

# Modalidades de Aprendizaje para la Innovación Educativa





Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada (by-nc-nd): No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.



Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, bajo las condiciones siguientes:



Reconocimiento – Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el licenciadore:

Edición: Lourdes Villalustre Martínez y Marisol Fernández Cueli. Universidad de Oviedo. Vicerrectorado de Políticas de Profesorado. Instituto de Investigación e Innovación Educativa. (2023).  
Modalidades de aprendizaje para la innovación educativa. Universidad de Oviedo

La autoría de cualquier artículo o texto utilizado del libro deberá ser reconocida complementariamente.



No comercial – No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin obras derivadas – No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

© 2023 Universidad de Oviedo

© Los autores

Algunos derechos reservados. Esta obra ha sido editada bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional de Creative Commons.

Se requiere autorización expresa de los titulares de los derechos para cualquier uso no expresamente previsto en dicha licencia. La ausencia de dicha autorización puede ser constitutiva de delito y está sujeta a responsabilidad.

Consulte las condiciones de la licencia en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.es>

Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo

Edificio de Servicios - Campus de Humanidades

33011 Oviedo - Asturias

985 10 95 03 / 985 10 59 56

[servipub@uniovi.es](mailto:servipub@uniovi.es)

[www.publicaciones.uniovi.es](http://www.publicaciones.uniovi.es)

ISBN: 978-84-18482-94-6

## Indice

### DESARROLLO DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES.

**La necesidad de educación en bioética como competencia transversal de los futuros investigadores: una prueba de concepto en el grado de biología** ..... 13

*Ana María Navarro Incio y Laura Tolvía Navarro*

**La historia de la educación de las mujeres como espacio de reflexión para fomentar la igualdad de género en la docencia y la investigación universitaria**..... 19

*Victoria E. Alvarez Jiménez*

**Prevención de la violencia de género en el grado en educación primaria a través de los cuentos de Emilia Pardo Bazán** ..... 25

*María Luz Bort-Caballero y Manuel Gil-Mediavilla*

**Adopta una superficie: una aproximación visual a la geometría diferencial clásica** ..... 31

*Esther Cabezas Rivas y María García Monera*

**Blackboard blogging in the classroom: uso de la herramienta de los blogs en asignaturas de grado** ..... 39

*Lourdes Bosch Juan, Carolina Galiana Roselló, Verónica Veses Jiménez y Marta Marín Vázquez*

**Proyecto IMPULSO(R: orientación inicial y profesional del alumnado del Grado de Logopedia en la era digital** ..... 45

*Eliseo Diez-Itza, Paz Suárez-Coalla, Maite Iglesias y Verónica Martínez*

**Ingeniería y filosofía (IF 5.0): hacia la hibridación disciplinaria en clave dialógica** ..... 53

*Natalia Fernández Jimeno, Beatriz Rayón Viña, Pablo Revuelta Sanz, Enrique Álvarez Villanueva, Carla García Cárdenas, Jorge Coque Martínez, Marta Isabel González García y Ramón Rubio García*

### DESARROLLO DE LOS ODS.

**La integración del aprendizaje-servicio y ODS en la formación inicial del profesorado**..... 59

*Eider Chaves Gallastegui y José Miguel Correa Gorospe*

**Salud y bienestar en los centros educativos. Propuesta de un programa de prevención de trastornos de la conducta alimentaria y obesidad** ..... 65

*Beatriz Alonso-Tena, Amparo Calatayud Salom, Angel Joaquin Lucas Calatayud y Carles Ruiz-Tomás*

**El uso de Bancos de Tiempo como estrategia didáctica transdisciplinaria** ..... 73

*Gonzalo Llamedo-Pandiella*

<b>#NOesunJUEGO. Un videojuego de novela visual sobre la problemática del trabajo infantil .....</b>	<b>81</b>
<i>Pablo Garmen, Noemí Rodríguez, Eva García-Vázquez, Eduardo Dopico, Aida Dopico, Beatriz Cimadevilla y Carmen Blanco-Fernández.</i>	
<b>Estereotipos en libros de L1 y L2: revisión para la mejora educativa .....</b>	<b>89</b>
<i>María Muñoz Carrión y Jaime Puig Guisado</i>	
<b>El proceso de inclusión de un alumno con Síndrome de Prader-Willi. Un estudio de caso.....</b>	<b>109</b>
<i>Dainury Vázquez Coll, Juan Jorge Muntaner Guasp y Antonio Rodríguez Fuentes</i>	
NUEVAS METODOLOGÍAS DOCENTES.	
<b>La enseñanza de la filosofía mediante metodologías Activas .....</b>	<b>117</b>
<i>Javier Suárez</i>	
<b>Estrategias basadas en el juego y en el estudio de casos para la mejora de la comprensión de las prácticas de neuroanatomía en estudiantes del grado de psicología.....</b>	<b>125</b>
<i>Patricia Sampedro Piquero y Helena González Vaquerizo</i>	
<b>Metodología activa para mejorar la destreza de comunicación oral en inglés jurídico .....</b>	<b>133</b>
<i>María José Álvarez Faedo, Sergio Martínez López, y Alfonso Carlos Rodríguez Fernández-Peña</i>	
<b>Coevaluación de la escritura de noticias en el aula de educación primaria a través del uso de google forms .....</b>	<b>141</b>
<i>Lucas Javier Santiago Barrado, Daniel Lázaro Martín y María Jesús Fernández Sánchez</i>	
<b>Aprender a enseñar valores: preparando una unidad didáctica con contenido filosófico.....</b>	<b>149</b>
<i>Guillermo Moreno Tirado, Isabel Argüelles, Belén Laspra y Javier Suárez</i>	
<b>Innovación docente en el aprendizaje de la historia económica a través del uso de fuentes históricas .....</b>	<b>155</b>
<i>Damián Copena Rodríguez y Gabriel Pruneda</i>	
<b>La percepción del profesorado sobre las metodologías innovadoras en el aula .....</b>	<b>165</b>
<i>Joseba Delgado-Parada, María-Carmen Ricoy y María del Pino Díaz-Pereira</i>	
<b>Docencia práctica inclusiva en ciencias morfológicas: la visión del profesorado .....</b>	<b>171</b>
<i>Eva María del Valle Suárez, Montserrat García Díaz, y Ana María Navarro Incio</i>	
<b>“Flipped Classroom” en inglés: invirtiendo los roles estudiante-docente en un aula de Ingeniería .....</b>	<b>177</b>
<i>María Elena de Cos Gómez y Silvia Gregorio Sainz</i>	
<b>Investigación de problemas urbanos con alumnos de educación básica .....</b>	<b>185</b>
<i>Solange Francieli Vieira</i>	
<b>El uso de productos culturales audiovisuales para asimilar la asignatura de historia económica .....</b>	<b>191</b>
<i>María Gómez Martín</i>	
<b>Aprendizaje basado en proyectos en el ámbito universitario: geografía de los paisajes y el medio físico de España .....</b>	<b>201</b>
<i>Salvador Beato Bergua</i>	

