





Análisis del aprendizaje práctico mediante plataformas profesionales ópticas y de radio en base a proyectos en el grado en ingeniería electrónica de telecomunicaciones de la Universitat de València*

Joaquín Pérez Soler¹, Adrián Suárez Zapata¹, José Torres País¹, Miguel García Pineda², Antonio Soriano Asensi², Raimundo García-Olcina¹, Santiago Felici Castell², Pedro A. Martínez Delgado¹, Andrea Amaro¹ y Abraham Menéndez¹

¹Departament d'Enginyeria Electrònica, Escola Superior Tècnica d'Enginyeria, Universitat de València joaquin.perez-soler@uv.es  adrian.suarez@uv.es  jose.torres@uv.es 
raimundo.garcia-olcina@uv.es  pedro.a.martinez@uv.es  andrea.amaro@uv.es 
abraham.menendez@uv.es

²Departament d'Enginyeria Informàtica, Escola Superior Tècnica d'Enginyeria, Universitat de València miguel.garcia-pineda@uv.es  antonio.soriano-asensi@uv.es  santiago.felici@uv.es 

How to cite: J. Pérez, A. Suárez, J. Torres, M. García-Pineda, A. Soriano-Asensi, R. García-Olcina, S. Felici, P.A. Martínez, A. Amaro y A. Menéndez. 2022. Análisis del aprendizaje práctico mediante plataformas profesionales ópticas y de radio en base a proyectos en el grado en ingeniería electrónica de telecomunicaciones de la Universitat de València. En libro de actas: *VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 6 – 8 de julio de 2022. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15824>.

Abstract

Pedagogic tools that allow the emulation of tasks that students can carry out in their future jobs is often a motivating element. For this reason, it may be interesting to incorporate new teaching methods that are closer to the professional work of engineering. One of the most common professional opportunities for Telecommunications or Electronic Engineering degrees is related to communications, their design and management. The combination of almost-professional practical sessions, with a project-based methodology (PBL) and an implementation at different levels of the degree of GIET of the ETSE-UV has allowed us to analyse the impact on the motivation and dedication of the students regarding the communication body of knowledge. The innovative proposal lies in the PBL itself, the flexibility in the student dedication, the formative and peer assessment and its development over 3 semesters with a compendium of social contexts that have radically changed the previous programme timeline. The results show that the introduction of these innovations improves the dedication and motivation of the 3 groups of students studied. And that the application of optical concepts is an object

*Este trabajo ha sido financiado por el “Vicerectorat d'Ocupació i Programes Formatius” de la Universitat de València a través del proyecto UV-SFPIE-PID-164185

of motivational value as shown by the net increase in the dimensions of satisfaction, engagement and motivation for the last group compared to the first one. The overall improvement according to the questionnaire results is 15-20 % for all the dimensions analyzed.

Keywords: SDR, PBL, active learning, GPON, telecommunications..

Resumen

El uso de herramientas didácticas que permita emular tareas que el alumnado puede llevar a cabo en sus futuras profesiones, suele ser un elemento motivador. Por ello, puede resultar interesante incorporar nuevos métodos de enseñanza más cercanos a la labor profesional de la Ingeniería. Una de las salidas profesionales más habituales para las titulaciones de Ingeniería en Telecomunicaciones o Electrónica está relacionada las comunicaciones, su diseño y su gestión. La combinación de sesiones prácticas cercanas, con una metodología basada en proyectos (ABP) y una implementación en diferentes niveles del grado de GIET de la ETSE-UV ha permitido analizar el impacto en la motivación y la dedicación del alumnado. La propuesta innovadora radica en la propia ABP, la flexibilidad en la dedicación, la evaluación formativa y por pares y su desarrollo a lo largo de 3 cuatrimestres con contextos sociales que han cambiado radicalmente la docencia previa. Los resultados muestran que la introducción de estas innovaciones mejora la dedicación y motivación de los 3 grupos de alumnos estudiados. Y que la aplicación de conceptos ópticos es un objeto de valor motivador como se muestra en el aumento neto en las dimensiones de satisfacción, dedicación y motivación para el último grupo comparado con el primero. Se observan incrementos de las valoraciones de la innovación en todas las dimensiones evaluadas de 15-20 %.

