ENSEÑANZA BASADA EN EL DESARROLLO DE UN
LABORATORIO VIRTUAL

*FUNDAMENTALS OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS: A TEACHING
PROPOSAL BASED ON THE DEVELOPMENT OF
A VIRTUAL LABORATORY*

ESTUDIANTE	D. Jerónimo Ramos Teodoro
ESPECIALIDAD	Tecnología y Procesos Industriales

DIRECTOR	Prof. D. Joaquín Blas Alonso Montesinos
----------	---

Convocatoria de noviembre de 2021

PUBLICADO POR LA UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Este documento se distribuye bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual (CC BY-NC-SA 3.0 ES), en adelante «La Licencia». Usted puede utilizar este archivo de conformidad con La Licencia. Usted puede obtener una copia de La Licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/deed.en>. A menos que sea requerido por la ley aplicable o haya sido acordado por escrito, el documento se proporciona «TAL CUAL»: se distribuye gratuitamente con la esperanza de que sea útil, pero sin ninguna garantía expresa o implícita respecto a la exactitud o completitud del contenido.

Créditos fotográficos y de ilustraciones. Freemages.com/Margan Zajdowicz (portada interior del documento). Salvo aquellas con mención expresa de su fuente, el resto de las tablas e ilustraciones contenidas en este documento son de elaboración propia.

Lenguaje inclusivo. En todo el texto se utilizan formas gramaticales inclusivas para aludir a colectivos mixtos, o en contextos genéricos o inespecíficos, por lo que han de entenderse aplicables a personas de cualquier género, de acuerdo con el uso estándar de la lengua española.

Resumen

Este Trabajo Fin de Máster tiene por objetivo el desarrollo de un laboratorio virtual para la enseñanza de los fundamentos de sistemas fotovoltaicos y la provisión de una propuesta didáctica donde diferentes actividades explotan las bondades del aprendizaje experiencial y la ludificación.

El denominado laboratorio «PVLab» permite a los estudiantes simular la dinámica de una instalación doméstica con paneles fotovoltaicos para autoconsumo, incluyendo varios dispositivos que actúan como consumidores y pueden programarse para encender durante determinados períodos de tiempo, lo cual se puede relacionar con conceptos como la gestión de la demanda y el ahorro energético. PVLab incorpora también dos vistas para el estudio de la influencia de la posición del sol en la potencia eléctrica generada, un sistema de registro de datos y otros botones que permiten al usuario configurar más parámetros de simulación (localización geográfica, fecha y hora, etc.).

Por otro lado, la propuesta didáctica detalla un plan de seis sesiones para llevarse a cabo con un grupo de estudiantes de cuarto curso de educación secundaria, al estar esto relacionado con el contexto en el que el autor de este trabajo recibió formación en forma de prácticas externas en el Instituto de Educación Secundaria Azcona. La propuesta hace uso de PVLab y otros recursos digitales para introducir conceptos y ejercicios de aplicación sobre dos de los temas del currículo oficial para ese nivel: instalaciones en viviendas y tecnología y sociedad.

Palabras clave: energía solar, herramientas interactivas, educación secundaria, simulación de sistemas, Easy Java Simulations

Abstract

This Master's thesis is aimed at developing a virtual laboratory for teaching the fundamentals of photovoltaic systems and providing a didactic proposal where different activities exploit the goodness of experiential learning and gamification.

The so-called "PVLab" laboratory allows students to simulate the dynamics of a domestic facility with photovoltaic panels for auto-consumption, including several devices that act as consumer and can be programmed to turn on over certain periods of time, which can be related to concepts such as demand-side management and energy saving. PVLab also incorporates two views for studying the influence of the sun position on the generated power, a data record system and other buttons that allow the users to configure simulation parameters (geographical location, date and time, etc.).

On the other hand, the didactic proposal details a six-sessions plan to be carried out with a group of students in the fourth course of secondary education, as this is related to the context where the author of this thesis received tuition in form of an internship at the Secondary Education Institute Azcona. The proposal makes use of PVLab and other digital resources to introduce concepts and applied exercises on two of the topics of the official curriculum for that level: facilities in dwellings and technology and society.

Keywords: solar energy, interactive tools, secondary education, systems simulation, Easy Java Simulations.

Índice de contenidos

Resumen	I
Abstract	II
Índice de contenidos	III
Índice de figuras	VI
Índice de tablas	VII

Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Preámbulo	1
1.2. Motivación	2
1.3. Objetivos	4
1.4. Estructura de la memoria	5
Capítulo 2. Marco teórico.....	6
2.1. Revisión de antecedentes	6
2.1.1. Estado de la cuestión	6
2.1.2. Análisis del marco legislativo	9
2.2. Contextualización	10
2.2.1. Características del centro	10
2.2.2. Características del entorno	12
2.2.3. Características generales del alumnado.....	12
2.2.4. Características del alumnado destinatario de la propuesta	13

2.2.5. Características de las aulas y la docencia	14
2.3. Análisis y valoración personal	15
Capítulo 3. Presentación del laboratorio virtual PVLab	16
3.1. Justificación y desarrollo personal	16
3.2. Easy Java Simulations	17
3.3. Programación y desarrollo de PVLab	20
3.4. Descripción y uso de PVLab	25
Capítulo 4. Propuesta didáctica	30
4.1. Ámbito de la intervención	30
4.2. Concreción curricular	31
4.3. Planificación de la propuesta y descripción de las actividades	32
4.4. Evaluación y autoevaluación	36
Capítulo 5. Conclusiones y trabajos futuros	38
5.1. Conclusiones	38
5.2. Trabajos futuros	40
Referencias bibliográficas	41
Anexo A. Encuesta realizada tras la intervención intensiva	46
Anexo B. Legislación aplicable	55
B.1. Listado general	55
B.2. Objetivos, competencias, contenidos y criterios de evaluación	57
B.2.1. Objetivos de la etapa	57
B.2.2. Objetivos de la materia	58
B.2.3. Competencias clave	59
B.2.4. Bloques de contenidos y criterios de evaluación	60

B.2.5. Elementos transversales	62
Anexo C. Cuestionario de evaluación.....	65

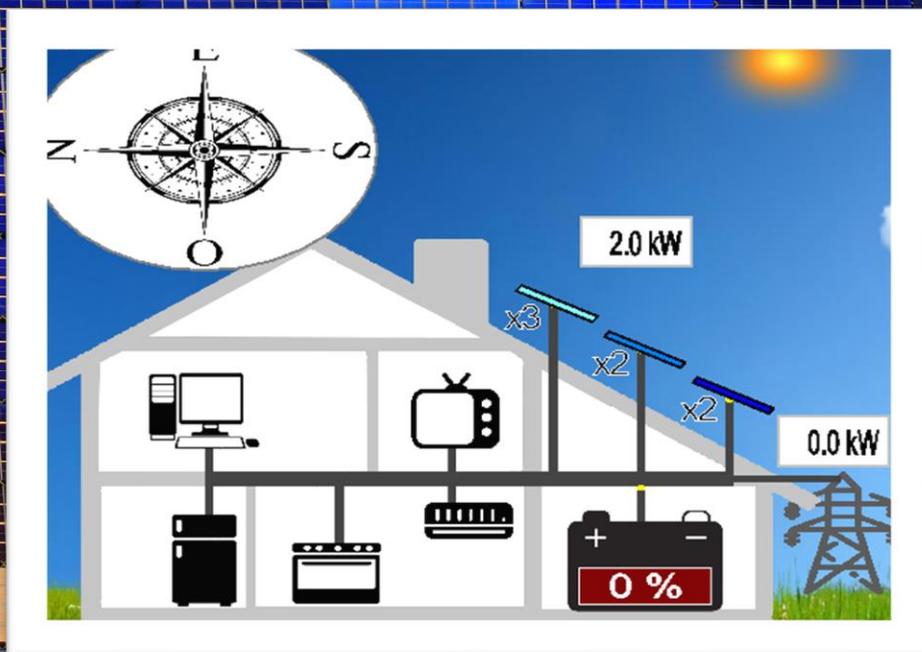
Índice de figuras

Figura 1.1. Captura de una de las actividades realizadas en el IES Azcona a través del entorno virtual Tinkercad	4
Figura 2.1. Ubicación del IES Azcona en Almería. Fuente: (Google LLC, 2021)	11
Figura 3.1. Panel «descripción» en la herramienta Easy Java Simulations	18
Figura 3.2. Panel «modelo» en la herramienta Easy Java Simulations.....	19
Figura 3.3. Panel «vista» en la herramienta Easy Java Simulations	19
Figura 3.4. Definición de las variables de PVLab clasificadas en diferentes páginas.....	21
Figura 3.5. Apariencia de la pestaña «inicialización» de PVLab	22
Figura 3.6. Apariencia de la pestaña «evolución» de PVLab	22
Figura 3.7. Apariencia de la pestaña «relaciones fijas» de PVLab.....	23
Figura 3.8. Apariencia de la pestaña «propio» de PVLab	24
Figura 3.9. Apariencia del panel «vista» de PVLab	24
Figura 3.10. Vista de la trayectoria solar en PVLab	25
Figura 3.11. Vista de la instalación doméstica y del perfil solar en PVLab.....	26
Figura 3.12. Paneles de configuración general de PVLab	27
Figura 3.13. Panel de supervisión de variables de interés en PVLab	28
Figura 3.14. Panel de configuración de la instalación en PVLab.....	29

Índice de tablas

Tabla 4.1. Concreción curricular de la propuesta didáctica	32
Tabla 4.2. Planificación y distribución temporal la propuesta didáctica	33
Tabla 4.3. Rúbrica de evaluación de la propuesta didáctica	37

**Fundamentos de sistemas fotovoltaicos:
una propuesta de enseñanza basada en el
desarrollo de un laboratorio virtual**



Capítulo 1. Introducción

1.1. Preámbulo

El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) se ha elaborado con el fin de ser presentado en el curso 2020/2021 para la obtención del título oficial de Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas por la Universidad de Almería. Está dirigido por D. Joaquín Blas Alonso Montesinos, perteneciente al Departamento de Química y Física de la Universidad de Almería, y coincide con los estudios, por parte de su autor D. Jerónimo Ramos Teodoro, de Doctorado en Informática por la misma universidad, dentro del Grupo de Investigación «Automática, Robótica y Mecatrónica» (ARM-TEP197, 2021).

Ambos están adscritos al Centro de Investigación de Energía Solar (CIESOL) y, gracias a sus respectivas trayectorias investigadoras, tienen un conocimiento profundo de los fundamentos y características técnicas de sistemas fotovoltaicos (Alonso Montesinos, 2014; Ramos Teodoro, 2021). Conscientes de la dificultad que puede entrañar el abordar este tema desde el punto de vista docente, se acuerda integrar este trabajo dentro de la modalidad para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje e innovación educativa en el aula.

Los laboratorios virtuales se postulan como herramientas de utilidad en la enseñanza, estando la mayor parte del software disponible para la simulación de sistemas fotovoltaicos orientado al uso profesional. Por estas dos razones, el desarrollo de este TFM resulta de interés en muchos ámbitos de la docencia, aunque por cuestiones formales se incluya dentro de una propuesta aplicada al contexto del autor de este TFM, quien realizó sus prácticas externas en el Instituto de Enseñanza Secundaria (IES) Azcona.

1.2. Motivación

En la opinión de autor y tutor de este trabajo, y tal y como se justifica de forma más extendida en el apartado 2.1.1, no abundan las herramientas interactivas con un suficiente carácter didáctico para la enseñanza de los fundamentos físicos que por los que se rigen los sistemas los sistemas de producción solar fotovoltaica y su impacto tanto en el ámbito doméstico como a nivel social y medioambiental, al constituir una forma de generación de energía limpia que hace frente al cambio climático. Sin embargo, se trata de un tema que en mayor o menor medida forma parte de los currículos de diferentes materias de educación secundaria y ciclos formativos. Sin ser una lista exhaustiva, considérense como ejemplos los que se citan a continuación, basándose en los currículos oficiales.

- Bloque 2 de Tecnología en 4º de ESO (Orden de 14 de julio de 2016, 2016a).
- Bloque 2 de Tecnología Industrial I en 1º de Bachillerato (Orden de 14 de julio de 2016, 2016b).
- Módulo Profesional de Configuración de Instalaciones Eléctricas en el Ciclo Formativo de Grado Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados (Real Decreto 1127/2010, 2010).
- Módulo Profesional de Configuración de Instalaciones Solares Fotovoltaicas en el Ciclo Formativo de Grado Superior en Energías Renovables (Real Decreto 385/2011, 2011).
- Módulo Profesional de Instalaciones Solares Fotovoltaicas en el Ciclo Formativo de Grado Medio de Instalaciones Eléctricas y Automáticas (Real Decreto 177/2008, 2008).

Especialmente en los ciclos formativos, donde el grado de experimentación tiende a ser mayor, resulta de vital de importancia disponer de entornos, como el que proporciona un laboratorio virtual, donde realizar ensayos controlados.

Por otro lado, la pandemia mundial ocasionada por el virus SARS-CoV-2 (Organización Mundial de la Salud, 2021) ha promovido un cambio de paradigma en la enseñanza a todos los niveles, haciéndose necesaria la virtualización del contenido educativo que supone un reto para muchos docentes (Thomas, 2020).

En este contexto y a partir de la propia experiencia docente del autor de este TFM, el valor de los laboratorios virtuales se ve aumentado por la imposibilidad, en muchos casos, de asistir presencialmente a los centros educativos o de disponer de acceso remoto a las instalaciones experimentales de los mismos.

A todo lo anterior hay que añadir, por un lado, que el grupo de investigación ARM-TEP197 ha tenido experiencias anteriores en el desarrollo y fomento de herramientas interactivas de este tipo en el ámbito de la ingeniería de control (Guzmán Sánchez et al., 2012), pero también para la educación secundaria (Rodríguez Cánovas, 2011) y universitaria (Cortés Martínez, 2020). En estos casos, se justifica el uso de Java debido a que es un lenguaje soportado por una amplia variedad de plataformas y, concretamente, la herramienta Easy Java Simulations (EJS) por ser un entorno que facilita a los programadores noveles la creación de simulaciones interactivas (Esquembre, 2021).

Por último, durante las prácticas externas realizadas en el Instituto de Educación Secundaria Azcona, a principios de 2019, se realizó una intervención intensiva con alumnos del tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), dentro de la unidad didáctica que sirve de introducción a la programación y a los sistemas de control, y fundamentada en el uso de laboratorios virtuales y software de simulación. Aprovechando los ejemplos de programación con lenguajes basados en Scratch (Resnick et al., 2009) y montajes con placas Arduino (Banzi y Shiloh, 2014) del libro de texto, se programaron y realizaron diferentes actividades (figura 1.1) mediante Tinkercad (Autodesk, 2021), una web que permite el desarrollo virtual de circuitos electrónicos y programación mediante bloques.

El elevado número de alumnos frente a los recursos disponibles es lo que motivó, en este caso, el uso de herramientas en simulación como complemento a los sistemas reales. A pesar de que el contenido se adaptó para el nivel de conocimientos correspondiente a 3º de ESO y el tiempo disponible, las sensaciones, generalmente positivas, percibidas de los alumnos (véase el anexo A) sugirieron que este tipo de enfoques prácticos junto al uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), en forma de laboratorios virtuales, pueden tener éxito en otras etapas de la enseñanza.

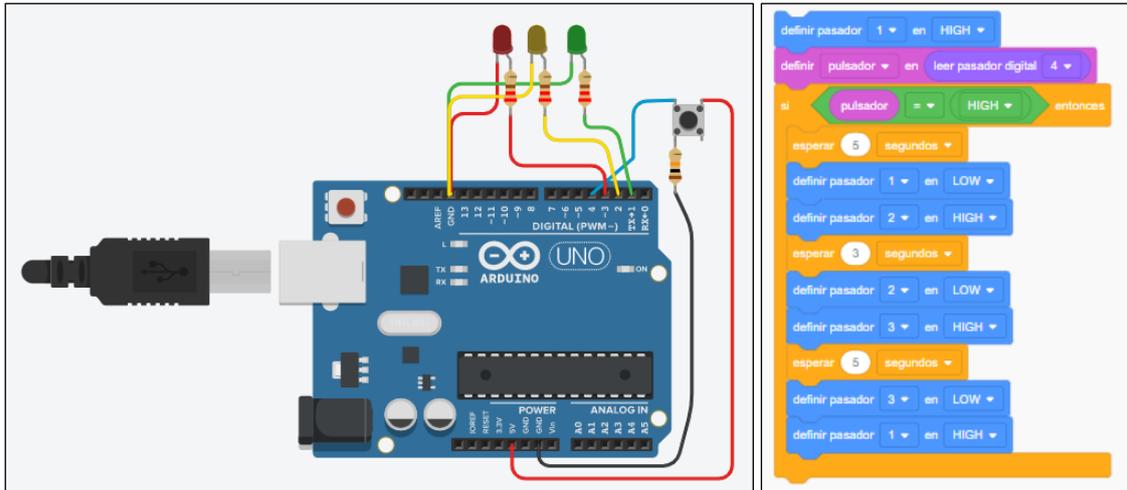


Figura 1.1. Captura de una de las actividades realizadas en el IES Azcona a través del entorno virtual Tinkercad

1.3. Objetivos

Teniendo en cuenta todo lo expuesto hasta ahora, para este trabajo se propone un doble objetivo.

- El diseño y programación de un laboratorio virtual que permita a los estudiantes comprender correctamente los fenómenos y variables involucradas en la producción de energía solar fotovoltaica.
- La elaboración de una propuesta de enseñanza aplicable al contexto educativo de las prácticas externas, incluyendo actividades didácticas basadas en la experimentación con el laboratorio virtual.

A fin de precisar tales propósitos, se realizaron las consideraciones abajo descritas respecto a la herramienta.

- Estará programada mediante EJS, decisión motivada por la facilidad de integración en plataformas educativas y la experiencia en trabajos previos.
- Dispondrá de una ventana gráfica donde se representa el proceso de simulación y elementos que permitan variar tanto la disponibilidad energética como la demanda eléctrica, permitiéndose diferentes configuraciones de la instalación fotovoltaica y la realización de análisis económicos simples.

- Se primará la sencillez en el diseño, velando por un uso de la herramienta adaptable tanto a alumnos de educación secundaria, como de ciclos formativos.

Asimismo, se establecieron las características que tendría la propuesta didáctica, como se indica a continuación.

- Estará contextualizada en el centro educativo en el que el autor de este TFM ha realizado las prácticas externas, pero adecuada para el currículo correspondiente a la materia troncal de opción de Tecnología de 4º de ESO.
- Se programará para seis sesiones de una hora, coincidiendo con la duración mínima exigida para la intervención intensiva según la normativa de prácticas externas del Máster.