<b>Edpuzzle como potenciador del aprendizaje a través de vídeos en ciencias de la salud .....</b>	<b>209</b>
<i>María Del Mar Fernández Álvarez, Rubén Martín Payo y Judit Cachero Rodríguez</i>	
<b>Coaprendizaje y competencia discursiva.....</b>	<b>217</b>
<i>Rosabel San Segundo Cachero</i>	
<b>Profesionales con Impacto .....</b>	<b>225</b>
<i>Aitana Sánchez-González, Andrés Meana-Fernández, Deva Menéndez-Teleña, Luis Alfonso Díaz-Secades, Verónica Soto-López, Ramón Rubio-García, Cristina Roces y Marco Sernaglia</i>	
<b>El aula de lengua española y su didáctica como espacio de buenas prácticas educativas para la formación de futuros docente de educación primaria .....</b>	<b>233</b>
<i>Sabina Reyes de las Casas</i>	
<b>Gamificación analógica vs digital en el entorno de la expresión gráfica en ingeniería .....</b>	<b>239</b>
<i>Diego-José Guerrero-Miguel, María-Belén Prendes-Gero, Martina-Inmaculada Álvarez-Fernández, Celestino González-Nicieza</i>	
<b>Gamificación en humanidades a través del juego <i>Timeline</i>: presentación del proyecto y primeras valoraciones.....</b>	<b>245</b>
<i>Enrique Meléndez Galán, Pedro D. Conesa Navarro, Carla Fernández Martínez, Antonio Ledesma González y Fuensanta Murcia Nicolás</i>	
<b>Empoderando a la infancia desde la Universidad. Una experiencia de aprendizaje y servicio a través de la metodología de Design for Change .....</b>	<b>253</b>
<i>Benjamín Castro-Martín</i>	
<b>Como actores de doblaje en educación primaria: una experiencia de doblaje para mejorar la expresión oral en inglés.....</b>	<b>259</b>
<i>Leticia Álvarez santamaría</i>	
<b>Escape Room en la asignatura de “enfermería de urgencias y cuidados críticos” en el grado de enfermería .....</b>	<b>267</b>
<i>Andrea Rodríguez Alonso, Sofía Osorio Álvarez, José Antonio Cernuda Martínez y Eva González López</i>	
<b>Lesson Study: aplicación del método de estudio en educación secundaria obligatoria .....</b>	<b>273</b>
<i>Celia Márquez López y M.ª Elena Gómez Parra</i>	
<b>De congreso en el aula sobre los últimos avances de la investigación en plantas .....</b>	<b>281</b>
<i>José Manuel Álvarez, Candela Cuesta, Ricardo Ordás y Elena Mª Fernández</i>	
<b>Reajuste de la metodología docente en educación superior a entornos virtuales: diseño y valoración .....</b>	<b>289</b>
<i>Mª Isabel López Rodríguez y Maja Barac</i>	
<b>Los videojuegos en las aulas del futuro. un enfoque pedagógico lúdico en educación superior .....</b>	<b>299</b>
<i>María Rosa Fernández-Sánchez, Noelia Durán-Rodríguez y Mario Cerezo-Pizarro</i>	
<b>Diseño Instruccional de sistemas gamificados en la formación inicial del profesorado. Una experiencia ambientada en el Universo Marve .....</b>	<b>307</b>
<i>Alberto González-Fernández, Isabel Porras-Masero y Alain Presentación-Muñoz</i>	



**Elementos narrativos y cómic con El hombre que mató a Lucky Luke. Una propuesta didáctica** ..... 315

*Carlos Flores Martínez y Miguel López-Verdejo*

**Metodología de aprendizaje colaborativo y basado en proyectos orientada a la aplicación de conocimientos teórico-prácticos en el desarrollo de un prototipo de motocicleta eléctrica para una competición interuniversitaria** ..... 321

*Ángel Navarro Rodríguez, Ramy Georgious Zaher, Álvaro Noriega González, Pablo García y Juan Manuel Guerrero*

#### TRANSFERENCIA DE LA INNOVACIÓN

**La Educación Inclusiva basada en los videojuegos** ..... 333

*Daniel Zarzuelo Prieto y Sergio Suárez González*

**Nacimiento y desarrollo de un ecosistema de aprendizaje creativo, emprendedor y sostenible: despertando vocaciones** ..... 341

*Emilio Álvarez-Arregui, Covadonga Rodríguez-Fernández, Lara González Díaz, María Covadonga Juez Siesto, Jesús Vera Berdasco y Tatiana Suárez Rodríguez*

#### TUTORÍA Y SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE APRENDIZAJE.

**La tutoría como factor clave para alcanzar el incremento escolar. Caso: Universidad Politécnica de Tulancingo Hidalgo**.....351

*María del Rosario López Torres, Ángel Alejandro Pastrana López, Claudia Vega Hernández y Angélica Elizalde Canale*

**Impacto del plagio en la evaluación del trabajo del estudiantado universitarios**..... 357

*Laura Calzada-Infante, Jorge Coque, María A. García García y Pilar L. González-Torre*

#### USO E INTEGRACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

**Corrección de prácticas de laboratorio y ejercicios propuestos en tiempo real**..... 365

*Pelayo Nuño Huergo y Francisco González Bulnes.*

**Impresión 3D. Una experiencia en el aula del futuro para la formación inicial del profesorado de educación primaria.** ..... 375

*Mario Cerezo-Pizarro, Jorge Guerra-Antequera, y Francisco Ignacio Revuelta-Domínguez*

**Opinión y formación sobre las TIC por parte de docentes granadinos de educación primaria que atienden a alumnado con dificultades vinculadas al lenguaje oral y escrito**..... 387

*Carmen del Pilar Gallardo Montes*

**Exploring the potential of video for the improvement of pre-service EFL and bilingual teachers' linguistic competence** ..... 393

*Francisco Javier Palacios-Hidalgo, Cristina Díaz-Martín, María Elena Gómez-Parra y Cristina A. Huertas-Abril*

**Estrategias para fomentar el aprendizaje ubicuo en la docencia práctica en microscopía**.....401

*Beatriz Caballero-García, Eva-Martínez-Pinilla, Yaiza Potes-Ochoa, Ana Coto-Montes y Ignacio Vega-Naredo*

**Desarrollo de una infraestructura de laboratorios informáticos multiplataforma y de bajo coste de recursos para la docencia de cursos de administración de sistemas y seguridad informática** ..... 409

*José Manuel Redondo López y Enrique Juan de Andrés Galiana*

**Infraestructura de código abierto para el soporte de enseñanza síncrona en entornos distribuidos** ..... 419

*Francisco Ortín, Jose Quiroga, Miguel Garcia, Javier Escalada y Oscar Rodriguez-Prieto*

<b>Plataforma para aprendizaje incremental en asignaturas de radar y radiodeterminación .....</b>	<b>426</b>
<i>Yuri Álvarez López, María García Fernández y Fernando Las-Heras Andrés</i>	
<b>I-dentus: manual digital de tratamientos y protocolos asistenciales para el estudiante de odontología.....</b>	<b>434</b>
<i>Matías Ferrán Escobedo Martínez, Luis Manuel Junquera Gutiérrez, Sonsoles Olay García, Sonsoles Junquera Olay y Enrique Barbeito Castro</i>	
<b>Innovación en la enseñanza de los sistemas digitales programables basados en microcontroladores .....</b>	<b>443</b>
<i>Juan Carlos Álvarez Antón, David Anseán González, Cecilio Blanco Viejo y Juan C. Viera Pérez</i>	
<b>Prácticas pedagógicas en un taller de rediseño de moda.....</b>	<b>453</b>
<i>Liliane Gonzaga Sommermeyer, Joana Cunha y Maria Cecilia Loschiavo dos Santos</i>	
<b>Diseño y resultados de un curso MOOC (UNIOVIX) para la elaboración de trabajos fin de estudios sobre adicciones .....</b>	<b>461</b>
<i>Alba González-Roz, Gema Aonso-Diego, y Andrea Krotter</i>	
<b>Aprendizaje del alumnado en las aulas para el uso de las tecnologías desde la perspectiva de género. La experiencia desde la narrativa de una maestra de educación primaria .....</b>	<b>469</b>
<i>Katya Bonelo Morales y Víctor Amar Rodríguez</i>	
<b>Realidad virtual y realidad aumentada como herramientas para la docencia .....</b>	<b>475</b>
<i>Marco Sernaglia, Noelia Rivera-Rellán, Marlene Bartolomé-Sáez, Luis Alfonso Díaz-Secades, Verónica Soto-López, Deva Menéndez-Teleña y Aitana Sánchez-González</i>	
<b>Evaluación del trabajo colaborativo del alumnado a través de machine learning.....</b>	<b>483</b>
<i>Marina Díaz Piloñeta, Joaquín Villanueva Balsera, Gemma Martínez Huerta y Marta Terrados Cristos</i>	
<b>Introducción del fotómetro para microplacas en prácticas de bioquímica .....</b>	<b>492</b>
<i>Álvaro F. Fernández y María Guerra Andrés</i>	

## Plataforma para aprendizaje incremental en asignaturas de radar y radiodeterminación

Yuri Álvarez López<sup>1</sup>, María García Fernández<sup>2</sup>, y Fernando Las-Heras Andrés<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones. Gijón, España.