1.4. Estructura de la memoria

Este trabajo se ha desarrollado conforme a la estructura que se indica a continuación, dividida en cinco capítulos. En el segundo capítulo se incluye la metodología utilizada por otros autores en publicaciones del mismo ámbito, la normativa curricular vigente, una descripción del contexto del centro educativo, caracterizándose los elementos organizativos, sociales y geográficos más relevantes, y un análisis personal sobre cómo es tratada la cuestión en el centro educativo en el que se contextualiza el TFM

En el tercer capítulo se muestra la apariencia del laboratorio virtual y se esbozan algunas de sus principales aplicaciones, a partir de las pestañas de configuración y vistas disponibles. Previo a esto, se describe brevemente el funcionamiento de la herramienta EJS mediante la cual se ha realizado la programación.

El quinto capítulo constituye el nexo entre el contenido curricular y el propio laboratorio al detallarse los objetivos, competencias y criterios de evaluación que se persiguen mediante las actividades propuestas sobre el sistema fotovoltaico.

Finalmente, en el sexto capítulo se redactan las conclusiones que pueden extraerse de las secciones anteriores y se proponen posibles líneas de trabajo para el futuro como continuación de este TFM.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1. Revisión de antecedentes

Aun habiendo expuesto la motivación de este TFM en el apartado 1.2, resulta imprescindible para entender el resto del mismo acotar, desde el punto de vista innovativo y legal, la situación actual en que se enmarca. En los siguientes apartados se revisan, por un lado, aquellos artículos y trabajos que versen sobre el desarrollo laboratorios didácticos virtuales o sobre propuestas de enseñanza de la energía solar, así como su relación con algunas de las técnicas y metodologías docentes que recopila la literatura y, por otro, la normativa vigente que afecta a la propuesta didáctica que se presenta en el capítulo 4.

2.1.1. Estado de la cuestión

Existe en psicología cognitiva una línea general de pensamiento constructivista que guarda cierta relación con el método científico experimental y se opone a los denominados «métodos tradicionales» de enseñanza. Según esta corriente es posible la obtención de conocimiento a través de ensayo y error, convirtiendo a los sujetos en una parte activa del aprendizaje, frente a los métodos didácticos basados en lecciones y clases magistrales, donde el papel de los sujetos es meramente pasivo. De esta forma, se han consolidado a lo largo de las últimas décadas una serie de términos relacionados como el aprendizaje experiencial (Kolb, 2014), el *learning by doing* acuñado por John Dewey (Ruiz, 2013) o el aprendizaje basado en problemas o en proyectos (Barron et al., 1998).

La aplicación de estas metodologías requiere de material educativo apropiado para que los alumnos puedan llevar a cabo acciones sobre el mismo y reflexionar sobre sus consecuencias en un proceso recurrente de aprendizaje.

En la práctica, esto se traduce normalmente en la creación de un entorno controlado en el que realizar experimentos, de forma análoga a cómo se haría en un laboratorio, aunque con fines docentes. Sin embargo, debido a los costes materiales y humanos que conlleva recrear ensayos reales, y gracias al avance en las TIC, en los últimos décadas han proliferado los denominados laboratorios virtuales tanto de carreras técnicas y científicas (Calvo Gordillo et al., 2008; Rodríguez-Martín y Rodríguez-González, 2019; Sánchez et al., 2020) como a nivel preuniversitario (Cerezo y Sastrón, 2015; Vega y Cañas, 2019). Sin duda, estos presentan algunas ventajas con respecto a los laboratorios convencionales (Infante Jiménez, 2014), que pueden resumirse como se enuncia a continuación.

- Al estar sustentados en modelos matemáticos la reproducibilidad de los experimentos se ve favorecida, por lo que los resultados obtenidos dependen exclusivamente de la secuencia de acciones llevada a cabo por los alumnos.
- Son más seguros debido a que no existen riesgos de accidentes con equipos o dispositivos físicos y sostenibles desde el punto de vista medioambiental por estar exentos de la generación de residuos.
- Su implantación es menos costosa puesto que no se necesitan infraestructuras específicas más allá de los equipos informáticos, en los cuales se pueden ejecutar una infinidad de laboratorios distintos.

No obstante, los laboratorios virtuales también tienen algunos inconvenientes, como se indica en los siguientes párrafos.

- Constituyen simplificaciones de la realidad, por lo que existe el riesgo de obviar fenómenos cuyo estudio sería interesante desde el punto de vista docente, y requieren de cierto nivel de abstracción al estar constituidos por elementos virtuales.
- Profesores y estudiantes pueden requerir formación complementaria cuando el diseño del laboratorio no es adecuado para la base de conocimiento previa de los usuarios o cuando se carece de la destreza suficiente en el manejo de las TIC.

Existen actualmente numerosos recursos web en los que se provee de material didáctico a los usuarios y se explota el potencial de los laboratorios virtuales. Por citar algunos ejemplos, a nivel español se han desarrollado laboratorios virtuales para el estudio de biología (Cienytec, 2017), química (Graó Educación, 2021) o biomedicina (Ambientech, s. f.). También destaca el software Crocodile Clips del Portal de Innovación y Tecnología Educativa de la Dirección General de Innovación e Inclusión Educativa de la Consejería de Educación y Empleo de la Junta de Extremadura (Emtic, s. f.), por disponer específicamente de un entorno de trabajo de utilidad en la materia de Tecnología: Crocodile Technology, «un potente simulador de sistemas y circuitos de control con el que los estudiantes pueden diseñar y probar sus diseños de circuitos eléctricos, electrónicos, mecánicos y de control» (Emtic, s. f.). En particular, durante las prácticas externas el autor de este TFM tuvo la oportunidad de observar su aplicación didáctica en el IES Azconza.

Contrasta, sin embargo, el número reducido de recursos para el estudio de la producción fotovoltaica, pese a ser una cuestión abordada en bastantes de los currículos revisados. Aunque se dispone de algunas propuestas educativas que podrían servir a los docentes, aquellas a las que se ha tenido acceso o bien no integran todos los fenómenos físicos de interés en una misma herramienta (InfinityPV, 2021), o bien lo hace de una forma muy superficial y poco interactiva (Free Sun Power, s. f.).

Pese a lo anterior, es cierto que en el ámbito de las energías renovables sí que se han realizado con anterioridad propuestas didácticas aplicadas a la ESO que guardan relación con este trabajo y la producción fotovoltaica: estas van desde aplicaciones interactivas y juegos educativos (del Val de la Fuente, 2018) hasta el aprendizaje basado en proyectos (Ramírez González, 2013). Considerando estos ejemplos, este TFM pretende servir tanto de complemento para actividades similares, al permitir la interiorización de conceptos a través de la experimentación o el uso del laboratorio virtual en tareas de diseño, como de plataforma independiente, a partir de la cual se podrían elaborar nuevas propuestas educativas.

2.1.2. Análisis del marco legislativo

La normativa que puede afectar a una propuesta didáctica para Educación Secundaria Obligatoria, como la de este TFM, incluye legislación de carácter general y específica a nivel nacional y autonómico, así como los propios documentos del centro (véase el apartado B1 del anexo B). Resulta además de singular importancia en el presente y en los próximos años, el tener en cuenta la coexistencia de varios marcos legislativos debido a la entrada en vigor entre 2020 y 2021 de nueva normativa autonómica y nacional (véanse las disposiciones relativas a esos años el apartado B1 del anexo B).

Sin embargo, debido al nivel de concreción de esta propuesta y a que se trata de un supuesto práctico, solo se hará referencia en el cuerpo principal de la memoria a aquellas normas de especial relevancia para la planificación de actividades. En concreto, son de interés las dos de ellas que establecen el currículo general de la ESO, incluyendo la materia de tecnología, y que en relación con los objetivos de este TFM no se ven afectadas por la nueva normativa.

- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (Real Decreto 1105/2014, 2014).
- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía, se regula la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado (Orden de 14 de julio de 2016, 2016a).

En el apartado 4.2 se indica la relación de la propuesta didáctica con los objetivos, competencias, contenidos y criterios de evaluación que establecen las dos normas anteriores. Estos pueden consultarse de forma detallada en el apartado B2 del anexo B y, para facilitar la comprensión de todos los elementos que aparecen en los citados apartados, pueden descomponerse como se indica a continuación.

- Objetivos de la etapa (OE), conforme al Real Decreto 1105/2014. Se enumeran de la «a» a la «l» en el anexo B.

- Objetivos de la materia (OM), conforme a la Orden de 14 de julio de 2016. Se enumeran del «1» al «8» en el anexo B.
- Competencias clave (CC), conforme al Real Decreto 1105/2014 y a la Orden de 14 de julio de 2016. Se enumeran de la «a» al «g» en el anexo B, aunque se hará referencia a ellas por sus siglas (CCL, CMCT, CD, CAA, CSC, SIEP, CEC), que pueden consultarse en el citado anexo.
- Bloques de contenidos (B) y criterios de evaluación (CE), conforme a la Orden de 14 de julio de 2016. Los bloques se enumeran del «1» al «6» en el anexo B y tienen un número variable de CE que pueden consultarse en el mismo anexo.
- Elementos transversales (ET), conforme al Real Decreto 1105/2014 y a la Orden de 14 de julio de 2016. Se enumeran de la «a» al «l» en el anexo B.

Además de contemplar todos estos elementos en la planificación de la propuesta didáctica, en el apartado 4.2 se determinarán los estándares de aprendizaje evaluables (EAE), que se definen como «especificaciones de los criterios de evaluación que permiten definir los resultados de aprendizaje, y que concretan lo que el alumno debe saber, comprender y saber hacer en cada asignatura» (Real Decreto 1105/2014, 2014). Estos remplazan, a los que tradicionalmente se han denominado «objetivos didácticos», los cuales solían clasificarse en objetivos conceptuales, procedimentales, y actitudinales.

2.2. Contextualización

2.2.1. Características del centro

El Instituto de Educación Secundaria Azcona (cód. 04700442) es un centro público localizado en la ciudad de Almería (Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, 2019). Ocupa una parcela de terreno de unos 9000 m² en el barrio de Nueva Andalucía a la que se tiene acceso por las calles Policía José Rueda Alcaraz y Padre Méndez, disponiendo además de accesos secundarios por las calles que lo limitan: Arcipreste de Hita y Santiago (figura 1).



Figura 2.1. Ubicación del IES Azcona en Almería. Fuente: (Google LLC, 2021)

Tal y como se menciona en los documentos del centro (IES Azcona, 2021), su oferta de enseñanza incluye los cursos de Educación Secundaria Obligatoria (en los que se imparte un programa bilingüe de inglés); Bachillerato en las modalidades de humanidades y ciencias sociales, así como ciencia y tecnología; Educación Básica Especial; y un Programa de Transición a la Vida Adulta y Laboral (PTVAL).

Para esta oferta formativa, el centro se estructura en los siguientes órganos de coordinación docente: equipo directivo, cuatro áreas de competencia (socio-lingüística, científico-tecnológica, cultural-artística y religión) divididas a su vez en departamentos, Equipo Técnico de Coordinación Pedagógica, Departamento de Orientación y Departamento de Formación, Evaluación e Innovación Educativa.

Por otro lado, el equipo directivo lo componen el director, el secretario, la jefa de estudios y el jefe de estudios adjunto, y el claustro incluye 71 profesores que tienen horario completo y otros nueve que comparten horario con otros centros (dos profesores de apoyo curricular a sordos, un profesor técnico de PTVAL, otro de audición y lenguaje, tres de religión católica, uno de religión evangélica y un profesor técnico de trastornos de conducta). Además del personal docente, el centro cuenta con una administrativa, un monitor de educación especial, dos bebedores y cinco intérpretes de lengua de signos.

2.2.2. Características del entorno

Nueva Andalucía es un barrio joven que data del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de 1950, por lo que su geometría es propia de las ciudades modernas y planificadas, con amplias calles de trazado rectilíneo que cruzan el barrio de un extremo a otro. Abundan las aceras anchas, zonas verdes, mobiliario urbano, lugares para esparcimiento, así como paseos, asientos y fuentes.

También cuenta con las dependencias sociales mínimas a nivel de distrito (guarderías, centro de salud, asociaciones vecinales, oficinas municipales, comisaría de policía, residencia escolar, centros de culto religioso), emplazamientos deportivos (pistas municipales y pabellón polideportivo), centros educativos de primaria y secundaria y conservatorio de música. Por su ubicación, el transporte con el resto de la ciudad permite comunicarse fácilmente con el centro, el aeropuerto, la playa y los nuevos ensanches acometidos en la periferia.

Con respecto a la actividad empresarial del entorno, la mayoría de los negocios se localizan en los bajos de los edificios. Predomina el sector comercial, con empresas de dos a cinco trabajadores y en muchas ocasiones de carácter familiar. Así pues, cabe encontrar locales de restauración (restaurantes, cafeterías, pubs); comercios de ofimática, electrónica, informática o electrodomésticos; bancos y cajas de ahorros; comercios textiles (calzado, moda infantil, lencería) así como tiendas de alimentación o centros de estética.

2.2.3. Características generales del alumnado

Durante el curso 2018/2019 en el centro había 778 alumnos, principalmente de nacionalidad española, que representa el 93% el total, y destacan otras nacionalidades de países como Marruecos con alrededor de un 3% de alumnos, o Rusia, Rumanía, Argentina, Bolivia, Colombia y China, en menor medida. A diferencia de otros centros, y es uno de los rasgos que lo caracteriza, el IES Azcona tiene entre su alumnado algunos con discapacidad auditiva, que proceden casi por completo del Colegio de Sordos Rosa Relaño. Así, en el curso 2018/2019 había 32 alumnos sordos repartidos entre todos los niveles de la ESO, asistidos por auxiliares de conversación en lengua de signos o por profesores de apoyo pertenecientes a los distintos ámbitos educativos.

Los datos de absentismo en el centro revelan que este no llega al 0,5% y para abordar las faltas de disciplina se emplea la normativa contemplada en el Plan de Convivencia (IES Azcona, 2021). Se trata de la aplicación de medidas correctoras o la actuación excepcional de la Comisión de Convivencia del Consejo Escolar, en casos reincidentes o extremos. El centro destaca que la convivencia transcurre con normalidad, viéndose favorecida por el Programa de Mediación de Conflictos.

A modo de indicador, la Agencia Andaluza de Evaluación Educativa (Agaeve) determina un Índice Socioeconómico y Cultural (ISC) que se refleja en la realidad del alumnado del centro en cuanto a su evolución académica. Así pues, el alumnado que termina la etapa de la ESO supera el 90%, y la gran mayoría comienzan estudios posteriores de Bachillerato o de Ciclos Formativos.

2.2.4. Características del alumnado destinatario de la propuesta

Durante el curso 2018/2019, el autor de este trabajo tuvo contacto con los grupos que se enumeran a continuación y que han sido considerados para la propuesta didáctica elaborada en este TFM.

- 1º de ESO A.RM. Se trataba de un grupo reducido de alumnos (6), algunos de ellos con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE), que asistía a clases de Refuerzo de Matemáticas.
- 2º de ESO B. Se trataba de un grupo de 31 alumnos que asistía a clases de Tecnología. Incluye algunos con NEAE, por lo que las clases transcurrían normalmente en presencia de un intérprete de signos.
- 3º de ESO A.A. Se trataba de un grupo de 9 alumnos que asistía a clases de Tecnología, dentro del Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento (PMAR).
- 3º de ESO C. Se trataba de un grupo de 14 alumnos que asistía a clases de Tecnología.
- 3º de ESO D. Se trataba de un grupo de 14 alumnos que asistía a clases de Tecnología.

- 3º de ESO E. Se trataba de un grupo de 33 alumnos que asistía a clases de Tecnología.

De los citados grupos, en todos se impartía la enseñanza bilingüe, excepto en 1º A. Hay que destacar que los grupos de 3º C y 3º D se correspondían con desdobles de sus respectivos grupos y de ahí el reducido número de alumnos. Este hecho es relevante debido a que, durante el transcurso de las prácticas externas, desde el Departamento de Tecnología se solicitó realizar parte de la intervención intensiva con las mitades restantes de los grupos, bajo la supervisión conjunta del profesor responsable de estos y del tutor profesional, con el fin de compensar las posibles diferencias en el aprendizaje.

2.2.5. Características de las aulas y la docencia

Durante el período de prácticas externas, la docencia tenía lugar, de lunes a jueves, en el taller del Departamento de Tecnología (dos sesiones semanales) y, los viernes, en diferentes aulas del centro (una sesión a la semana).

El taller está equipado con veinte ordenadores con Windows 7, conexión a internet y posibilidad de instalar el software necesario para trabajar con Arduino. Se puede dividir en dos áreas principales, una estructurada como un aula ordinaria, con pupitres orientados hacia la pizarra y el proyector del ordenador del profesor, y otra área consistente en el taller propiamente dicho, en cuyos laterales se encuentran los mencionados ordenadores y seis amplias mesas de trabajo centrales. En el taller se dispone de un panel herramientas de ferretería y de algunos componentes electrónicos básicos (una placa de Arduino, resistencias, leds, pulsadores y un sensor de ultrasonidos).

Con respecto a las aulas del centro, disponen, al igual que el taller, de un ordenador con proyector y, adicionalmente, de pizarras digitales y convencionales. Las clases que tienen lugar en ellas se dedican exclusivamente a la impartición de contenido teórico y resolución de problemas, mientras que en el taller se dedican indistintamente a estas tareas y al trabajo sobre un proyecto tecnológico. Este lo establece el Departamento de Tecnología anualmente para cada curso académico y está relacionado con los contenidos curriculares.

En el curso 2018/2019 los alumnos de 3º de ESO tenían asignada la construcción de un ascensor (incluyendo sus mecanismos) y los de 2º de ESO la figura de un elefante (estructura estática), ambos realizados con madera de maquetería. Esta actividad incorporaba el uso doméstico de las TIC para la documentación y elaboración del presupuesto del proyecto.

2.3. Análisis y valoración personal

Durante el período de prácticas, el autor de este TFM pudo observar las distintas dinámicas en el aula (incluyendo algunas sesiones de 4º de ESO, cuando compartían taller con los cursos anteriormente mencionados) y los instrumentos de enseñanza habitualmente empleados. Como tónica general, alrededor de la tercera parte de las clases impartidas (no necesariamente distribuidas en el tiempo) se dedicaban a la elaboración del proyecto, donde los alumnos trabajaban de forma casi autónoma en las mesas de trabajo del taller.

Por otro lado, durante las sesiones de taller también era habitual aprovechar los equipos disponibles para realizar actividades de carácter más práctico o aplicado y de forma más guiada. Por ejemplo, el anteriormente citado Crocodile Technology se empleaba para el análisis y la simulación de circuitos eléctricos en 3º y 4º de ESO. Igualmente, varias de las sesiones correspondientes a la intervención intensiva donde se hizo uso de Tinkercad, se llevaron a cabo en ese lugar. A modo de sondeo para evaluar la posible aceptación que tendría una propuesta basada en el uso de laboratorios virtuales, a partir de la experiencia con Tinkercad, se realizó la encuesta incluida en el anexo A, donde se obtuvieron 19 respuestas válidas (tras eliminar aquellas incompletas) de un potencial de 37 alumnos (todos los grupos de 3º ESO excepto el E).

Tanto los resultados de la encuesta como la propia experiencia docente han servido de motivación para llevar a cabo este TFM. Además, el hecho de que en la Orden de 14 de julio de 2016 se recomiende impartir, en 4º curso de Tecnología, de forma más transversal y en primer lugar los bloques 3 a 5 justifican que el proyecto tecnológico verse sobre estos, realizándose para los bloques 2 y 6 otro tipo de actividades como las de la propuesta didáctica de este TFM.