<sup>2</sup> Queen's University Belfast, Centre for Wireless Innovation. Belfast, Reino Unido.

Correspondencia: alvarezuri@uniovi.es

### 1. Introducción

Dentro del amplio campo de aplicaciones de la ingeniería de telecomunicación, los sistemas radar y de radionavegación son de especial interés en sectores tales como control de tráfico aéreo, navegación de vehículos autónomos, control de flotas, y seguridad y defensa (ej. escáneres para detección de armas y explosivos ocultos). El estudio de los sistemas radar requiere del conocimiento de conceptos básicos del ámbito de las telecomunicaciones, motivo por el cual los cursos sobre radar y radiolocalización suelen programarse en los últimos cursos de grado y/o a nivel de máster.

El estudio más o menos detallado de un sistema radar requiere desde la correcta caracterización de los diferentes componentes de radiofrecuencia y microondas que componen el radar, hasta llevar a cabo el procesado de las señales transmitidas y recibidas para obtener resultados tales como la distancia a los objetos detectados. En consecuencia, la gran cantidad de conceptos que entran en juego hace necesario el empleo de metodologías docentes efectivas.

Las diversas metodologías implementadas en numerosos cursos sobre radar y radiolocalización se basan en una alta carga experimental. Como referencia, se pueden citar las experiencias docentes llevadas a cabo en la Universidad de Oviedo (Álvarez-López, 2015) y en la Universidad Politécnica de Cartagena (Lozano-Guerrero, 2015) en cursos sobre radar y radiolocalización.

Otro ejemplo de práctica de innovación docente en el ámbito de la docencia de sistemas radar es el llevado a cabo en un curso sobre sistemas radar impartido en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) (Charvat, 2012). En dicho curso, partiendo de componentes de radiofrecuencia y microondas de bajo coste, se llevó a cabo la implementación de un radar portátil y de uso sencillo. En primer lugar, el equipo docente explicó los conceptos teóricos del funcionamiento del radar, el diseño de las antenas empleadas, y el procesado de la señal radar para obtención de imágenes bi-dimensionales. Se agrupó al alumnado en parejas para que llevaran a cabo el montaje de los radares a partir de los componentes suministrados, y realizaran diferentes experimentos con los mismos (ej. medida de velocidades de vehículos y personas, reflexiones en diferentes obstáculos, etc.).

Basándose en esta misma metodología docente se puede citar la propuesta de Hernández-Jayo et al. (2015) para los cursos sobre diseño de circuitos de comunicaciones, instrumentación electrónica, procesado de señal, y sistemas de radiocomunicaciones, del máster en Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Deusto (Bilbao). En dichas asignaturas se puso en marcha un proyecto transversal a las mismas, donde las/os alumnas/os construyeron un radar a partir de componentes sencillos y latas de metal como antenas. De esta forma se consiguió motivar a los estudiantes a construir un sistema de telecomunicaciones funcional que integraba el conocimiento adquirido en las diferentes asignaturas del máster.

En la Universidad de Oviedo se ha llevado a cabo una iniciativa similar a la propuesta en (Hernández-Jayo, 2015), consistente en la implementación de un vehículo autónomo capaz de seguir la señal emitida por una radiobaliza. Esta iniciativa, que requería de la aplicación práctica de conocimientos de electrónica, sistemas de radiodeterminación, radiocomunicaciones, y programación,



se implementó entre varias asignaturas de segundo curso del máster en Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo (Proyecto Máster Ingeniería Telecomunicación, 2019).

## 2. Objetivos y grado de novedad

Con el fin de fomentar el interés del alumnado en tecnologías de radar y radiodeterminación, se ha propuesto implementar una plataforma hardware similar a las descritas en (Charvat, 2012) y (Hernández-Jayo, 2015). De esta forma, al disponer de hardware específico para las prácticas de laboratorio, se evita tener que recurrir a equipamiento empleado en tareas de investigación.

Otro de los objetivos es simplificar el hardware empleado en la docencia de las prácticas de laboratorio de las asignaturas de radar y radiolocalización, evitando al alumnado el esfuerzo adicional de tener que familiarizarse con el manejo de diferentes equipos en cada práctica de laboratorio, lo cual además reduce el tiempo disponible para trabajar de forma efectiva los contenidos y conceptos a abordar durante el desarrollo de la práctica.

Si bien la plataforma hardware propuesta es similar a las citadas, la principal novedad es la forma en que se emplea dicha arquitectura radar para la docencia en asignaturas de radar y radiolocalización. En particular, se propone llevar a cabo una enseñanza incremental de los conceptos abordados en estas asignaturas, de forma que el alumnado entienda la dependencia de los nuevos conceptos con los anteriores (es decir, se crea un *hilo argumental* para el alumnado).

## 3. Contexto: la asignatura de sistemas de radiodeterminación

La propuesta metodológica presentada en esta comunicación se ha implementado a lo largo del curso 2022-2023 en la asignatura de Sistemas de Radiodeterminación. Esta asignatura pertenece al grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo (Universidad de Oviedo, 2023), y se imparte en el segundo semestre del cuarto curso, siendo una de las últimas asignaturas cursadas por el alumnado del grado.