Capítulo 3. Presentación del laboratorio virtual PVLab

3.1. Justificación y desarrollo personal

A partir de lo expuesto en los apartados 1.1, 1.2, 2.1.1 y de las bondades particulares del entorno de desarrollo Easy Java Simulations que se exponen en el apartado 3.2, de forma sintetizada, se justifica el desarrollo PVLab por la carencia de herramientas didácticas, en Educación Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional, para la enseñanza de fundamentos fotovoltaicos y su impacto a nivel doméstico, social y medioambiental.

Por un lado, para la aplicación de metodologías basadas en el aprendizaje experiencial, el *learning by doing* o el aprendizaje basado en problemas o en proyectos, los laboratorios virtuales presentan ventajas con respecto a los laboratorios convencionales, especialmente en el contexto actual en el que se ha puesto en valor la importancia de la virtualización en la enseñanza a raíz de la pandemia mundial ocasionada por el virus SARS-CoV-2.

Por otro lado, el autor de este TFM había tenido experiencias previas con el uso docente de laboratorios virtuales, pero no como desarrollador de los mismos. Ello ha motivado la elección de Easy Java Simulations como entorno de desarrollo, al estar orientado para facilitar a programadores noveles la creación de este tipo de herramientas y permitir el despliegue de la aplicación sobre múltiples plataformas. En este sentido, la elección de la versión para lenguaje Java frente a Javascript atiende a cuestiones meramente prácticas ya que, a juicio del autor de este TFM, la versión de EJS para Java permite una personalización del contenido de la herramienta más sencilla y con mejor estética.

Asimismo, la programación y diseño de PVLab ha contribuido a su crecimiento como docente, al haberse tenido que enfrentar a cuestiones cómo la elección del formato de presentación de la información para que ésta sea más fácil de asimilar por parte de los alumnos y, en definitiva, al haber servido para dotarlo de capacidades para el desarrollo de laboratorios virtuales.

3.2. Easy Java Simulations

Easy Java Simulations es una herramienta concebida para el desarrollo de entornos de simulación que se ejecutan en dispositivos digitales como un ordenador. En otras palabras, se emplea para elaborar programas informáticos que reproduzcan, con fines científicos o pedagógicos, un fenómeno natural y permitan visualizar los diferentes estados en que éste puede encontrarse. Cada estado está descrito por un conjunto de variables dependientes del tiempo que un algoritmo calcula y actualiza iterativamente (Esquembre, 2021).

Ello significa que EJS ayuda a crear otros programas a los no expertos en programación, ya que ha sido diseñada por y para docentes y estudiantes pertenecientes al ámbito de las ciencias, es decir, individuos que estén más interesados en el contenido de la simulación, que en los aspectos técnicos necesarios para construirla. A pesar de esto, el programa resultante, generado de forma automática por EJS partiendo de los elementos definidos por el usuario, podría pasar, en términos de sofisticación y eficiencia, por el de un experto en programación (Esquembre, 2021).

En particular, las aplicaciones que se generan son independientes y soportadas por múltiples plataformas, bien porque se hayan desarrollado directamente con la versión para Javascript o porque se empleen applets para Java que permiten visualizarlas a través de navegadores web (y por tanto ser distribuidas a través de internet). Además, debido a que existe valor educativo en el proceso de desarrollo de estas aplicaciones, EJS es en sí misma una herramienta pedagógica (Esquembre, 2021).

La vista principal de EJS se compone de tres paneles principales que permiten desarrollar la aplicación en cuestión, como se describe a continuación.

- El panel «descripción» (figura 3.1) permite incluir páginas con los contenidos educativos correspondientes al laboratorio virtual que se desarrolle. Desde el punto de vista práctico este panel no es necesario utilizarlo para desarrollar las aplicaciones, ya que su único propósito es el de contener información.
- El panel «modelo» (figura 3.2) permite definir las variables descriptivas del modelo, inicializar sus valores, establecer relaciones o ligaduras entre ellas, y definir algoritmos que determinen tanto la evolución temporal de estas como de otras variables que únicamente se emplean a efectos de animación o configuración en la vista de simulación.
- El panel «vista» (figura 3.3) está concebido para contener los elementos predefinidos con los que construir la vista de simulación, simplemente arrastrándolos al árbol que establece la jerarquía entre ellos y configurando aquellos parámetros que se estimen oportunos.

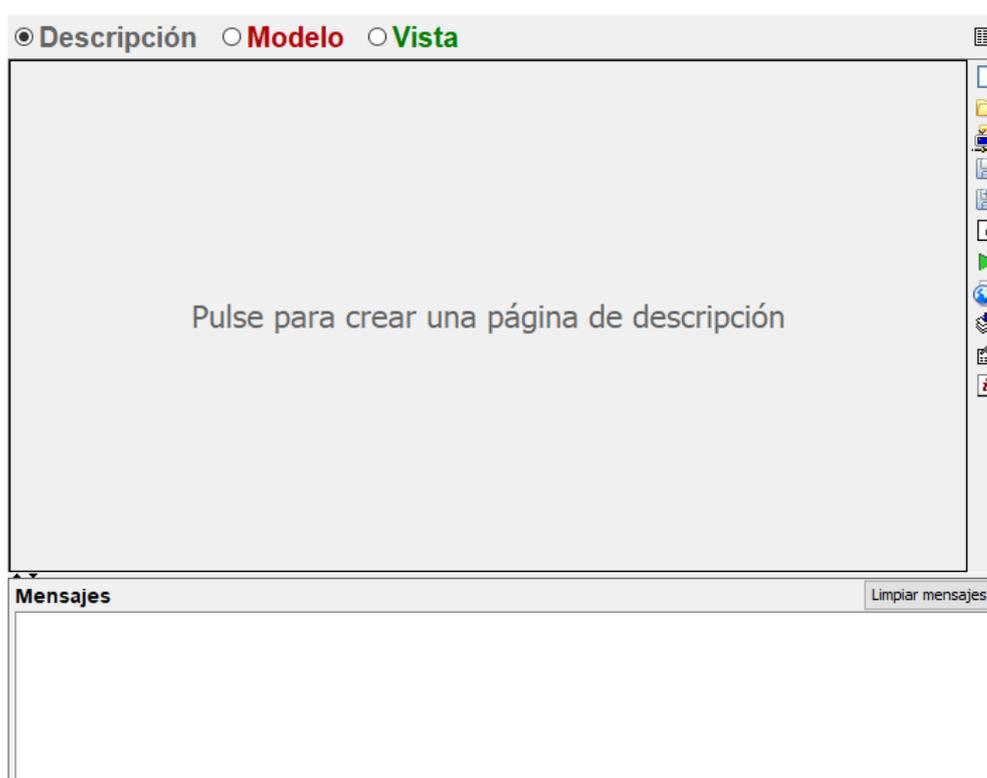


Figura 3.1. Panel «descripción» en la herramienta Easy Java Simulations

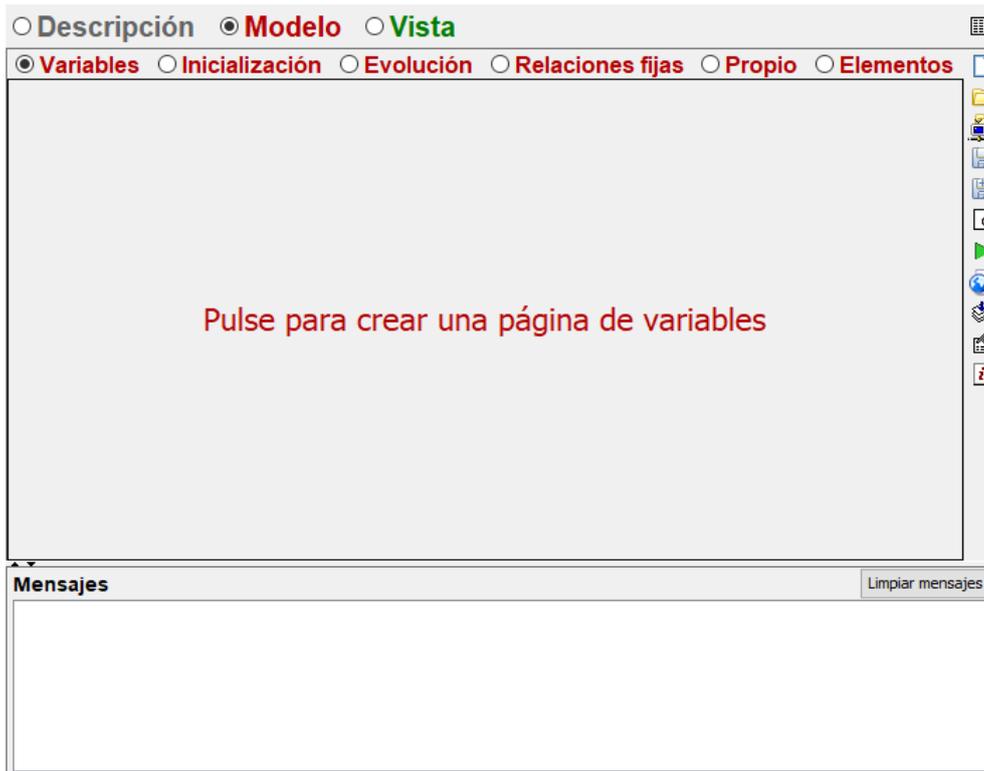


Figura 3.2. Panel «modelo» en la herramienta Easy Java Simulations

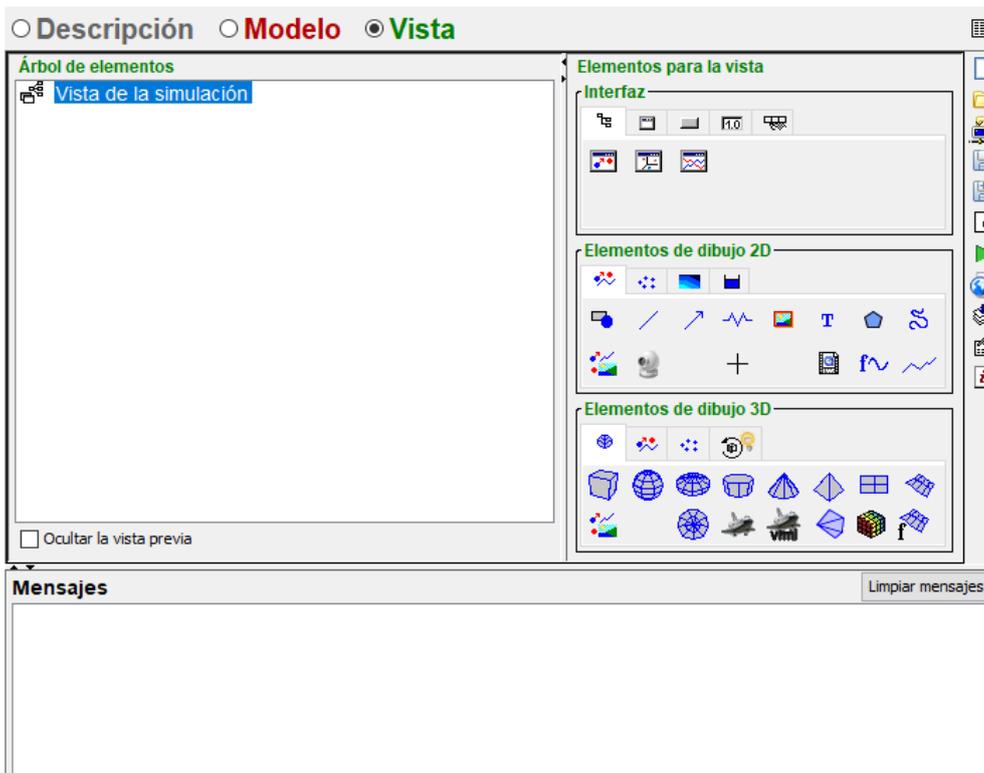


Figura 3.3. Panel «vista» en la herramienta Easy Java Simulations

3.3. Programación y desarrollo de PVLab

Para ayudar a los lectores interesados a entender cómo se ha estructurado PVLab en el entorno de desarrollo EJS, en esta sección se presenta el contenido correspondiente los paneles «modelo» y «vista». Téngase en cuenta que, debido a su carácter técnico y al alcance que tiene este TFM, no se ha considerado apropiado detallar todos los elementos, variables y ecuaciones involucrados, sino que se trata de una descripción general mediante la que poner en valor el trabajo realizado.

En primer lugar, ha sido necesario emplear más de 50 variables que contienen por lo general datos de tipo entero, real de doble precisión y booleano (en menor medida cadenas de caracteres y objetos definidos por el desarrollador). En la figura 3.4 se muestra, a modo de ejemplo, el aspecto de la página de variables asociadas al modelo de geometría solar, aunque se emplean un total de 11 páginas para definir las variables con el siguiente contenido.

- Tiempo. Contiene variables como el tiempo de simulación, fecha y hora para el modelo de radiación, huso horario, instantes de alba y ocaso, entre otras.
- Vista. Incluye variables auxiliares necesarias para la animación de la simulación como, por ejemplo, las coordenadas en píxeles donde debe situarse el sol en cada instante de tiempo o los valores de color para el cielo en función de la hora y de la nubosidad.
- Radiación. Consta de las variables asociadas al modelo de radiación para el plano inclinado, como la radiación extraterrestre y las componentes global, directa y difusa con las que se calcula radiación incidente en los paneles.
- Ángulos solares. Contiene los ángulos relacionados con el citado modelo de radiación solar, como la inclinación y orientación de los paneles fotovoltaicos, la latitud y longitud de la instalación o el ángulo de incidencia, entre otros.
- Otras y día claro. Incluyen parámetros del modelo de Hottel para la radiación directa transmitida a través de atmósferas con cielo despejado (Duffie y Beckman, 2013), un índice modificador de este parámetro para tener en cuenta la nubosidad y el coeficiente de reflexión del entorno.

- **Instalación.** Contiene los parámetros de configuración de la instalación fotovoltaica como el número de baterías y paneles, el estado de carga de las baterías y las potencias generadas e intercambiadas con la red.
- **Consumo.** Agrupa las variables descriptivas del consumo doméstico, como el estado de encendido o apagado de los electrodomésticos la potencia total demandada o el precio de la electricidad. Junto con las de la página anterior, se emplean en el modelo del balance energético de la instalación.
- **Energía.** Incluye las variables resultantes de acumular la demanda de potencia en cada instante de tiempo para cada elemento del sistema, empleadas únicamente a efectos de presentación de información al usuario.
- **Simulación y registros.** Constan de variables auxiliares para configurar los ejes de las gráficas, los botones de acción y el registro de datos de la simulación.

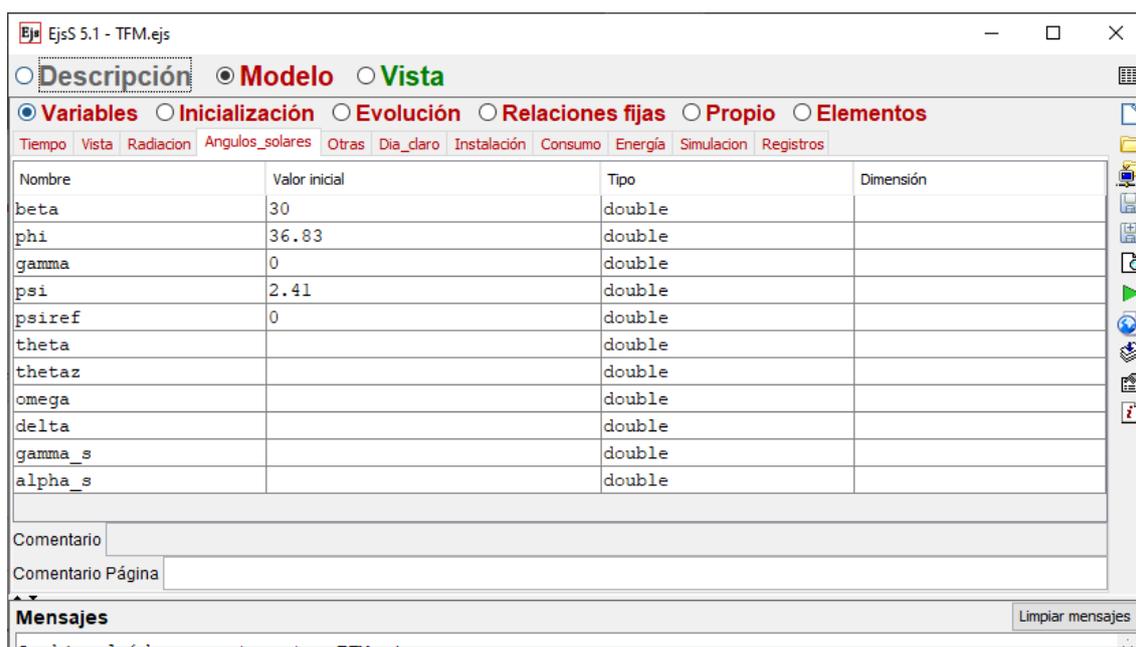


Figura 3.4. Definición de las variables de PVLab clasificadas en diferentes páginas

A partir de las variables definidas, de las cuales algunas se inicializan en su propia página de definición (véase beta que parte de un valor de 30° en la figura 3.4), el resto de las pestañas contienen instrucciones de inicialización del laboratorio y otras relaciones correspondientes bien a los modelos energéticos y de radiación empleados, o bien a las variables auxiliares que se emplean en la pestaña «vista» para definir la apariencia de PVLab.

Así pues, en la pestaña «inicialización» se incluyen la definición del estado de carga inicial de las baterías (totalmente vacías) y la definición de los vectores empleados para almacenar los datos de registro de la simulación (figura 3.5). En la pestaña «evolución» se definen las ecuaciones diferenciales para los balances energéticos de baterías y elementos eléctricos del sistema (figura 3.6).

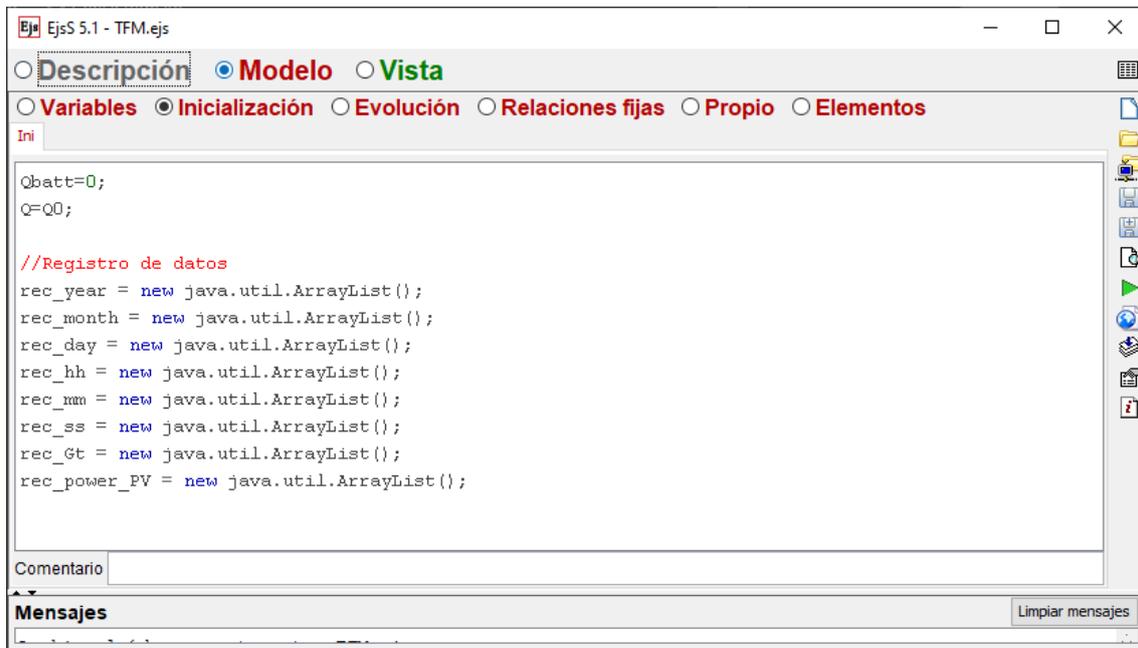


Figura 3.5. Apariencia de la pestaña «inicialización» de PVLab

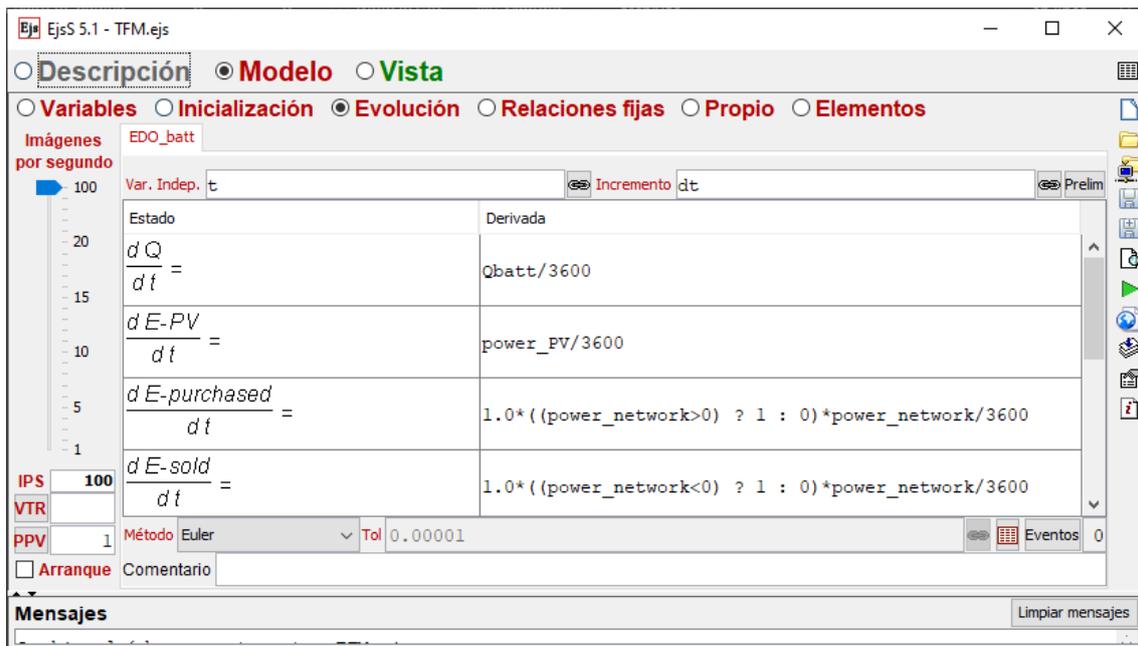


Figura 3.6. Apariencia de la pestaña «evolución» de PVLab

De forma similar, y tal y como se muestra en la figura 3.7, la pestaña «relaciones fijas» contiene las ecuaciones estáticas para el modelo de radiación solar en el plano inclinado con cielo isotrópico (Duffie y Beckman, 2013) en la primera página, ecuaciones de balances energéticos estáticos en la segunda página, instrucciones para la actualización de las variables de encendido y apagado de electrodomésticos cuando se programa para que estos ocurran de forma automática (a partir de un programa de consumo) en la tercera página, instrucciones para la actualización de las variables auxiliares necesarias para la animación de la simulación en la cuarta página, e instrucciones para el registro de datos de la simulación en un archivo de texto.

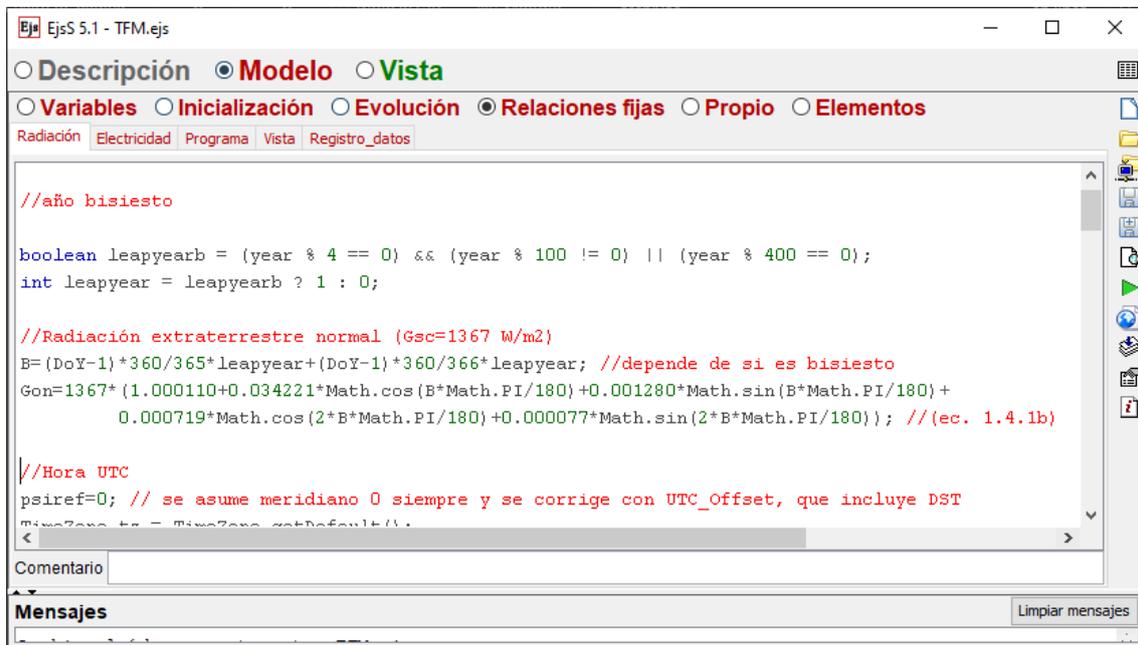


Figura 3.7. Apariencia de la pestaña «relaciones fijas» de PVLab

Por otro lado, la pestaña «propio» (figura 3.8) incluye la definición de métodos empleados en la pestaña «relaciones fijas», que permiten realizar operaciones con algunos de los objetos definidos por el desarrollador como la actualización de la fecha a partir del instante de simulación, la actualización de rótulos en los ejes de las gráficas y la generación de un archivo para el registro de datos. Nótese que la pestaña «elementos» no ha sido necesaria emplearla en el desarrollo de PVLab, al contener principalmente librerías de terceros para la comunicación con elementos externos de la aplicación (servidores, tarjetas de adquisición, elementos robotizados, entre otros).

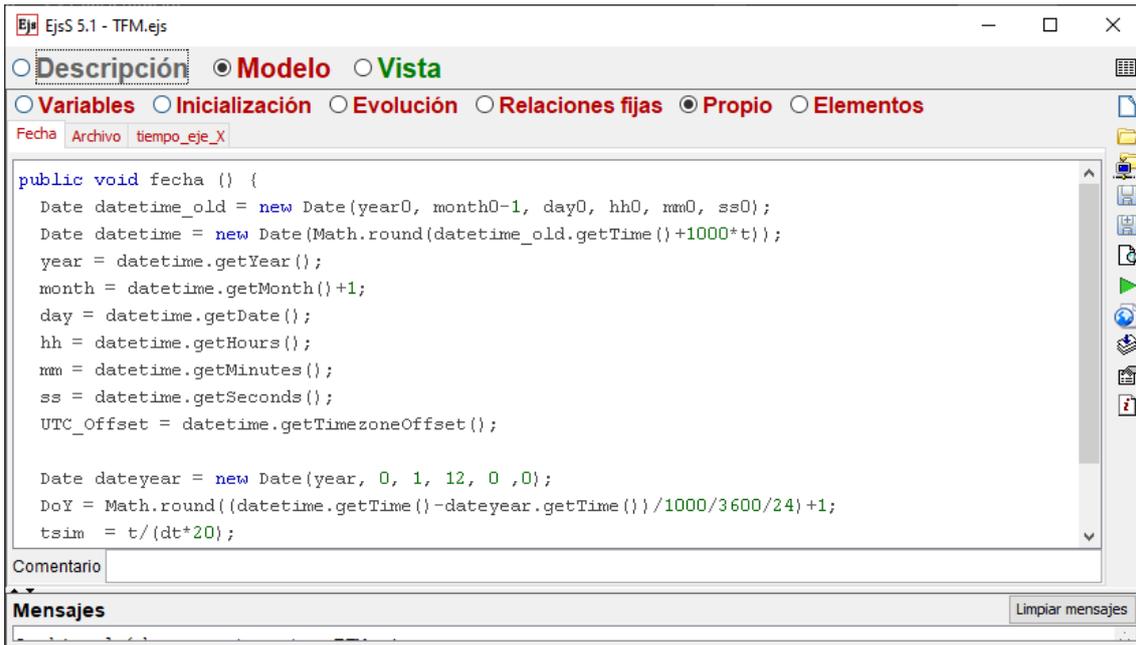


Figura 3.8. Apariencia de la pestaña «propio» de PVLab

Finalmente, en la pestaña «vista» (figura 3.9) se presenta la jerarquía de elementos que conforman la vista de simulación y que se han configurado a partir de las variables definidas anteriormente y de otros parámetros constantes. En la siguiente sección se presenta el resultado de la misma al describirse la apariencia de la herramienta.

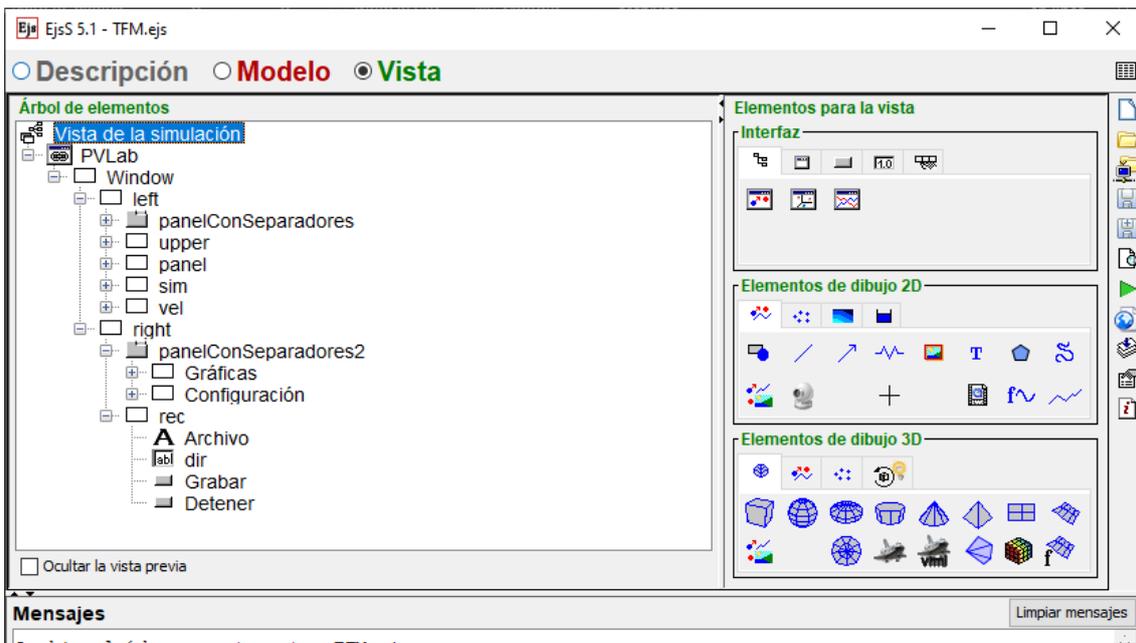


Figura 3.9. Apariencia del panel «vista» de PVLab

3.4. Descripción y uso de PVLab

El laboratorio virtual desarrollado como fruto de este TFM aúna dos cuestiones claramente diferenciadas, tanto en los modelos implementados como en la interfaz diseñada: por un lado, la geometría solar y los fenómenos de interacción entre la radiación y la atmósfera; por otro lado, la eficiencia energética y el ahorro económico en una instalación doméstica con autoconsumo.

La apariencia de la interfaz está dividida en dos secciones principales a ambos lados de la misma. A la izquierda se muestran dos vistas que se pueden alternar mediante la selección de la pestaña apropiada.

A. Trayectoria solar (figura 3.10) está exclusivamente pensada para mostrar, en coordenadas polares, cómo varía la posición del sol sobre la bóveda celeste dependiendo de la época del año y de la hora del día.

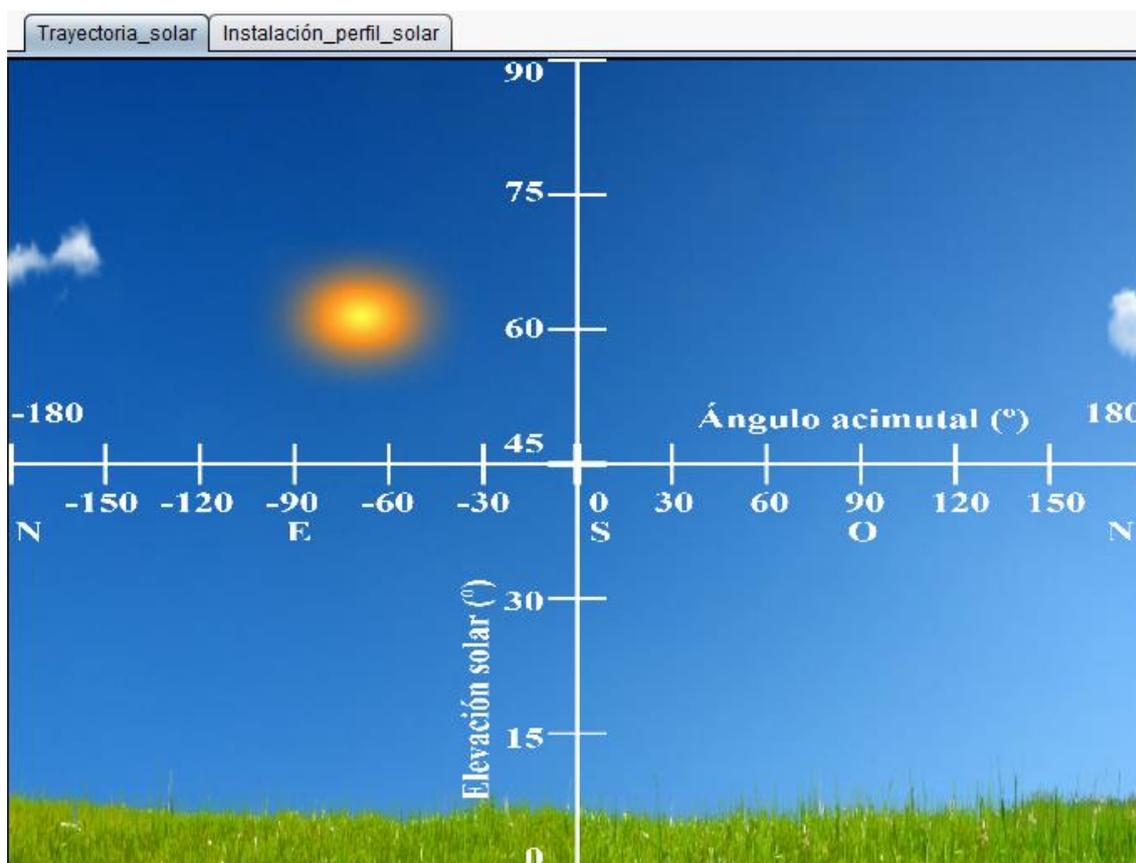


Figura 3.10. Vista de la trayectoria solar en PVLab

B. Instalación perfil solar (figura 3.11) está pensada para mostrar, empleando una vista abatida en coordenadas cartesianas (aunque no se muestran los ejes), la posición del sol visto de perfil y dependiendo de la orientación de la instalación y de los mismos instantes temporales que la otra vista. Además, incluye una animación (ocultable) de los intercambios de energía en forma de electricidad entre los elementos que componen la instalación: varios electrodomésticos que actúan como consumidores (con potencias constantes excepto para el climatizador, la cual puede ajustarse), un equipo de baterías, varios paneles fotovoltaicos y la propia red eléctrica. En esta vista se indican también los consumos y la potencia eléctrica instantánea, así como el estado de carga de las baterías y el número de componentes que forman la instalación.