Los principales resultados de aprendizaje definidos en la memoria de verificación del grado para esta asignatura son:

- Asociar especificaciones técnicas a topologías de transmisión y recepción, así como a los diferentes subsistemas que lo componen.
- Comprender y aplicar los principios fundamentales de la radiodeterminación.
- Identificar y seleccionar circuitos y subsistemas para sistemas de radiodeterminación.
- Analizar sistemas de navegación y localización.

Para alcanzar dichos resultados de aprendizaje se combinan diferentes metodologías docentes, consistentes en: i) clases expositivas, ii) prácticas de aula, en las que se realizan ejercicios representativos del contenido de la asignatura, bien de forma individual, bien asistida por el profesorado de la asignatura, y iii) prácticas de laboratorio, donde se abordan a nivel práctico los diferentes bloques temáticos estudiados en la asignatura.

Con respecto a los mecanismos de evaluación, el 60% de la nota final corresponde a un examen escrito, mientras que el 40% restante procede de diferentes ítems evaluables, tales como la realización de una exposición en público del trabajo realizado en las prácticas de laboratorio, resolución grupal de un problema abierto propuesto por el profesorado de la asignatura, y entrega de un ensayo describiendo los experimentos realizados en las prácticas de laboratorio.

La evaluación de la adecuación de la metodología docente se apoya principalmente en la valoración que realiza el alumnado a través de las Encuesta de Evaluación de la Enseñanza, cuyos resultados en el período 2017-2018 a 2020-2021 se muestra en la Tabla 1. Se observa que, en general, las valoraciones de la asignatura han sido más positivas que la media de la titulación. No obstante, se ha

de tener en cuenta que el número de alumnas/os que ha cursado la asignatura se ha mantenido entre 5 y 14 en los últimos cinco años. Ello ha permitido al profesorado de la asignatura llevar a cabo un seguimiento bastante individualizado del alumnado y, por tanto, de sus progresos y dificultades en el aprendizaje.

#### 4. Descripción de la plataforma hardware implementada

Como se ha indicado en la Sección 2, en esta comunicación se describe una plataforma hardware para el aprendizaje incremental de conceptos en asignaturas de radar y radiolocalización. Para ello un de los requisitos de diseño ha sido que la plataforma permita al alumnado y al equipo docente añadir y quitar de forma sencilla ‘cajas’ (componentes de radiofrecuencia y microondas) que dotan a la plataforma radar de diferentes funcionalidades. De esta forma, se puede empezar configurando la plataforma con una funcionalidad básica y, según se va avanzando en el desarrollo de la asignatura, se activan nuevas funcionalidades.

**Tabla 1**

*Resultados de la Encuesta General de la Enseñanza (E.: Enseñanza, V.G.: Valoración General, n: número de encuestas respondidas). Escala de Likert: 0 = peor valoración, 10 = máxima valoración.*

	<i>Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación</i>							
	<b>2017-2018</b>		<b>2018-2019</b>		<b>2019-2020</b>		<b>2020-2021</b>	
	<i>n = 14</i>		<i>n = 6</i>		<i>n = 6</i>		<i>n = 5</i>	
	<i>E.</i>	<i>V.G.</i>	<i>E.</i>	<i>V.G.</i>	<i>E.</i>	<i>V.G.</i>	<i>E.</i>	<i>V.G.</i>
<i>Sistemas de Radiodeterminación</i>	8,0	8,1	9,6	9,3	9,8	9,0	9,8	10,0
<i>Media titulación</i>	7,0	7,4	7,9	7,9	7,9	7,9	8,2	7,9

La conceptualización de dicha plataforma hardware partió de trabajos existentes, algunos de los cuales se han mencionado en la Sección 1, (Charvat, 2012; Hernández-Jayo, 2015). Otro ejemplo de arquitectura radar sencilla y de bajo coste concebida con finalidades docentes es la descrita en (Kurniawan, 2017), que, en particular, se trata de un radar de onda continua modulado en frecuencia (*Frequency Modulated Continuous Wave*, FMCW) que funciona en la banda de 2,31 GHz a 2,67 GHz.

Con el fin de poder abarcar el mayor número de prácticas de laboratorio posibles, en la Figura 1 se esquematizan los conceptos trabajados en algunas de las sesiones de laboratorio de la asignatura Sistemas de Radiodeterminación, ordenados por grado de complejidad y secuenciación, de forma que la plataforma hardware a diseñar ha de permitir trabajar dichos conceptos de forma incremental. A modo de ejemplo, si en la primera sesión el alumnado y el profesorado configuran la plataforma hardware para que funcione como un radar de onda continua que permita medir velocidades, en la segunda sesión la plataforma se reconfigura para que el radar pase a funcionar en modo FMCW y se pueda usar para medir distancias.

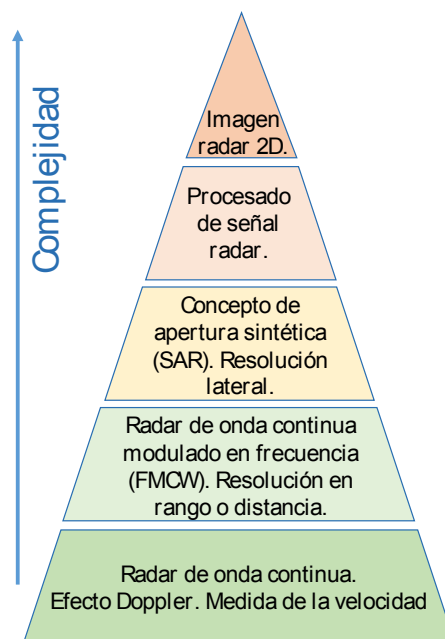
Otro factor que ha influido en la conceptualización de la plataforma hardware ha sido la experiencia del profesorado en proyectos de investigación donde se ha empleado un *setup* portable y modular, de fácil montaje y desmontaje, para la realización de medidas en exteriores (García-Fernández, 2020).