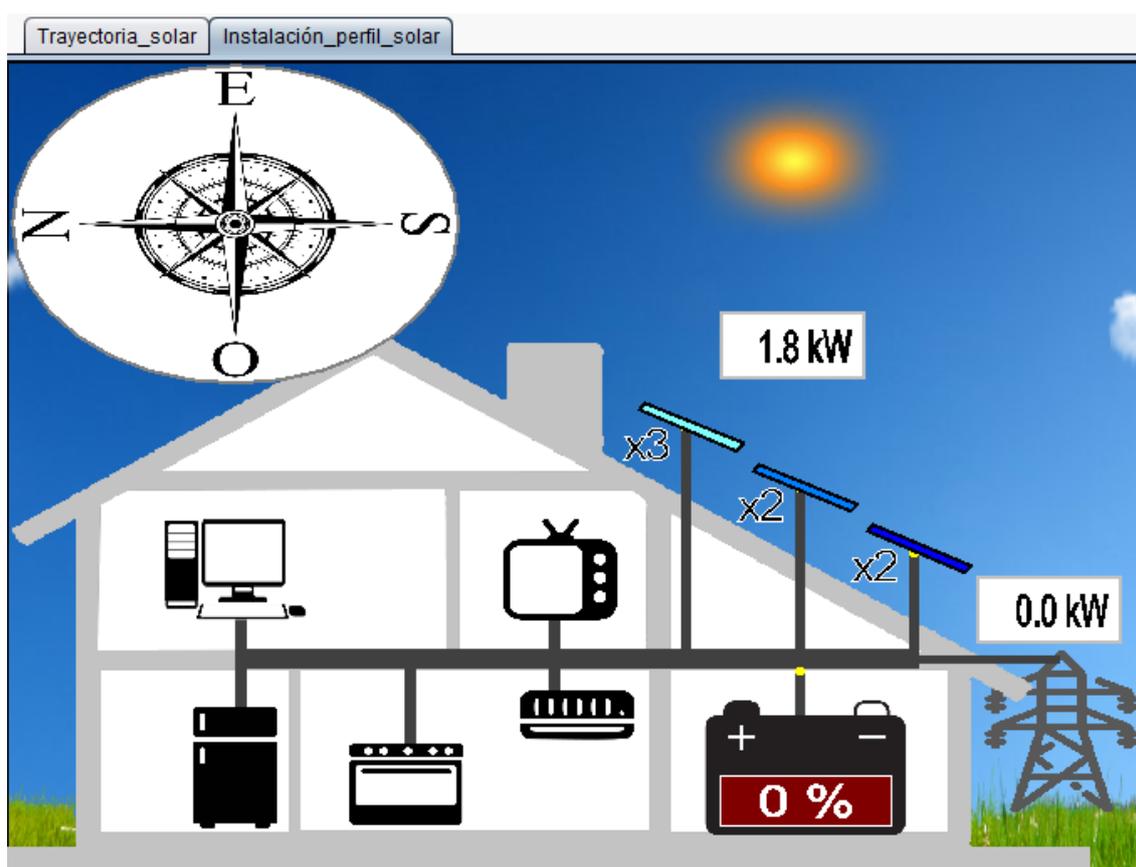


Figura 3.11. Vista de la instalación doméstica y del perfil solar en PVLab

Para la realización de simulaciones se dispone de varios paneles, como se muestra en la figura 3.12, que permiten configurar elementos como la ruta donde se almacenarán los datos generados por el laboratorio, la fecha y hora de inicio

(por defecto el 01/01/2021 a las 0:00:00), la ubicación de la instalación (por defecto las coordenadas geográficas de la Universidad de Almería y el desfase horario correspondiente a la hora oficial del equipo en que se ejecuta la aplicación), la presencia de nubes en la atmósfera, la velocidad con la que se ejecuta la simulación y botones para iniciarla, pausarla, avanzar paso a paso y reiniciarla.

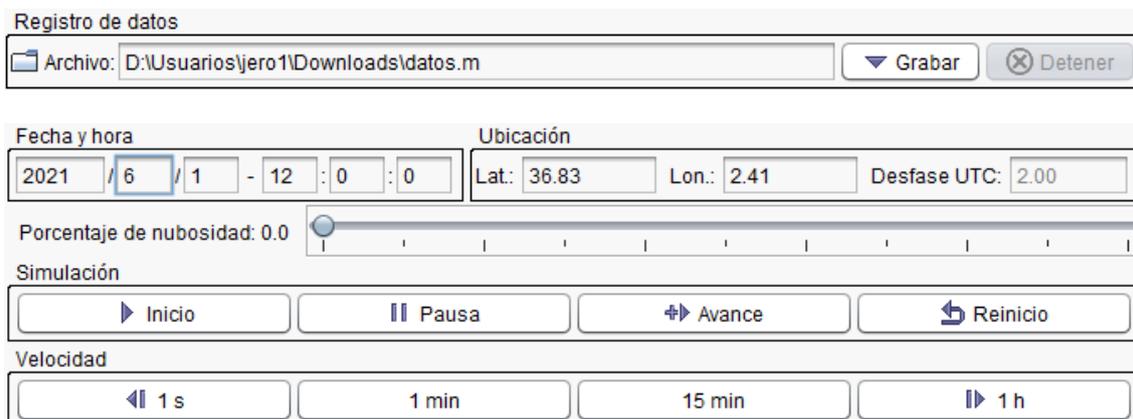


Figura 3.12. Paneles de configuración general de PVLab

A la derecha de la interfaz se dispone de otros dos paneles intercambiables a través de pestañas.

A. Gráficas (figura 3.13) contiene la evolución de algunas de las variables de interés desde el punto de vista didáctico: en la primera de ellas se muestra la radiación incidente sobre el plano de los módulos fotovoltaicos junto con las componentes directa y difusa del plano horizontal, lo cual permite relacionar la producción eléctrica con los ángulos solares anteriormente mencionados y con la nubosidad existente; en la segunda se muestra el balance eléctrico entre los diferentes elementos del sistema, incluyendo el flujo de carga o descarga de las baterías, la potencia total demandada por los electrodomésticos, la producida por el campo fotovoltaico y la importada o exportada a través de la red de suministro pública; en la tercera simplemente se representa el estado de carga de las baterías, que se define porcentualmente en función de la capacidad de energía total y la energía almacenada. La escala temporal de estas gráficas puede modificarse para mostrar la evolución de todas las variables de forma diaria, mensual o anual y se dispone de dos casillas de comprobación que permiten mostrar u ocultar elementos de las vistas anteriores.

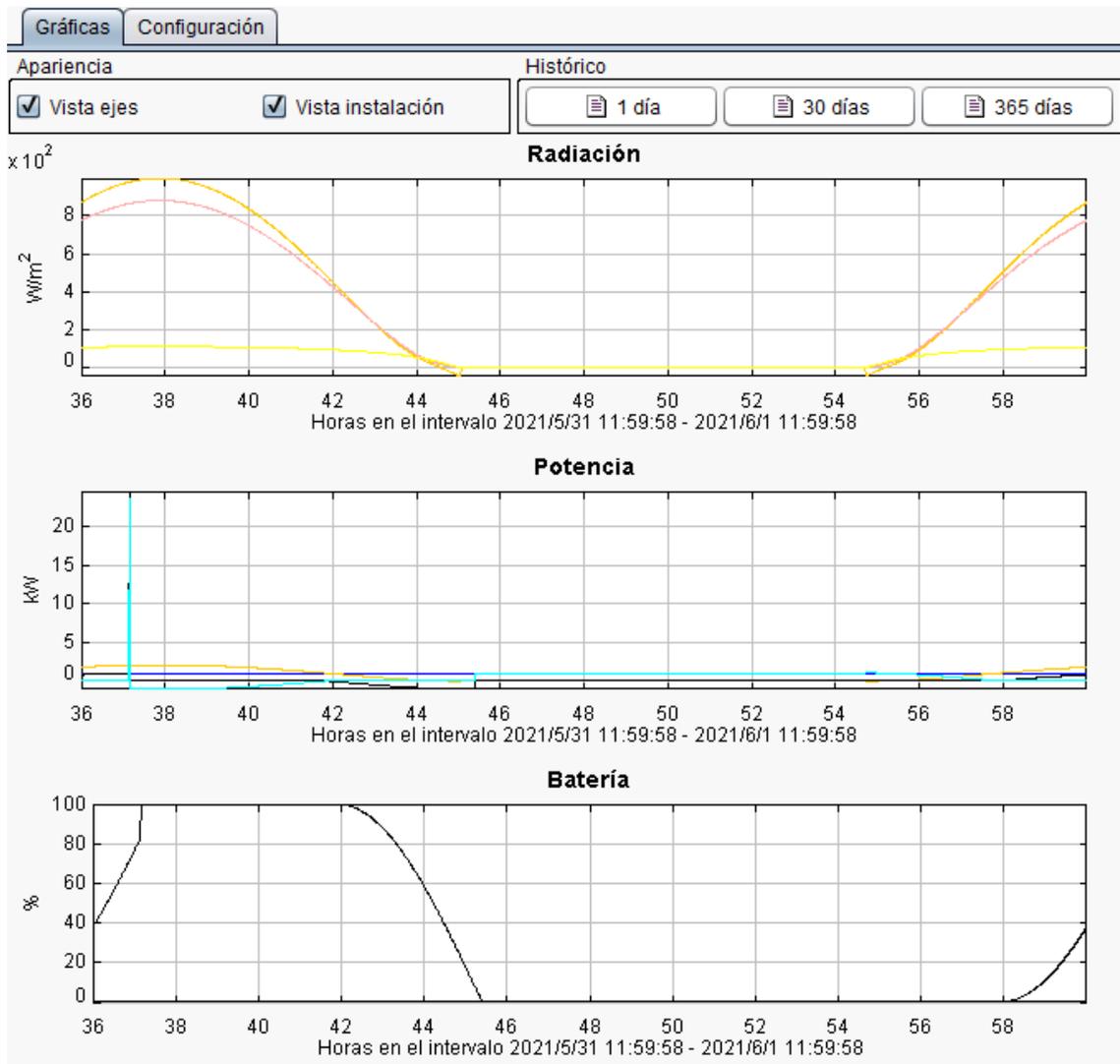


Figura 3.13. Panel de supervisión de variables de interés en PVLab

B. Configuración (figura 3.14) permite, en primer lugar, particularizar algunas variables de carácter más técnico como la inclinación y orientación de los módulos o paneles que componen el campo fotovoltaico, el precio asumido para la electricidad o la activación y desactivación de la posibilidad de exportar energía excedente a través de la red. Por otro lado, dispone de una sección mediante la que se realiza la selección de componentes de la instalación fotovoltaica, brindando cierta libertad para realizar diseños simplificados atendiendo al coste de la instalación y de la producción solar esperada. Para ello también se presenta un sencillo balance económico y energético en la parte inferior de la pestaña y se permite el encendido y apagado de electrodomésticos de forma manual o automática (a partir de un horario).

Capítulo 3

Gráficas
Configuración

Geometría y red eléctrica

Inclinación: Orientación: Precio electricidad (€/kWh): Activar exportaciones

Instalación fotovoltaica

	Panel: AUO PM096B00-335 Ancho: 1.046 m	Rendimiento: 20.6% Largo: 1.559 m	Precio: 209.00 €	Nº. paneles: <input type="text" value="3"/>	Coste: 627.0 €
	Panel: JINKO JKM270PP-60 Ancho: 0.992 m	Rendimiento: 16.5% Largo: 1.650 m	Precio: 193.72 €	Nº. paneles: <input type="text" value="2"/>	Coste: 387.44 €
	Panel: ATERSA A265-P Ancho: 0.990 m	Rendimiento: 16.3% Largo: 1.640 m	Precio: 192.39 €	Nº. paneles: <input type="text" value="2"/>	Coste: 384.78 €
	Batería: Turbo Energy Lithium Series 2,4 kWh 48V US 2000C Pylontech Capacidad: 2400 kWh	Voltaje: 48 V	Precio: 907.50 €	Nº. Baterías: <input type="text" value="1"/>	Coste: 907.5 €

Electrodomésticos

	Hora encendido: <input type="text" value="0"/> : <input type="text" value="0"/>	Hora apagado: <input type="text" value="0"/> : <input type="text" value="0"/>	Energía consumida: 0.0 kWh
	Hora encendido: <input type="text" value="0"/> : <input type="text" value="0"/>	Hora apagado: <input type="text" value="0"/> : <input type="text" value="0"/>	Energía consumida: 0.0 kWh
	Hora encendido: <input type="text" value="0"/> : <input type="text" value="0"/>	Hora apagado: <input type="text" value="0"/> : <input type="text" value="0"/>	Energía consumida: 0.0 kWh
	Hora encendido: <input type="text" value="0"/> : <input type="text" value="0"/>	Hora apagado: <input type="text" value="0"/> : <input type="text" value="0"/>	Energía consumida: 0.0 kWh
Clim... 	Hora encendido: <input type="text" value="0"/> : <input type="text" value="0"/>	Hora apagado: <input type="text" value="0"/> : <input type="text" value="0"/>	Energía consumida: 0.0 kWh

Balance energético y económico

Producción: 0.0 kWh	Importaciones: 0.0 kWh	Exportaciones: 0.0 kWh	Total consumo: 0.0 kWh
Coste instalac.: 2306.72 €	Compra elec.: 0.0 €	Venta elec.: 0.0 €	Beneficio: -2306.72 €

Figura 3.14. Panel de configuración de la instalación en PVLab

Capítulo 4. Propuesta didáctica

4.1. Ámbito de la intervención

Conforme se ha descrito a lo largo de los capítulos 1 y 2, los destinatarios de la propuesta didáctica que se desarrolla en este capítulo sería el grupo hipotético que cursaría la materia de Tecnología en 4º de ESO, durante el curso 2019/2020, el cual estaría compuesto por algunos de los alumnos con los que se tuvo contacto durante el período de prácticas y que se encontraban en los grupos descritos en el apartado 2.2.4 de este TFM. Al ser esta una materia troncal de opción y teniendo en cuenta el número de matriculados durante el curso 2018/2019 de esa misma materia en los grupos de 3º y 4º de ESO en el IES Azcona, se trataría de un único grupo formado por entre 20 y 30 alumnos.

Considerando los contenidos descritos el anexo B, en el caso de este TFM, la propuesta didáctica se centra principalmente en el bloque 2 «Instalaciones en viviendas» y, en menor medida, en el bloque 6 «Tecnología y sociedad». Ambos tienen asociados, respectivamente, cuatro y tres criterios de evaluación a partir de los cuales se han concretado los estándares de aprendizaje evaluables asociados a la propuesta.

Debido al contexto particular en que se aplica, está planificada para una duración total de seis sesiones de una hora de duración (no necesariamente consecutivas e independientemente del trabajo autónomo del alumno), de las cuales cuatro tendrán lugar en el aula taller y dos en aulas convencionales. Por tanto, solo se cubrirá de forma parcial el contenido de los citados bloques, al enmarcarse esta propuesta en una programación general que cubriría el resto de los contenidos y que no se especifica en este TFM.

4.2. Concreción curricular

A partir de lo expuesto hasta ahora, la tabla 4.1 recoge la distribución de actividades a lo largo del tiempo, dependiendo del número de sesión, así como su relación con los estándares de aprendizaje evaluables (EAE), objetivos de la etapa (OE), objetivos de la materia (OM), competencias clave (CC) y elementos transversales (ET). De los anteriores, en este apartado y el siguiente solo se explicitan los EAE y las actividades debido a que el resto de los elementos anteriores se enuncian en el anexo B, tal y como se ha explicado en el apartado 2.1.2, secciones a las cuales se refiere a los lectores para comprender la nomenclatura de la tabla 4.1 y de los siguientes párrafos. En cuanto a los EAE aplicables a la propuesta didáctica, al especificarse a partir de los criterios de evaluación (CE), se enuncian a continuación indicando su relación con estos y con los bloques de contenidos (B) correspondientes.

- a) Identificar y saber dar ejemplos de elementos que actúan como consumidores, productores o almacenadores de energía eléctrica en la instalación de una vivienda. Correspondencia curricular: B2 (CE1) y B6 (CE2).
- b) Describir el funcionamiento elemental de una instalación fotovoltaica doméstica y la influencia de fenómenos como el movimiento del sol y las condiciones atmosféricas que afectan a la producción de energía en estas instalaciones. Correspondencia curricular: B2 (CE1) y B6 (CE2).
- c) Representar mediante simbología normalizada los elementos de una instalación fotovoltaica doméstica. Correspondencia curricular: B2 (CE2).
- d) Entender la importancia de la eficiencia energética y saber nombrar medidas que contribuyan al ahorro energético y a la gestión de la demanda con criterios medioambientales. Correspondencia curricular: B2 (CE3 y CE4) y B6 (CE3).
- e) Manejar herramientas básicas, como un laboratorio virtual, para realizar análisis sencillos del impacto económico y energético en viviendas con instalaciones para autoconsumo. Correspondencia curricular: B2 (CE3 y CE4) y B6 (CE2) y B6 (CE2 y CE3).
- f) Incorporar las TIC para labores de búsqueda de información e investigación acerca de instalaciones fotovoltaicas domésticas. Correspondencia curricular: B2 (CE3) y B6 (CE2).

Tabla 4.1. Concreción curricular de la propuesta didáctica

Actividad	ET*	CC	OE*	OM*	EAE
A	k) l)	CMCT	-	2	-
B	h) k) l)	CD	-	-	-
C	h) k) l)	CCL, CMCT, CD, CSC, CAA	b) e) f) h)	1 2 3 5 6	a) b) d) f)
D	b) g) h) k) l)	CCL, CMCT, CD, CAA	b) e) f) h)	1 2 3 5 6	a) b) d) f) e)
E	k) l)	CMCT	-	2	a) b) c)
F	h) k) l)	Todas	a) b) g) h)	1 2 3 4 5 6 8	a) b) d) c) e)
G	k) l)	CCL, CMCT	a) f)	4 5 8	a) b)
H	b) g) h) k) l)	CCL, CMCT, CSC, CD	a) f)	6 8	a) b)
I	h) k) l)	CCL, CSC	a) h)	-	-

*Nótese que estos elementos, por su carácter, se trabajan de manera constante. En esta tabla simplemente se han remarcado aquellos en los que se pretende incidir en cada actividad.

4.3. Planificación de la propuesta y descripción de las actividades

A continuación, se presenta una breve descripción de las actividades que forman parte de la propuesta didáctica, con el fin de ayudar a dilucidar la información contenida en la tabla 4.1. Además, la planificación de estas se detalla en la tabla 4.2, donde se indica la duración de las mismas, cómo encajarían dentro de las seis sesiones previstas, en qué recinto tendrían lugar y cuáles serían los recursos necesarios. Cabe destacar que la secuencia de actividades se plantea tratando de reproducir, de manera pedagógica, el proceso habitual en un trabajo técnico o científico, exceptuando la fase de planificación que es tarea del docente y está contenida en la propia propuesta didáctica: identificación del problema, recopilación de información, realización de ensayos, análisis de datos, presentación de resultados y conclusiones.

A. Presentación del contenido. Consistente en una breve introducción del resto de actividades que tendrán que realizar los alumnos, la cual se realizará para poner en contexto la propuesta didáctica dentro del programa general de la materia.

Tabla 4.2. Planificación y distribución temporal la propuesta didáctica

Actividad	Sesión	Duración	Lugar	Recursos docentes	Recursos alumnado
A	1	15 min	Clase	PC, proyector	Ninguno o libreta y bolígrafo
B	1	20 min	Clase	PC, proyector, Kahoot! cuestionario anexo C	Dispositivo digital o libreta y bolígrafo
C	1	25 min	Clase	PC, proyector, PVLab cuestionario 1	Dispositivo digital o libreta y bolígrafo
D	2	40 min	Taller	PC, proyector, PVLab cuestionario 2	PC, PVLab
E	2	20 min	Taller	PC, proyector	Ninguno o libreta y bolígrafo
F	3-5	180 min	Taller	Cualquiera de los anteriores, como apoyo	PC, PVLab
G	6	15 min	Clase	PC, proyector	Ninguno o libreta y bolígrafo
H	6	30 min	Clase	PC, proyector, Kahoot! cuestionario anexo C	Dispositivo digital o libreta y bolígrafo
I	6	15 min	Clase	PC, proyector, cuestionario tipo anexo A	Dispositivo digital o libreta y bolígrafo

B. Kahoot! Inicial. Kahoot! es una plataforma que permite crear cuestionarios de evaluación con fines didácticos a través de dispositivos digitales con acceso a la red (Kahoot!, 2021). Tras presentar de forma somera el problema que tendrán que resolver los alumnos en la actividad F, se les animará a realizar una evaluación inicial (véase el anexo C) cuyas respuestas no serán evaluadas, pero sí la participación en la misma (véase la tabla 4.3). Las respuestas correctas no serán reveladas hasta el momento en que se realice la actividad H.

C. Investigación y preparación 1. Se les realizará una demostración del laboratorio virtual, explicando su funcionamiento básico (sin detallar los fenómenos físicos que rigen su comportamiento y que serán objeto de aprendizaje por descubrimiento) y el significado de los elementos de la interfaz. Asimismo, se les presentará una serie de preguntas relacionadas con los contenidos que es necesario comenzar a interiorizar de cara a la actividad F. Para responder a estas será necesario la consulta y cita de fuentes de información apropiadas, preferentemente a través de internet.

- D. Investigación y preparación 2. Como continuación de la actividad C con que da término a la primera sesión, se comenzaría la sesión 2 realizando una puesta en común de las respuestas proporcionadas para cada una de las preguntas. En relación con este primer cuestionario y habiendo tenido una primera toma de contacto con las instalaciones fotovoltaicas domésticas y la geometría solar, se les presentaría un segundo cuestionario, relacionado con el anterior, pero de aplicación práctica. Es decir, para poder responderlo tendrán que configurar y experimentar con propio laboratorio virtual. Ambos cuestionarios, que serán entregados al término de la sesión 3, se evaluarán conforme a la rúbrica de la tabla 4.3.
- E. Investigación y preparación 3. Una vez se tengan asimilados los conceptos básicos sobre los que continuar construyendo conocimiento, se detallará a los alumnos el objetivo de la actividad de diseño y se les presentará el contenido básico de un informe técnico, incluyendo la simbología normalizada de una instalación de autoconsumo, puesto que serán elementos que tengan que incluir en la memoria final que entreguen como resultado de la actividad F.
- F. Análisis, diseño y documentación. Aprovechando la facilidad que proporciona el taller para interactuar con los alumnos cuando trabajan de manera autónoma pero supervisada, buena parte de las sesiones en este se dedicarán a resolver el problema principal que se plantea en esta propuesta didáctica, que consiste en el diseño de una instalación fotovoltaica doméstica con criterios de ahorro, premiándose aquellos diseños más eficientes desde el punto de vista económico (véase la rúbrica de la tabla 4.3). Para ello se establecerán algunas pautas comunes como la ubicación de la misma, el período en el que será analizada la instalación y los patrones de consumo de los electrodomésticos. Como resultado de esta actividad se deberá entregar una breve memoria de carácter técnico con los datos relativos a la instalación y el análisis energético y económico que realicen mediante el laboratorio virtual.
- G. Publicación y análisis de resultados. A modo de repaso, y habiendo revisado de antemano las memorias técnicas entregadas por los alumnos, el docente realizará un análisis de las mejor detalladas y las más eficientes, con el fin

detectar y poner remedio a posibles deficiencias en la asimilación de contenidos por parte de los estudiantes y fomentando el debate en el que estos justifiquen sus diseños.

- H. Kahoot! Final. Para evaluar la eficacia de la propuesta y terminar de asentar los conocimientos adquiridos, se realizaría de nuevo el cuestionario incluido en el anexo C, pero esta vez teniéndose en cuenta en la evaluación el número de respuestas correctas y justificando ante el aula las razones por las que lo son.
- I. Encuesta de valoración del proceso. Como último instrumento, también para evaluar esta propuesta didáctica, se realizaría un cuestionario de opinión similar al que se presenta en el apartado A, cuyas respuestas no serán evaluadas, pero sí la participación en el mismo (véase la tabla 4.3).

Nótese que en la tabla 4.2 se ha previsto el uso de los PC del taller para todas las actividades que se realizan en el mismo. Dependiendo del número de alumnos matriculados y el de ordenadores disponibles, podría ser necesario la organización de grupos de trabajo para que realicen las actividades de forma conjunta. En tal caso, se agruparía a los alumnos a partir de la información obtenida en la actividad B y de las dinámicas en el aula observadas por el docente, tratando de agruparlos de manera que los equipos estén compuestos de forma heterogénea por estudiantes de distintas capacidades y niveles de aprendizaje.

Por otro lado, para las actividades que se realizan en el aula convencional y que requieren de acceso a un dispositivo digital como un ordenador portátil, tableta o teléfono inteligente (actividades B, C, H e I), se prevé solicitar al centro el uso de los equipos necesarios para realizar la actividad. Si dicha solicitud fuera denegada, se emplearía alternativamente material impreso y la herramienta Plickers, que permite responder cuestionarios a través de códigos QR (Plickers Inc, 2019). También es posible adaptar dichas actividades para realizarse de forma manuscrita, aunque perderían su carácter didáctico en el empleo de las TIC.

Finalmente, aunque es difícil prever las circunstancias particulares del alumnado en un caso hipotético como el de este TFM, sí que se puede enunciar algunas pautas generales de atención a la diversidad. Así pues, para alumnos con

altas capacidades es posible incluir ejercicios adicionales y de mayor complejidad debido a que el propio laboratorio virtual se ha diseñado para ser empleado en enseñanzas correspondientes a etapas posteriores a la de ESO. Igualmente, para los alumnos con dificultades en el aprendizaje se ofrecería material de aprendizaje complementario a través de la red, así como una atención particular por parte del docente en aquellas actividades donde trabajan de forma más autónoma (actividades C, D y F). En cuanto al caso quizá más probable, por las características del centro, de contar con alumnos sordos o con discapacidad auditiva, es el propio centro el que coordina en el aula la presencia de auxiliares de conversación de lengua de signos o por profesores de apoyo.

4.4. Evaluación y autoevaluación

Para evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado se dispone de diferentes instrumentos como la observación y anotación del docente en el aula, la memoria técnica correspondiente a la actividad F, los cuestionarios para el aprendizaje guiado de los alumnos correspondientes a las actividades C y D, así como los cuestionarios breves de evaluación y opinión de las actividades B, H e I. Todos estos instrumentos de evaluación (IE) se recopilan en la tabla 4.3, que contiene la rúbrica mediante la que obtener la calificación de la propuesta didáctica. Cada ítem se valorará en una escala de números enteros de 0 a 3 atendiendo al nivel de superación expuesto en dicha rúbrica. Así, la calificación numérica de la propuesta didáctica en una escala de 0 a 10 vendría dada por el resultado de multiplicar el peso de cada elemento de la tabla 4.3 por el nivel acreditado por el alumno y multiplicar el resultado por 10/3.

Del mismo modo, la eficacia de la propuesta didáctica será medida a través algunos de estos IE en particular: por un lado, la comparación de las respuestas de los Kahoot! de las actividades B y H ofrece una fotografía interesante del nivel de calado en los alumnos de los contenidos trabajados; por otro lado, la encuesta de opinión de la actividad I permite obtener una valoración personal de alumnado con la que reflexionar sobre la inclusión de otros enfoques, recursos y metodologías de cara a repetir esta propuesta con otros grupos de estudiantes.

Tabla 4.3. Rúbrica de evaluación de la propuesta didáctica

IE	Peso	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 0
Actividad C Información adecuada a sus necesidades	10 %	Utiliza múltiples fuentes de información, justificando cuidadosamente repuestas y fuentes	La información es apropiada, pero no justifican adecuadamente sus respuestas o no citan fuentes	La información es apropiada, pero no justifican adecuadamente sus respuestas y no citan fuentes	La información con la que trabajan es errónea o irrelevante
Actividades C y D Respuestas de los cuestionarios	20 %	Ha tenido hasta 2 respuesta incorrecta o injustificada	Ha tenido hasta 3 respuesta incorrecta o injustificada	Ha tenido hasta 4 respuesta incorrecta o injustificada	Ha tenido hasta 5 respuesta incorrecta o injustificada
Actividad F Eficiencia económica	25 %	Ha obtenido el diseño más económico	Ha obtenido un diseño hasta un 50% inferior que el óptimo	Ha obtenido un diseño hasta un 90% inferior que el óptimo	Ha obtenido un diseño más de un 90% inferior que el óptimo
Actividad F Memoria técnica de la instalación	30 %	La documentación justifica todo el diseño y está apropiadamente editada	La documentación no justifica todo el diseño o no está apropiadamente editada	Existe algo de documentación, pero no está clara ni completa	La documentación es casi inexistente o no la han entregado
Actividad H Respuestas del Kahoot! final	5 %	Ha tenido hasta 2 respuestas incorrectas	Ha tenido hasta 3 respuestas incorrectas	Ha tenido hasta 4 respuestas incorrectas	Ha tenido 5 o más respuestas incorrectas
Actividades B, C, D, F, H e I Realización de actividades	5 %	Ha realizado todos los cuestionarios y el diseño de la instalación	No ha realizado alguno de los cuestionarios propuestos, pero sí el diseño de la instalación	No ha realizado ninguno de los cuestionarios propuestos o el diseño de la instalación	No ha realizado ninguno de los cuestionarios propuestos ni el diseño de la instalación
Todas las actividades Actitud de trabajo en el aula	5 %	Trabaja siempre en un clima participativo, cooperativo y de respeto	Trabaja siempre en un clima de respeto, aunque ocasionalmente no participa en clase	Tiene alguna falta de respeto ocasional o reiteradas faltas de participación en clase	No participa nunca en clase o no respeta las instrucciones ni a los compañeros.

Capítulo 5. Conclusiones y trabajos futuros

5.1. Conclusiones

Los principales resultados de este trabajo se resumen en los Capítulos 3 y 4 y coinciden con los objetivos marcados inicialmente, tal y como se expuso en el apartado 1.3: el desarrollo del laboratorio virtual fotovoltaico y su aplicación a una propuesta didáctica en el contexto en el que el autor de este TFM realizó las prácticas externas. En este sentido, ambos elementos satisfacen los objetivos concretos establecidos en el mismo apartado, como se reitera a continuación.

- PVLab se ha elaborado con la herramienta EJS y se postula como una alternativa didáctica y flexible para la enseñanza de fundamentos fotovoltaicos, incluyendo la posibilidad de realizar sencillos análisis económicos, en diferentes niveles educativos.
- Se ha programado una propuesta didáctica de seis sesiones de duración donde se explotan las capacidades de la herramienta, enmarcada en un grupo de 4º de ESO del IES Azcona que cursa la materia de Tecnología.

No obstante, debido al alcance y extensión que tiene un trabajo como el de este TFM, se circunscribe la aplicación práctica a un contexto muy específico y que no está exento de la asunción de ciertas hipótesis. Aunque en el siguiente apartado se amplía brevemente el marco de aplicación, al exponerse el potencial de PVLabs para su uso en otros niveles de la enseñanza como posibles líneas de trabajo futuras, la aplicación real de una propuesta de este tipo estaría normalmente incluida en una programación anual de la materia realizada por el departamento a cargo de la misma (el Departamento de Tecnología en este caso), la cual habría de tenerse en cuenta a la hora de laborar la propuesta didáctica.

A pesar de lo anterior, es destacable el hecho de que uno de los resultados principales del TFM, el propio laboratorio virtual, será objeto de difusión y aplicación en casos reales de enseñanza por parte del autor de este TFM, y/o de cualquier otro docente o investigador interesado, al enmarcarse su desarrollo en un grupo de investigación que habitualmente hace uso de estas herramientas.

Igualmente, pese a al carácter hipotético de la propuesta didáctica, ha de tenerse en cuenta que esta contribuiría a mejorar la impartición de la asignatura de Tecnología en Educación Secundaria. Por un lado, trata de facilitar el aprendizaje de los elementos curriculares (fundamentos fotovoltaicos y energéticos en el ámbito doméstico) de una forma amigable y fomentando el uso de recursos digitales y, por otro, de inculcar una actitud responsable frente a un problema social y medioambiental como es el cambio climático, a través del ahorro energético y del uso de fuentes de energía renovables.

En lo personal, el aprendizaje de EJS ha supuesto un valor añadido en la formación del autor de este TFM por ser aplicable al desarrollo de otros laboratorios virtuales con fines docentes, que traten otros de los contenidos curriculares en la ESO, Bachillerato, o la formación profesional. Asimismo, los últimos cambios introducidos en la legislación, que han tenido lugar entre 2020 y 2021, han requerido su estudio y análisis a la hora de elaborar la propuesta didáctica. De este modo, pese a no haberse tratado en el momento en que se cursaron el resto de las asignaturas de la titulación, entre 2018 y 2019, el autor de este TFM es consciente del porvenir en materia de educación, con respecto al calendario de implantación de la nueva normativa y el desarrollo de nuevos currículos en los próximos años.

A modo de decálogo reflexivo, los hallazgos de este TFM y de la experiencia docente del autor del mismo pueden resumirse como se enuncia a continuación.

- Los laboratorios virtuales son una herramienta con mucho potencial para explotar el aprendizaje experiencial en todos los niveles educativos y de cualquier materia, al requerir como único recurso un dispositivo digital con el que interactuar.

- El uso de laboratorios virtuales en una propuesta didáctica puede ser simplemente a modo de complemento de otras actividades o de manera que esta gire en torno al mismo.
- La materia de Tecnología de 4º de ESO tiene cabida para el desarrollo de actividades basadas en el uso responsable de la energía y el fomento del ahorro energético y las energías renovables en el ámbito doméstico, aunando los contenidos de los Bloques 2 y 6 del currículo oficial (Orden de 14 de julio de 2016, 2016a).

5.2. Trabajos futuros

A partir de todo lo expuesto hasta ahora y de la experiencia docente y profesional del autor de este TFM, se proponen como posibles líneas de trabajo futuras que den continuidad al trabajo aquí desarrollado las que se enuncian a continuación.

- Propuesta didáctica para un curso completo de la asignatura de Tecnología de 4º de ESO.
- Propuesta didáctica para ciclos formativos, Bachillerato, y otras enseñanzas a partir de la herramienta PVLab.
- Desarrollo de otros laboratorios virtuales mediante EJS para el estudio de la energía solar térmica o de otras instalaciones domésticas (abastecimiento hídrico, de gas...), por citar algunos ejemplos.
- Inclusión en PVLab de elementos adicionales para el análisis detallado y más realista de instalaciones fotovoltaicas.
- Estudio de la aceptación de la herramienta PVLab y de los laboratorios virtuales por parte de los estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Alonso Montesinos, J. B. (2014). Predicción a corto plazo del recurso solar en todo tipo de condiciones de cielo utilizando imágenes de satélite y cámara de cielo. [Tesis Doctoral, Universidad de Almería].
- Ambientech. (s. f.). Recurso educativo: Laboratorio virtual de investigación biomédica. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://ambientech.org/laboratorio-virtual-en-investigacion-biomedica>
- ARM-TEP197. (2021). Página web del Grupo de Investigación «Automática, Robótica y Mecatrónica». Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://arm.ual.es/arm-group/>
- Autodesk. (2021). Tinkercad | Create 3D digital designs with online CAD. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://www.tinkercad.com/>
- Banzi, M., y Shiloh, M. (2014). Getting Started with Arduino: The Open Source Electronics Prototyping Platform (3.a ed.). Maker Media, Inc.
- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., y Bransford, J. D. (1998). Doing With Understanding: Lessons From Research on Problem- and Project-Based Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 271-311.
- Calvo Gordillo, I., Zulueta Guerrero, E., Gangoiti Gurtubay, U., y López Guede, J. M. (2008). Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. *Ikastorratza, e-Revista de didáctica*, 3, 1-21.

-
- Cerezo, F., y Sastrón, F. (2015). Laboratorios Virtuales y Docencia de la Automática en la Formación Tecnológica de Base de Alumnos Preuniversitarios. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 12(4), 419-431.
- Cienytec. (2017). Laboratorios virtuales de biología para simulación de experimentos. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://www.cienytec.com/edu2-software-laboratorio-virtual-biologia.htm>
- Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. (2019). Red de centros educativos. Recuperado 21 de octubre de 2021, de http://www.juntadeandalucia.es/educacion/vscripts/centros/listado_int.asp
- Cortés Martínez, L. J. (2020). Herramienta para el aprendizaje de las técnicas de control climático de un invernadero basada en Easy Java Simulations. [Proyecto Fin de Carrera, Universidad de Almería].
- del Val de la Fuente, N. (2018). Propuesta de innovación para la enseñanza de la Física y la Química: Energías Renovables. [Proyecto Fin de Carrera, Universidad de Valladolid].
- Duffie, J. A., y Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes*. En *Solar Engineering of Thermal Processes: Fourth Edition*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118671603>
- Emtic. (s. f.). Laboratorios virtuales. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://emtic.educarex.es/256-laboratorios-virtuales>
- Esquembre, F. (2021). EJS Home Page. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://www.um.es/fem/EjsWiki/?userlang=es>
- Free Sun Power. (s. f.). Solar Energy Electric Power System Simulation. Recuperado 21 de octubre de 2021, de http://www.freesunpower.com/solar_simulator.php
- Google LLC. (2021). Google Maps. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://www.google.com/maps/>

-
- Graó Educación. (2021). Laboratorios virtuales de química. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://www.grao.com/es/producto/laboratorios-virtuales-de-quimica>
- Guzmán Sánchez, J. L., Costa Castelló, R., Berenguel Soria, M., y Dormido Bencomo, S. (2012). Control automático con herramientas interactivas. Pearson.
- IES Azcona. (2021). Documentos del centro. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <http://www.iesazcona.org/index.php/es/ies-azcona/documentos-del-centro>
- Infante Jiménez, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa RMIE*, 19(62), 917-937.
- InfinityPV. (2021). Virtual tools. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://infinitypv.com/learn/virtual-tools>
- Kahoot! (2021). Página web de Kahoot! Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://kahoot.com/>
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development* (2.a ed.). Pearson Education.
- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. (2016a). Boletín Oficial de la Junta de Andalucía núm. 144, de 28 de julio de 2016. <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2016/144/18>.
- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

-
- (2016b). Boletín Oficial de la Junta de Andalucía núm. 145, de 29 de julio de 2016. <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2016/145/52>.
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Nuevo coronavirus 2019. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019>
- Plickers Inc. (2019). Plickers website. Recuperado 21 de octubre de 2021, de <https://get.plickers.com/>
- Ramírez González, J. (2013). Propuesta didáctica para la enseñanza de las “energías renovables” en 4o ESO. [Proyecto Fin de Carrera, Universidad de Almería].
- Ramos Teodoro, J. (2021). Estrategias de gestión energética en entornos productivos con apoyo de energía solar. [Tesis Doctoral, Universidad de Almería].
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. (2014). Boletín Oficial del Estado núm. 3, de 3 de enero de 2015. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-37>.
- Real Decreto 1127/2010, de 10 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados y se fijan sus enseñanzas mínimas. (2010). Boletín Oficial del Estado núm. 244, de 8 de octubre de 2010. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-15355>.
- Real Decreto 177/2008, de 8 de febrero, por el que se establece el título de Técnico en Instalaciones Eléctricas y Automáticas y se fijan sus enseñanzas mínimas. (2008). Boletín Oficial del Estado núm. 53, de 1 de marzo de 2008. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-3957>
- Real Decreto 385/2011, de 18 de marzo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Energías Renovables y se fijan sus enseñanzas mínimas. (2011). Boletín Oficial del Estado núm. 89, de 14 de abril de 2011. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-6710>.