Finalmente, el coste de los componentes se ha tenido también en cuenta de forma que, según las necesidades docentes y número de alumnas/os, sea posible replicar la plataforma hardware de forma que puedan usarse en paralelo varias plataformas. .

En la Figura 2 se muestra la plataforma hardware implementada, la cual está dotada de las funcionalidades que se requieren para trabajar los conceptos indicados en la Figura 1. Es decir, permite desde medir velocidades de objetos a partir de la medida de la frecuencia Doppler, hasta obtener imágenes radar con resoluciones de 50 cm en rango o distancia, y unos 15 cm en cross-rango (resolución lateral).

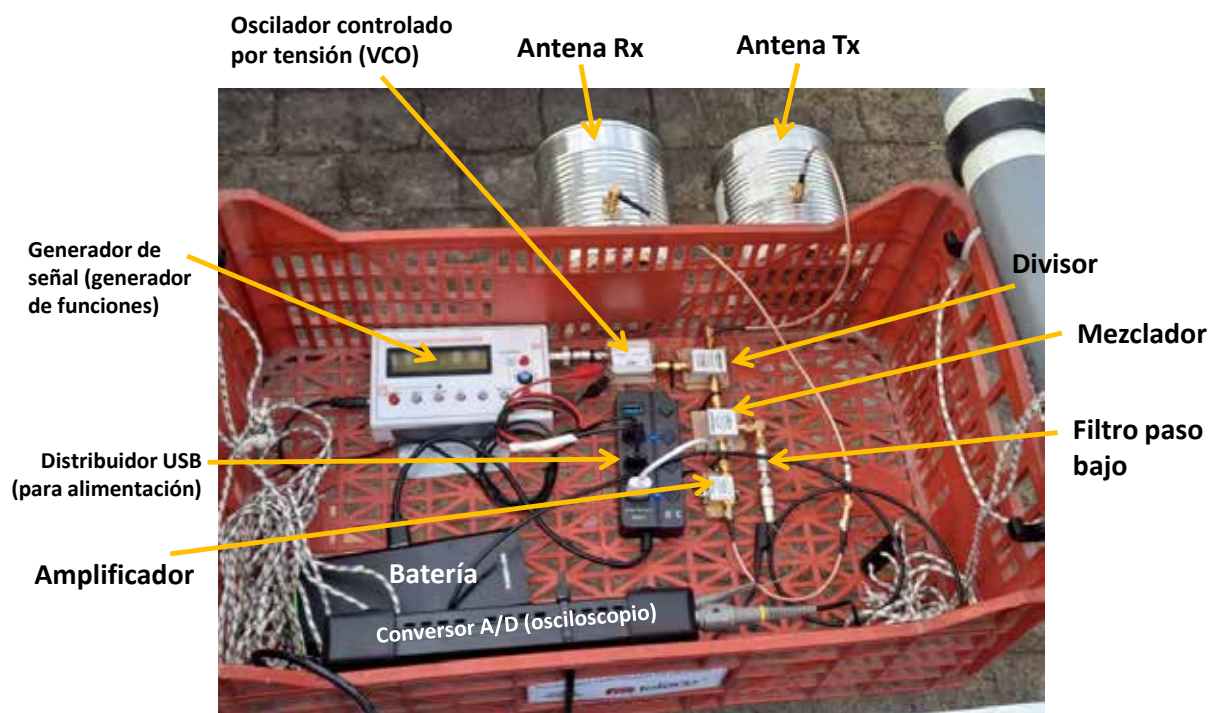
### Figura 1

*Conceptos que se trabajan con la plataforma hardware implementada, ordenados por grado de complejidad y secuenciación*



### Figura 2

*Fotografía de la plataforma hardware implementada.*



El listado de los componentes empleados se indica en la Tabla 2, junto con una estimación del coste total. Se ha de indicar que las antenas transmisora y receptora se han implementado con latas de conserva cuyas dimensiones son tales que proporcionan una adaptación y directividad similares a las de una antena comercial de características similares en la banda de funcionamiento de la plataforma hardware (2,34 GHz a 2,67 GHz). El uso de estas latas como antenas permite mostrar al alumnado que es posible diseñar y fabricar antenas de forma más o menos sencilla, siempre que se disponga de la formación teórico-práctica adecuada (en este caso, conocimientos de propagación en medios guiados, y de fundamentos de radiación de antenas de apertura).

**Tabla 2**

*Componentes empleados para la implementación de la plataforma hardware. Coste total: 532,42 EUR. El filtro paso bajo mostrado en la Figura 2 no se ha incluido en esta tabla al tratarse de un componente opcional.*

Componente	Producto comercial	Coste (EUR)	Referencia
<i>Generador de señal</i>	<i>1 Hz-500KHz FG-100 DDS Functional Signal Generator</i>	24,00	(Generador de señal, 2023)
<i>Oscilador controlado por tensión</i>	<i>KVCO-2400 2.4 GHz RF Microwave Voltage Controlled Oscillator</i>	30,33	(Oscilador, 2023)
<i>Divisor de radiofrecuencia</i>	<i>ZFRSC-183+ radiofrequency power splitter from Minicircuits</i>	103,44	(Divisor, 2023)
<i>Mezclador de radiofrecuencia</i>	<i>ZEM-4300MH radiofrequency mixer from Minicircuits</i>	96,54	(Mezclador, 2023)

<i>Amplificador de radiofrecuencia</i>	<i>ZX60V63+ radiofrequency amplifier from Minicircuits</i>	81,85	(Amplificador, 2023)
<i>Osciloscopio digital</i>	<i>Hantek 60022BE oscilloscope</i>	96,26	(Osciloscopio digital, 2023)
<i>Batería, cables de radiofrecuencia, cables USB, conectores</i>	(material fungible diverso)	100,00	

## 5. Experiencia docente en el curso 2022-2023

La plataforma software descrita en la Sección 4 se diseñó e implementó en el primer semestre del curso 2022-2023, introduciéndose su uso en las prácticas de laboratorio de la asignatura Sistemas de Radiodeterminación del segundo semestre. En particular, la plataforma se utilizó en la docencia de cinco de las sesiones de prácticas destinadas a trabajar los conceptos de la Figura 1. El número de alumnas/os en la asignatura fue de 6, agrupándose en 3 parejas para la realización de las tareas de las prácticas de laboratorio.

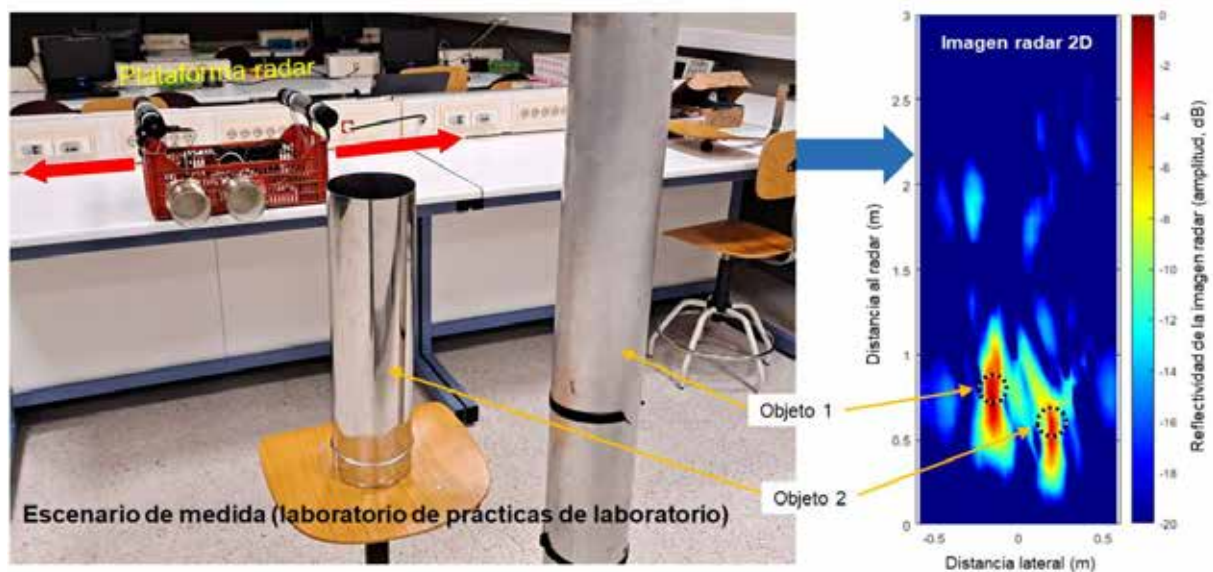
La parte teórica previa a cada sesión de prácticas de laboratorio fue explicada por el equipo docente en las clases expositivas de la asignatura, realizándose una breve introducción a los elementos hardware de la plataforma previamente al inicio de cada sesión de prácticas de laboratorio. También se facilitó al alumnado un guion con indicaciones sobre las tareas a realizar y/o sugerencias de posibles experimentos empleando la plataforma hardware. Durante las sesiones de laboratorio se optó por dejar bastante autonomía al alumnado, de forma que el profesorado supervisaba el trabajo realizado por las/los alumnas/os y resolvía sus dudas. No se reportaron incidencias técnicas con el hardware facilitado al alumnado, realizándose correctamente las tareas que requerían de su uso.

A modo de ejemplo, en la Figura 3 se muestra uno de los experimentos realizados durante las sesiones de laboratorio, consistente en la realización de medidas empleando la plataforma hardware para obtener la imagen radar bi-dimensional de varios objetos (en concreto, dos tubos metálicos). Además de realizar el procesado de las medidas para obtener la imagen radar, al alumnado se le pedía analizar la imagen para identificar la resolución en rango y en cross-rango que proporciona el sistema radar, comparando los valores experimentales con los teóricos.