-
- Resnick, M., Maloney, Andrés Monroy-Hernández, J., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., y Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
- Rodríguez-Martín, M., y Rodríguez-González, P. (2019). Learning methodology based on weld virtual models in the mechanical engineering classroom. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(5), 1113-1125.
- Rodríguez Cánovas, S. (2011). Diseño de un laboratorio virtual para la docencia de la materia de Tecnología en Educación Secundaria. [Proyecto Fin de Carrera, Universidad de Almería].
- Ruiz, G. (2013). La teoría de la experiencia de John Dewey: significación histórica y vigencia en el debate teórico contemporáneo. *Foro de Educación*, 11(15), 103-124.
- Sánchez, C., De La Peña, D. M., y Gómez-Estern, F. (2020). Generación automática de problemas de diseño de controladores para sistemas lineales autoevaluables con Doctus. *RIAI - Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial*, 17(1), 1-9.
- Thomas, M. (2020). Virtual Teaching in the Time of COVID-19: Rethinking Our WEIRD Pedagogical Commitments to Teacher Education. *Frontiers in Education*, 5, 595574.
- Vega, J., y Cañas, J. M. (2019). Pybokids: An innovative python-based educational framework using real and simulated Arduino robots. *Electronics (Switzerland)*, 8(8).

Anexo A. Encuesta realizada tras la intervención intensiva

El objetivo de esta encuesta es conocer tu opinión con respecto a las actividades desarrolladas en el aula de Tecnología para la unidad de Programación y Sistemas de Control. Toda la información se tratará de forma anónima y no constituye una actividad evaluable. Muchas gracias por tu colaboración.

1. ¿Habías manejado algún programa para el diseño o simulación de montajes electrónicos antes de usar Tinkercad?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

2. ¿Conocías los microprocesadores Arduino antes de usar Tinkercad?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

3. ¿Habías programado alguna vez utilizando Scratch u otro lenguaje de programación antes de usar Tinkercad?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

4. Crees que has aprendido algo nuevo durante las explicaciones de clase y las actividades?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

5. ¿Te han parecido difíciles las actividades realizadas?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

6. ¿Te han resultado claras o de utilidad las explicaciones de clase?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

7. En general, ¿te has aburrido durante las actividades?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

8. Piensas que tienen utilidad los programas de simulación (como Tinkercad) para la asignatura de Tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

9. ¿Te gustaría seguir aprendiendo sobre programación, electrónica y robótica?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

10. ¿Crees que las actividades te han ayudado a entender o a estudiar alguno de los conceptos que aparecen en el libro de texto?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

11. ¿Has echado de menos el emplear componentes reales para las actividades?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

12. Recomendarías las actividades a alguien que está empezando a aprender?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

13. ¿Piensas que algo de lo que has aprendido te podría resultar útil en tu futuro académico o profesional?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

14. ¿Se te ocurren cosas que mejorar de cara al curso que viene?

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

15. En general, ¿cómo de positiva ha sido la experiencia?

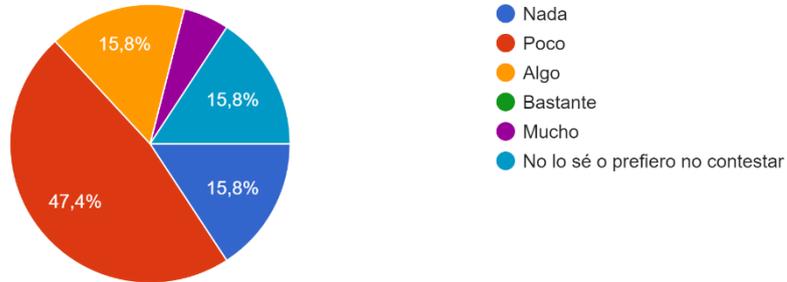
Marca solo un óvalo.

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Mucho
- No lo sé o prefiero no contestar

Anexo A

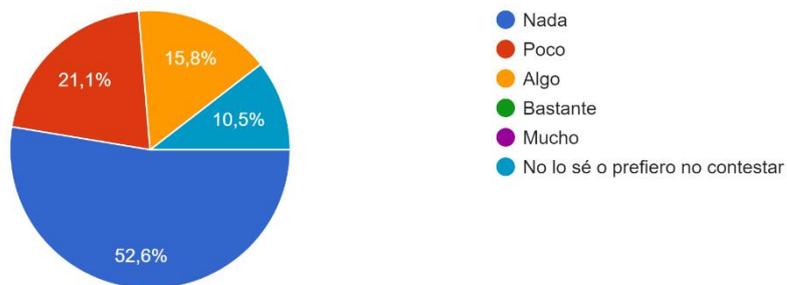
¿Habías manejado algún programa para el diseño o simulación de montajes electrónicos antes de usar Tinkercad?

19 respuestas



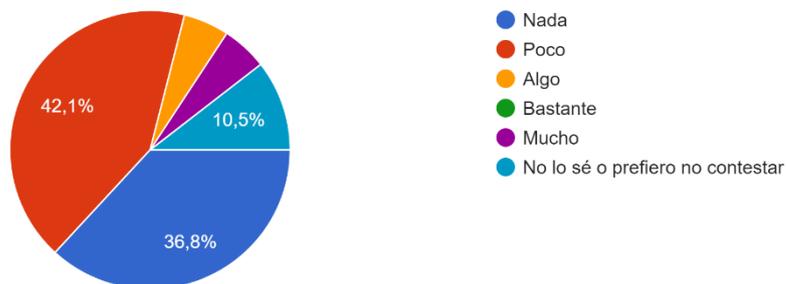
¿Conocías los microprocesadores Arduino antes de usar Tinkercad?

19 respuestas



¿Habías programado alguna vez utilizando Scratch u otro lenguaje de programación antes de usar Tinkercad?

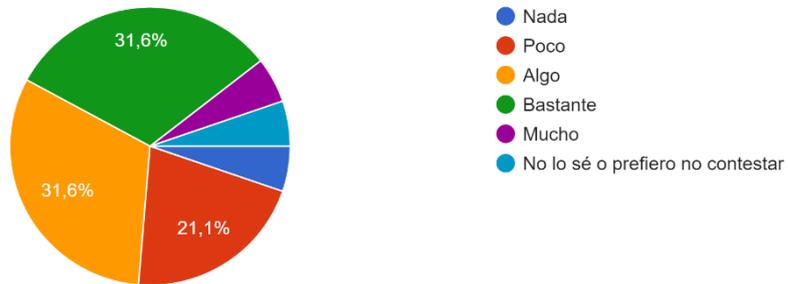
19 respuestas



Anexo A

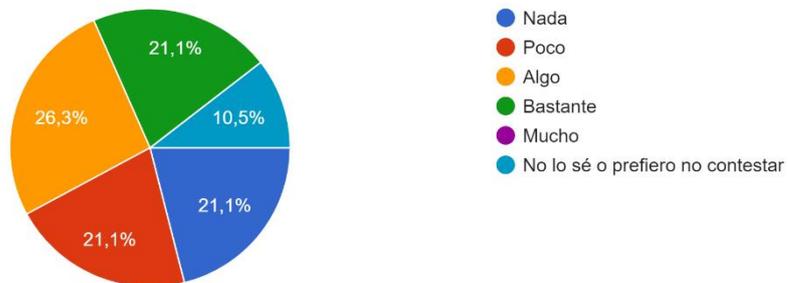
¿Crees que has aprendido algo nuevo durante las explicaciones de clase y las actividades?

19 respuestas



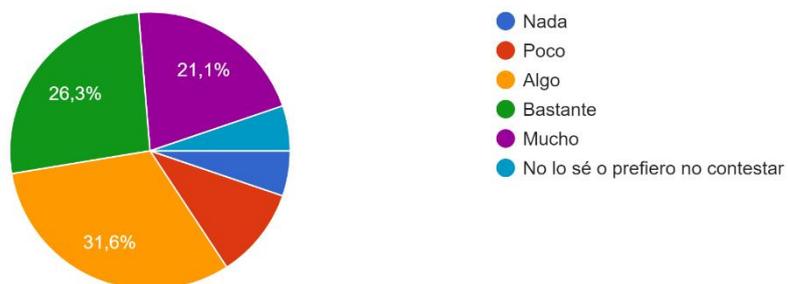
¿Te han parecido difíciles las actividades realizadas?

19 respuestas



¿Te han resultado claras o de utilidad las explicaciones de clase?

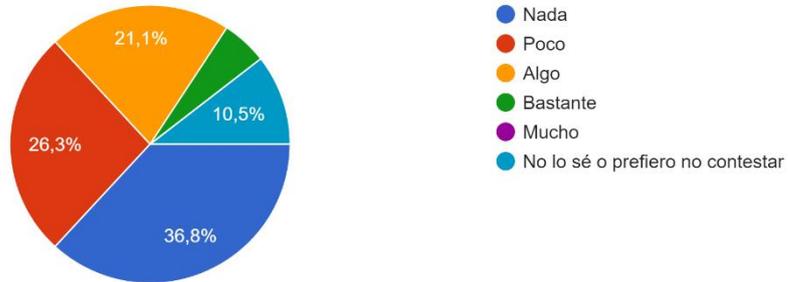
19 respuestas



Anexo A

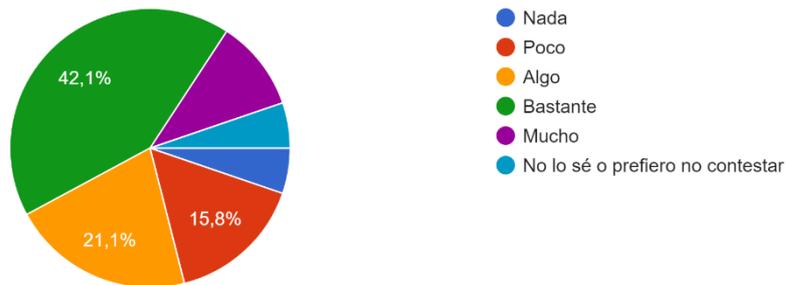
En general, ¿te has aburrido durante las actividades?

19 respuestas



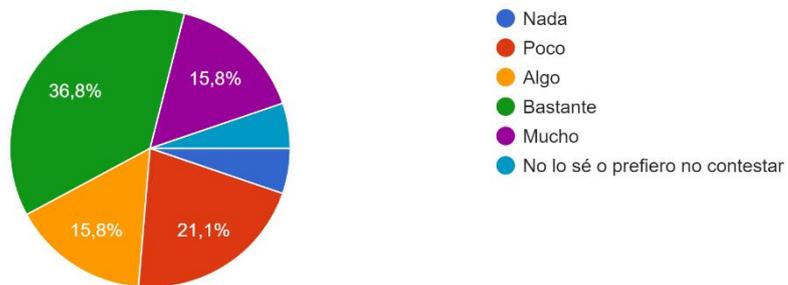
¿Pensas que tienen utilidad los programas de simulación (como Tinkercad) para la asignatura de Tecnología?

19 respuestas



¿Te gustaría seguir aprendiendo sobre programación, electrónica y robótica?

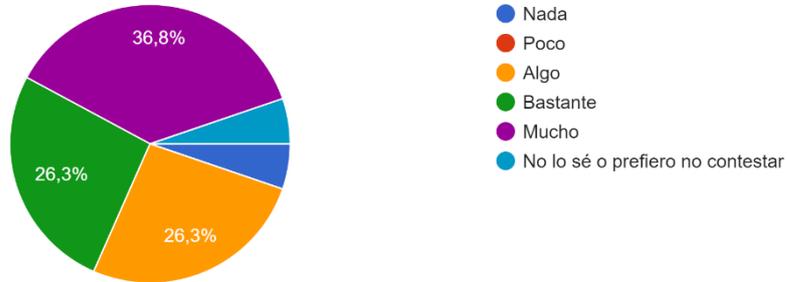
19 respuestas



Anexo A

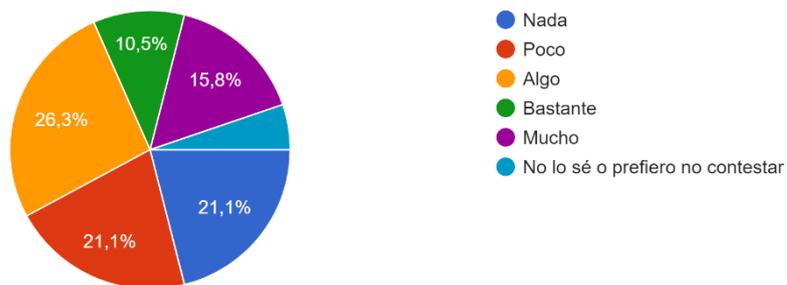
¿Crees que las actividades te han ayudado a entender o a estudiar alguno de los conceptos que aparecen en el libro de texto?

19 respuestas



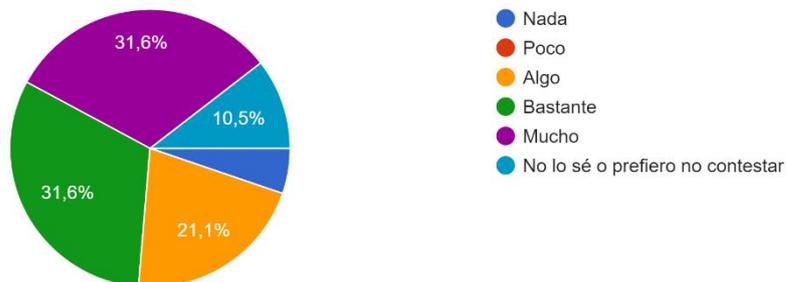
¿Has echado de menos el emplear componentes reales para las actividades?

19 respuestas



¿Recomendarías las actividades a alguien que está empezando a aprender?

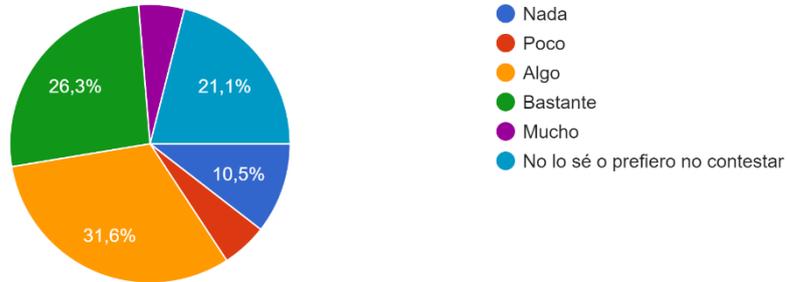
19 respuestas



Anexo A

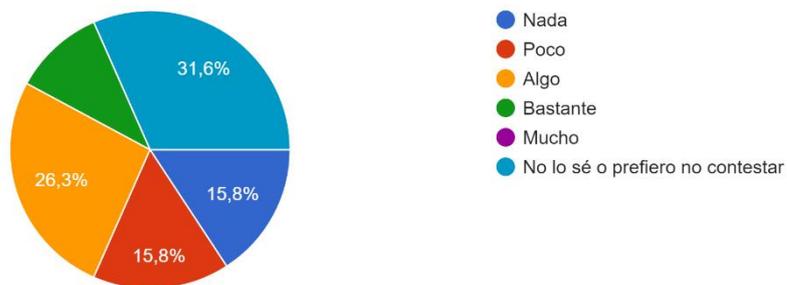
¿Piensas que algo de lo que has aprendido te podría resultar útil en tu futuro académico o profesional?

19 respuestas



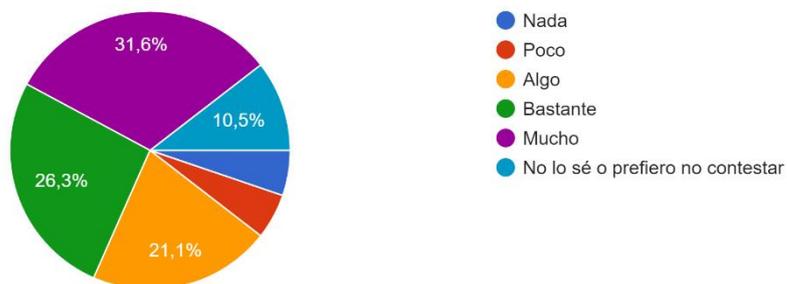
¿Se te ocurren cosas que mejorar de cara al curso que viene?

19 respuestas



En general, ¿cómo de positiva ha sido la experiencia?

19 respuestas



Anexo B. Legislación aplicable

B.1. Listado general

La normativa que puede afectar a una propuesta didáctica para Educación Secundaria Obligatoria, como la de este TFM, incluye legislación de carácter general y específica a nivel nacional y autonómico, así como los propios documentos del centro. Sin embargo, debido al nivel de concreción de esta propuesta y a que se trata de un supuesto práctico, solo se ha hecho referencia en el cuerpo principal de la memoria a aquellas normas de especial relevancia para la planificación de actividades. A continuación, se presenta un listado exhaustivo de toda la normativa de interés.

Legislación nacional de carácter general.

- Ley Orgánica 8/1985, de 3 de julio, reguladora del Derecho a la Educación.
- Real Decreto 83/1996, de 26 de enero, por la que se aprueba el Reglamento Orgánico de los Institutos de Educación Secundaria.
- Ley 27/2005, de 30 de noviembre, de fomento de la educación y la cultura de la paz
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación

Legislación nacional específica de la Educación Secundaria Obligatoria.

- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato.

Legislación autonómica de carácter general.

- Decreto 147/2002, de 14 de mayo por el que se establece la ordenación de la atención educativa a los alumnos y alumnas con necesidades educativas especiales asociadas a sus capacidades personales.
- Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía.
- Decreto 327/2010, de 13 de julio, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de los Institutos de Educación Secundaria.
- Orden de 20 de agosto del 2010, por la que se regula la organización y funcionamiento de los Institutos de Educación Secundaria, así como el horario de los Centros, del alumnado y del profesorado.
- Orden de 8 de septiembre de 2010, por la que se establece el procedimiento para la gestión de las sustituciones del profesorado de los centros docentes públicos dependientes de esta Consejería.

Legislación autonómica específica de la Educación Secundaria Obligatoria.

- Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía.
- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía, se regula la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.
- Decreto 182/2020, de 10 de noviembre, por el que se modifica el Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Orden de 15 de enero de 2021, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre distintas etapas educativas.

Documentos del centro educativo.

- Proyecto educativo.
- Proyecto lingüístico de centro.
- Reglamento de organización y funcionamiento.
- Proyecto de gestión.
- Programación general anual.
- Programación del Departamento de Tecnología.

B.2. Objetivos, competencias, contenidos y criterios de evaluación

B.2.1. Objetivos de la etapa

El Real Decreto 1105/2014 por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato indica como objetivos (OE) que la etapa de la ESO contribuirá a desarrollar en el alumnado las capacidades enunciadas a continuación.

a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.

b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.

c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia.

d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.

e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.

f) *Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.*

g) *Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.*

h) *Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.*

i) *Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.*

j) *Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.*

k) *Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.*

l) *Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.*

B.2.2. Objetivos de la materia

La Orden de 14 de julio de 2016 fija como objetivos de la Tecnología (OM) en la etapa de la ESO los enunciados a continuación.

1. *Abordar con autonomía y creatividad, individualmente y en grupo, problemas tecnológicos, trabajando de forma ordenada y metódica para estudiar el problema, recopilar y seleccionar información procedente de distintas fuentes, elaborar la documentación pertinente, concebir, diseñar, planificar y construir objetos o sistemas que resuelvan el problema estudiado y evaluar su idoneidad desde distintos puntos de vista.*

2. *Disponer de destrezas técnicas y conocimientos suficientes para el análisis, intervención, diseño, elaboración y manipulación de forma segura y precisa de materiales, objetos, programas y sistemas tecnológicos.*

3. *Analizar los objetos y sistemas técnicos para comprender su funcionamiento, conocer sus elementos y las funciones que realizan, aprender la mejor forma de usarlos y controlarlos y entender las condiciones fundamentales que han intervenido en su diseño y construcción.*

4. *Expresar y comunicar ideas y soluciones técnicas, así como explorar su viabilidad y alcance utilizando los medios tecnológicos, recursos gráficos, la simbología y el vocabulario adecuados.*

5. *Adoptar actitudes favorables a la resolución de problemas técnicos, desarrollando interés y curiosidad hacia la actividad tecnológica, analizando y valorando críticamente la investigación y el desarrollo tecnológico y su influencia en la sociedad, en el medio ambiente, en la salud y en el bienestar personal y colectivo.*

6. *Conocer el funcionamiento de las tecnologías de la información y la comunicación, comprendiendo sus fundamentos y utilizándolas para el tratamiento de la información (buscar, almacenar, organizar, manipular, recuperar, presentar, publicar y compartir), así como para la elaboración de programas que resuelvan problemas tecnológicos.*

7. *Asumir de forma crítica y activa el avance y la aparición de nuevas tecnologías, incorporándolas al quehacer cotidiano.*

8. *Actuar de forma dialogante, flexible y responsable en el trabajo en equipo, en la búsqueda de soluciones, en la toma de decisiones y en la ejecución de las tareas encomendadas con actitud de respeto, cooperación, tolerancia y solidaridad.*

B.2.3. Competencias clave

El Real Decreto 1105/2014 indica que para conseguir una adquisición eficaz de las competencias e integrarlas de forma efectiva, deberán diseñarse actividades de aprendizaje que permitan al alumnado avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo. Las competencias clave (CC) de la ESO son las enunciadas a continuación.

- a) *Comunicación lingüística.*
- b) *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.*
- c) *Competencia digital.*
- d) *Aprender a aprender.*
- e) *Competencias sociales y cívicas.*
- f) *Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.*
- g) *Conciencia y expresiones culturales.*

Por otro lado, la Orden de 14 de julio de 2016 desarrolla la relación entre estas y la materia de Tecnología y establece igualmente que han de diseñarse actividades integren en mayor o menor medida todas las competencias, a las que se hace referencia en este documento con los siguientes acrónimos (según el orden del listado anterior): CCL, CMCT, CD, CAA, CSC, SIEP, CEC.

B.2.4. Bloques de contenidos y criterios de evaluación

Conforme a la Orden de 14 de julio de 2016, los bloques de contenidos (B) y criterios de evaluación (CE) correspondientes a cada bloque, para la asignatura de Tecnología en 4º de ESO, son los enunciados a continuación.

Bloque 1: Tecnologías de la Información y de la Comunicación.

Elementos y dispositivos de comunicación alámbrica e inalámbrica: telefonía móvil y comunicación vía satélite. Descripción y principios técnicos. Tipología de redes. Conexiones a Internet. Publicación e intercambio de información en medios digitales. Conceptos básicos e introducción a los lenguajes de programación.

Programa fuente y programa ejecutable, compilación y ejecución de un programa, algoritmos, diagrama de flujo y simbología. Programas estructurados: constantes, variables, estructuras básicas de control, funciones, etc. Uso de ordenadores y otros sistemas de intercambio de información. Uso racional de servicios de Internet: control y protección de datos. Internet de las cosas (IoT).

Criterios de evaluación

- 1. Analizar los elementos y sistemas que configuran la comunicación alámbrica e inalámbrica. CMCT, CAA.*
- 2. Acceder a servicios de intercambio y publicación de información digital con criterios de seguridad y uso responsable. Conocer los principios básicos del funcionamiento de Internet. CMCT, CD, SIEP, CAA, CSC.*
- 3. Elaborar sencillos programas informáticos. CMCT, CD, CAA, SIEP.*
- 4. Utilizar equipos informáticos. CD, CAA.*
- 5. Conocer las partes básicas del funcionamiento de las plataformas de objetos conectados a Internet, valorando su impacto social. CMCT, CD, CSC.*

Bloque 2: Instalaciones en viviendas.

Instalaciones características: instalación eléctrica, instalación agua sanitaria, instalación de saneamiento.

Otras instalaciones: calefacción, gas, aire acondicionado, domótica. Normativa, simbología, análisis y montaje de instalaciones básicas. Ahorro energético en una vivienda. Arquitectura bioclimática.

Criterios de evaluación

- 1. Describir los elementos que componen las distintas instalaciones de una vivienda y las normas que regulan su diseño y utilización. CMCT, CCL.*
- 2. Realizar diseños sencillos empleando la simbología adecuada. CMCT, CAA.*
- 3. Experimentar con el montaje de circuitos básicos y valorar las condiciones que contribuyen al ahorro energético. CMCT, SIEP, CAA, CSC.*
- 4. Evaluar la contribución de la arquitectura de la vivienda, sus instalaciones y de los hábitos de consumo al ahorro energético. CAA, CSC, CEC.*

Bloque 3: Electrónica.

Electrónica analógica. Componentes básicos. Simbología y análisis de circuitos elementales. Montaje de circuitos sencillos. Electrónica digital. Aplicación del álgebra de Boole a problemas tecnológicos básicos.

Funciones lógicas. Puertas lógicas. Uso de simuladores para analizar el comportamiento de los circuitos electrónicos. Descripción y análisis de sistemas electrónicos por bloques: entrada, salida y proceso. Circuitos integrados simples.

Criterios de evaluación

1. *Analizar y describir el funcionamiento y la aplicación de un circuito electrónico y sus componentes elementales. CMCT, CAA.*

2. *Emplear simuladores que faciliten el diseño y permitan la práctica con la simbología normalizada. CMCT, CD, CAA.*

3. *Experimentar con el montaje de circuitos electrónicos analógicos y digitales elementales, describir su funcionamiento y aplicarlos en el proceso tecnológico. CMCT, CAA, SIEP.*

4. *Realizar operaciones lógicas empleando el álgebra de Boole en la resolución de problemas tecnológicos sencillos. CMCT, CD.*

5. *Resolver mediante puertas lógicas problemas tecnológicos sencillos. CMCT, CAA, SIEP.*

6. *Analizar sistemas automáticos, describir sus componentes. Explicar su funcionamiento, y conocer las aplicaciones más importantes de estos sistemas. CMCT, CAA, SIEP.*

7. *Montar circuitos sencillos. CMCT, CAA, SIEP.*

Bloque 4: Control y robótica.

Sistemas automáticos, componentes característicos de dispositivos de control. Sensores digitales y analógicos básicos. Actuadores. Diseño y construcción de robots. Grados de libertad. Características técnicas. El ordenador como elemento de programación y control. Lenguajes básicos de programación. Arquitectura y características básicas de plataformas de hardware de control, ventajas del hardware libre sobre el privativo.

Aplicación de tarjetas controladoras o plataformas de hardware de control en la experimentación con prototipos diseñados. Diseño e impresión 3D. Cultura MAKER.

Criterios de evaluación

1. *Analizar sistemas automáticos y robóticos, describir sus componentes. Explicar su funcionamiento. CMCT, CAA, CLL.*

2. *Montar automatismos sencillos. Diseñar, proyectar y construir el prototipo de un robot o sistema de control que resuelva un problema tecnológico, cumpliendo con unas condiciones iniciales. CMCT, SIEP, CAA, CSC.*

3. *Desarrollar un programa para controlar un sistema automático o un robot y su funcionamiento de forma autónoma. CMCT, CD, SIEP.*

4. *Manejar programas de diseño asistido por ordenador de productos y adquirir las habilidades y los conocimientos básicos para manejar el software que controla una impresora 3D. CMCT, CD, CAA, SIEP.*

5. Conocer el funcionamiento de una impresora 3D y diseñar e imprimir piezas necesarias en el desarrollo de un proyecto tecnológico. CMCT, CD, CAA, SIEP.

6. Valorar la importancia que tiene para la difusión del conocimiento tecnológico la cultura libre y colaborativa. CEC

Bloque 5: Neumática e hidráulica.

Análisis de sistemas hidráulicos y neumáticos. Componentes. Simbología. Principios físicos de funcionamiento. Montajes sencillos. Uso de simuladores en el diseño de circuitos básicos. Aplicación en sistemas industriales.

Criterios de evaluación

1. Conocer las principales aplicaciones de las tecnologías hidráulica y neumática. CMCT, CEC.

2. Identificar y describir las características y funcionamiento de este tipo de sistemas. Principios de funcionamiento, componentes y utilización segura en el manejo de circuitos neumáticos e hidráulicos. CMCT, CAA, CSC, CCL.

3. Conocer y manejar con soltura la simbología necesaria para representar circuitos. CMCT, CAA, CCL.

4. Experimentar con dispositivos neumáticos e hidráulicos y/o simuladores informáticos. CMCT, CD, CAA, SIEP.

5. Diseñar sistemas capaces de resolver un problema cotidiano utilizando energía hidráulica o neumática. CMCT, CAA, SIEP.

Bloque 6: Tecnología y sociedad.

Conocer la evolución tecnológica a lo largo de la historia. Analizar objetos técnicos y tecnológicos mediante el análisis de objetos. Valorar la repercusión de la tecnología en el día a día. Desarrollo sostenible y obsolescencia programada.

Criterios de evaluación

1. Conocer la evolución tecnológica a lo largo de la historia. CMCT, CAA, CEC, CLL.

2. Analizar objetos técnicos y tecnológicos mediante el análisis de objetos. CMCT, CAA, CD, CLL.

3. Valorar la repercusión de la tecnología en el día a día. Adquirir hábitos que potencien el desarrollo sostenible. CSC, CEC.

B.2.5. Elementos transversales

A partir de lo contemplado en el Decreto 111/2016 y el Real Decreto 1105/2014, el artículo 3 de la Orden de 14 de julio de 2016 se desarrolla que, sin perjuicio de su tratamiento específico en ciertas materias de la etapa vinculadas directamente con estos aspectos, el currículo debe incluir de manera transversal los elementos (ET) enunciados a continuación.

a) *El respeto al Estado de derecho y a los derechos y libertades fundamentales recogidos en la Constitución española y en el Estatuto de Andalucía.*

b) *Las competencias personales y las habilidades sociales para el ejercicio de la participación, desde el conocimiento de los valores que sustentan la libertad, la justicia, la igualdad, el pluralismo político y la democracia.*

c) *La educación para la convivencia y el respeto en las relaciones interpersonales, la competencia emocional, la autoestima y el autoconcepto como elementos necesarios para el adecuado desarrollo personal, el rechazo y la prevención de situaciones de acoso escolar, discriminación o maltrato, y la promoción del bienestar, de la seguridad y la protección de todos los miembros de la comunidad educativa.*

d) *Los valores y las actuaciones necesarias para el impulso de la igualdad real y efectiva entre mujeres y hombres, el reconocimiento de la contribución de ambos sexos a desarrollo de nuestra sociedad y al conocimiento acumulado por la humanidad, el análisis de las causas, situaciones y posibles soluciones a las desigualdades por razón de sexo, el respeto a la orientación y a la identidad sexual, el rechazo de comportamientos, contenidos y actitudes sexistas y de los estereotipos de género, la prevención de la violencia de género y el rechazo a la explotación y abuso sexual.*

e) *Los valores inherentes y las conductas adecuadas a los principios de igualdad de oportunidades, accesibilidad universal y no discriminación, así como la prevención de la violencia contra las personas con discapacidad. La tolerancia y el reconocimiento de la diversidad y la convivencia intercultural, la contribución de las diferentes sociedades, civilizaciones y culturas al desarrollo de la humanidad, la educación para la cultura de paz, el respeto a la libertad de conciencia, la consideración a las víctimas del terrorismo, el conocimiento de los elementos fundamentales de la memoria democrática vinculados principalmente con hechos que forman parte de la historia de Andalucía, y el rechazo y la prevención de la violencia terrorista y cualquier otra forma de violencia, racismo o xenofobia.*

g) *Las habilidades básicas para la comunicación interpersonal, la capacidad de escucha activa, la empatía, la racionalidad y el acuerdo a través del diálogo.*

h) *La utilización crítica y el autocontrol en el uso de las TIC y los medios audiovisuales, la prevención de las situaciones de riesgo derivadas de su utilización inadecuada, su aportación a la enseñanza, al aprendizaje y al trabajo del alumnado, y los procesos de transformación de la información en conocimiento.*

i) *Los valores y conductas inherentes a la convivencia vial, la prudencia y la prevención de los accidentes de tráfico. Asimismo, se tratarán temas relativos a la protección ante emergencias y catástrofes.*

j) *La promoción de la actividad física para el desarrollo de la competencia motriz, de los hábitos de vida saludable y la dieta equilibrada para el bienestar individual y colectivo, incluyendo conceptos relativos a la educación para el consumo y la salud laboral.*

k) *La adquisición de competencias para la actuación en el ámbito económico y para la creación y desarrollo de los diversos modelos de empresas, la aportación al crecimiento económico desde principios y modelos de desarrollo sostenible y utilidad social, el fomento del emprendimiento, de la ética empresarial y de la igualdad de oportunidades.*

l) La toma de conciencia sobre temas y problemas que afectan a todas las personas en un mundo globalizado, entre los que se considerarán la salud, la pobreza en el mundo, la emigración y la desigualdad entre las personas, pueblos y naciones, así como los principios básicos que rigen el funcionamiento del medio físico y natural y las repercusiones que sobre el mismo tienen las actividades humanas, el agotamiento de los recursos naturales, la superpoblación, la contaminación o el calentamiento de la Tierra, todo ello, con objeto de fomentar la contribución activa en la defensa, conservación y mejora de nuestro entorno como elemento determinante de la calidad de vida.

Anexo C. Cuestionario de evaluación

El siguiente cuestionario ilustra el concurso o encuesta en Kahoot! correspondiente a las actividades B y H de la propuesta didáctica de este TFM. Por razones prácticas, las preguntas y respuestas que se presentarían en los alumnos se incluyen a continuación en forma de texto, en lugar de incluirse capturas de pantalla de la propia aplicación. Las respuestas correctas se resaltan en negrita.

1. ¿Cuál de los siguientes electrodomésticos es el que más energía consume en casa?

- a) Ordenador **b) Frigorífico** c) Televisión d) Lavadora

2. ¿De los siguientes electrodomésticos en cuál es más difícil elegir el momento en que consume energía?

- a) Ordenador **b) Frigorífico** c) Televisión d) Lavadora

3. Normalmente, ¿cuándo es más cara la electricidad en España a lo largo del día?

- a) De 0:00 a 8:00 b) De 14:00 a 18:00 **c) De 18:00 a 22:00** d) El precio es constante para todo el mundo

4. ¿Qué es un panel fotovoltaico?

- a) Un dispositivo que produce electricidad a partir de luz solar** b) Un dispositivo que produce calor a partir de luz solar c) Un dispositivo que produce movimiento a partir de luz solar d) Ninguna de las otras respuestas es correcta

5. ¿Se pueden instalar en una vivienda paneles fotovoltaicos?

- a) No, se trata de algo más propio de una planta de energía solar b) No, está prohibido por la ley c) Sí, y conviene hacerlo en un lugar interior, aislado del frío **d) Sí, y conviene hacerlo en el tejado**

6. Normalmente, ¿cuándo se produce más electricidad mediante paneles fotovoltaicos a lo largo del día?

- a) De 0:00 a 8:00 **b) De 14:00 a 18:00** c) De 18:00 a 22:00 d) A cualquier hora del día

7. Normalmente, ¿cuándo se produce más electricidad mediante paneles fotovoltaicos dependiendo de la época del año?

- a) Invierno b) Primavera **c) Verano** d) Otoño

8. En el hemisferio norte, ¿cuándo se produce más electricidad mediante paneles fotovoltaicos dependiendo del mes año?

- a) Enero b) Marzo **c) Julio** d) Octubre

9. En el hemisferio sur, ¿cuándo se produce más electricidad mediante paneles fotovoltaicos dependiendo del mes año?

- a) Enero** b) Marzo c) Julio d) Octubre

10. En el hemisferio sur, ¿cuándo se produce más electricidad mediante paneles fotovoltaicos dependiendo del mes año?

- a) Enero** b) Marzo c) Julio d) Octubre

11. Actualmente, ¿cuánto tiempo se suele tardar en recuperar la inversión en una instalación fotovoltaica típica en el ámbito doméstico?

- a) Menos de un mes b) Menos de un año **c) Menos de diez años** d) Más de veinte años

12. En el hemisferio norte, ¿hacia dónde es mejor orientar los paneles fotovoltaicos?

- a) Norte **b) Sur** c) Este d) Oeste

13. En el hemisferio sur, ¿hacia dónde es mejor orientar los paneles fotovoltaicos?

- a) **Norte** b) Sur c) Este d) Oeste

14. En una vivienda con baterías, si los electrodomésticos demandan 1400 W y los paneles fotovoltaicos producen 500 W ¿qué habría que hacer para que los electrodomésticos funcionen correctamente?

- a) Cargar las baterías **b) Descargar las baterías**

15. En una vivienda con las baterías vacías, si los electrodomésticos demandan 1400 W y los paneles fotovoltaicos producen 500 W ¿qué habría que hacer para que los electrodomésticos funcionen correctamente?

- a) Cargar las baterías b) Descargar las baterías **c) Comprar energía eléctrica**

16. Por la noche, ¿de dónde es posible obtener energía eléctrica?

- a) De los paneles fotovoltaicos b) De los electrodomésticos **c) De la red de suministro** d) Del ordenador

17. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta respecto a la inclinación de los paneles fotovoltaicos en una vivienda y la producción de energía?

- a) Producen más si siempre están horizontales a) Producen más si siempre están verticales **c) Producen más en invierno si están verticales** d) Producen más en verano si están verticales

18. ¿Qué factor influye más en la inclinación de los paneles fotovoltaicos?

- | | | | |
|----------------------|----------------|--|--|
| a) La latitud | a) La longitud | c) Latitud y longitud influyen de igual modo | d) Ninguna de las otras respuestas es correcta |
|----------------------|----------------|--|--|

19. ¿Qué factor influye más en la orientación de los paneles fotovoltaicos?

- | | | | |
|----------------------|----------------|--|--|
| a) La latitud | a) La longitud | c) Latitud y longitud influyen de igual modo | d) Ninguna de las otras respuestas es correcta |
|----------------------|----------------|--|--|

20. ¿Qué elemento aumenta más el coste de una instalación fotovoltaica?

- | | | | |
|---------------|----------------|--|------------------------|
| a) La latitud | a) La longitud | c) Latitud y longitud influyen de igual modo | d) Las baterías |
|---------------|----------------|--|------------------------|