### Figura 3

*Ejemplo de experimento realizado por el alumnado de la asignatura Sistemas de Radiodeterminación en el curso 2022-2023, empleando la plataforma hardware implementada. Izquierda: fotografía del montaje realizado. Derecha: imagen radar bi-dimensional obtenida tras la realización y procesado de las medidas obtenidas con la plataforma hardware.*





Con respecto a la metodología de evaluación, para las dos primeras sesiones (radar de onda continua para medida de velocidad, y radar FMCW para medida de distancias), las/os alumnas/os tuvieron que realizar una memoria escrita (similar a una *letter* en revista científica) describiendo los experimentos que han diseñado y los resultados obtenidos en los mismos, relacionando dichos resultados con los conceptos teóricos en que se fundamentan. En el caso de las sesiones relacionadas con el radar de apertura sintética, procesamiento de señal radar, y obtención de imágenes radar bi-dimensionales, cada pareja de alumnas/os tuvo que exponer un trabajo en público de 15 minutos de duración donde describían el experimento realizado, el porqué de dicho experimento, los resultados obtenidos y, al igual que en caso de la memoria escrita, justificar la relación entre dichos resultados y los fundamentos teóricos.

## 6. Conclusiones

Se ha presentado una plataforma hardware para la enseñanza incremental de conceptos de radar y radiolocalización, caracterizada por su modularidad, bajo coste, y sencillez de utilización.

En el curso académico 2022-2023 se ha introducido por primera vez esta plataforma hardware para su uso en las prácticas de laboratorio. El empleo de este equipamiento hardware ha permitido una mejor secuenciación de los contenidos, así como optimizar la docencia de las prácticas de laboratorio al no emplear hardware diferente en cada práctica de laboratorio, lo que requiere la explicación de su funcionamiento y la familiarización del alumnado con el mismo. También se ha observado que el alumnado no ha tenido problemas en el uso de la plataforma hardware implementada, dado que los componentes que la forman son conocidos por el alumnado (los han estudiado y caracterizados en cursos previos).

En las pruebas de evaluación asociadas a las prácticas de laboratorio realizadas con la plataforma hardware se ha observado un notable dominio por parte del alumnado de los conceptos estudiados, en particular durante la sesión de exposición de los trabajos en público, donde el alumnado respondió correctamente a la mayoría de preguntas realizadas por el equipo docente.

## Referencias bibliográficas

- Álvarez-López Y. (2015). Innovative approach to teaching radar and radiolocalization course. *International Journal of Engineering Education*, 32(2), 849–865.
- Amplificador de radiofrecuencia. (2023). ZX60V63+ radiofrequency amplifier from Minicircuits.

- <https://www.minicircuits.com/pdfs/ZX60-V63+.pdf>
- Charvat, G. L., Fenn, A. J., y Perry, B. T. Perry. (2012, 7-11 mayo). *The MIT IAP radar course: Build a small radar system capable of sensing range, Doppler, and synthetic aperture (SAR) imaging* [Conferencia]. 2012 IEEE Radar Conference, Atlanta, GA, Estados Unidos. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6212126>
- Divisor de radiofrecuencia. (2023). *ZFRSC-183+ radiofrequency power splitter from Minicircuits*. <https://www.minicircuits.com/pdfs/ZFRSC-183+.pdf>
- García-Fernández, M., Álvarez López, Y., De Mitri, A., Castrillo Martínez, D., Álvarez-Narciandi, G., y Las-Heras Andrés, F. (2020). Portable and Easily-Deployable Air-Launched GPR Scanner. *Remote Sensing*, 12(11), 1833.
- Generador de señal. (2023). *1 Hz-500KHz FG-100 DDS Functional Signal Generator*. <https://www.amazon.com/1HZ-500KHZ-Functional-Generator-Frequency-Counter/dp/B07WFT3679>
- Hernandez-Jayo U., López-Garde, J.M., y Rodríguez-Seco, J. E. (2015). Addressing Electronic Communications System Learning Through a Radar-Based Active Learning Project. *IEEE Transactions on Education*, 58(4), 269–275.
- Kurniawan, H. D., y Suksmono, A. B. (2017, 27-28 julio). *Improved baseband subsystem of the wideband FMCW educational radar* [Conferencia]. 2017 3rd International Conference on Wireless and Telematics (ICWT), Palembang, Indonesia. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8284158>
- Lozano-Guerrero, A.J., y Valenzuela-Valdés, J.F. (2015). A Radionavigation Systems Course. *IEEE Transactions on Education*, 58(2), 124–129.
- Mezclador de radiofrecuencia. (2023). *ZEM-4300MH radiofrequency mixer from Minicircuits*. <https://www.minicircuits.com/pdfs/ZEM-4300MH.pdf>
- Oscilador controlado por tensión. (2023). *KVCO-2400 2.4 GHz RF Microwave Voltage Controlled Oscillator*. <https://www.aliexpress.com/item/33001655766.html>
- Osciloscopio digital de bajo coste. (2023). *Hantek 60022BE oscilloscope*. <http://www.hantek.com/products/detail/31>
- Proyecto del Máster en Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo. (2019). *Robots asturianos para asistir a los astronautas (noticia publicada en el diario El Comercio)*. <https://bit.ly/3BJ0AdJ>
- Universidad de Oviedo. (2023). *Bachelor's degree in Technologies and Services for Telecommunication Engineering of the University of Oviedo*. [https://www.uniovi.es/en/estudios/grados/-/asset\\_publisher/X5CYKURHdF1e/content/grado-en-ingenieria-en-tecnologias-y-servicios-de-telecomunicacion-2014](https://www.uniovi.es/en/estudios/grados/-/asset_publisher/X5CYKURHdF1e/content/grado-en-ingenieria-en-tecnologias-y-servicios-de-telecomunicacion-2014)