Keywords: SDR, ABP, GPON, aprendizaje activo, telecomunicaciones.

1 Introducción

Los resultados de la innovación docente presentados se alinean en el marco de formación en competencias y metodologías CTIM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) para proveer aprendizaje mediante prácticas de alto impacto para el alumnado, así como motivar e integrar propuestas de desarrollo sostenible en la docencia de la Ingeniería. La experiencia previa del equipo de trabajo en proyectos de innovación docente previos en la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria (ETSE) de la Universitat de València (UV) ha demostrado el impacto positivo que el desarrollo de practicas en contextos cercanos al mundo laboral del perfil de egresado tiene en el mismo. En este sentido se considera que su aplicación en materias docentes del ámbito de la ingeniería de telecomunicación como las presentes en los grados en ingeniería electrónica de telecomunicación (GIET) y grado en ingeniería telemática (GIT) de la ETSE UV es necesaria y por ello el desarrollo de la innovación docente en la que se centra esta publicación.

En la docencia de la Ingeniería la emulación de entornos profesionales es una cuestión cada vez más demandada. Este aspecto es refrendado por los diferentes sellos de calidad docente internacional en el ámbito de la ingeniería como EUR-ACE (*EUR-ACE@Framework Standards and Guidelines, 2021*). El futuro egresado debe conocer y estar atento a poder enfocar la resolución de problemas no solo desde una posición individual y abstracta, sino desde un aspecto colaborativo y de confianza en el trabajo en equipo. Por ello se propone el uso de un entorno de trabajo mediante plataformas

de comunicaciones ópticas pasivas y de radio definida por software que permiten emular comportamientos en el diseño de proyectos de sistema de telecomunicaciones muy semejantes a lo que existe en el entorno profesional actual. Estudios previos como los informes del mercado laboral en "Tech Cities 2021" ("Tech Cities EXPERIS — EDICIÓN 2021", 2021), indican que los perfiles tecnológicos en ingeniería demandados se duplican cada dos años y por lo tanto desde las universidades tenemos la necesidad moral de facilitar el paso al mundo laboral de nuestros egresados con una formación cercana a la demanda real.

Ante estos retos se plantean iniciativas docentes como la aquí planteada para acercar metodologías prácticas profesionales en el ámbito docente de la ingeniería de telecomunicación. En primer lugar, la innovación docente analizada incide en la necesidad de introducir en la metodología de enseñanza las plataformas de comunicaciones profesionales. Para ello se han seleccionado plataformas de comunicaciones radio definida por software (SDR), en base a experiencias previas del equipo de trabajo (Pérez Soler y col., 2021) y de comunicaciones ópticas en redes pasivas ópticas (PON). En el caso de los dispositivos y sistemas PON aporta al alumnado la experiencia de trabajo con herramientas reales y actuales en redes de telecomunicaciones. Las redes Gigabit PON y posteriores evoluciones suponen más del 11.5 millones de conexiones de acceso de banda ancha de tipo fibra óptica según el informe 2021 sobre el sector de las telecomunicaciones de la comisión nacional del mercado de la competencia ("ESTAD/CNMC/002/21: INFORME ECONÓMICO SECTORIAL DE LAS TELECOMUNICACIONES Y EL AUDIOVISUAL 2020", 2021). Además, tras la innovación de disponer de sistemas profesionales PON se le une el uso de plataforma de radiocomunicaciones SDR el conjunto permite ofrecer una visión profesional y aplicada de los sistemas y redes de comunicaciones para el alumnado, como se ha observado en el uso docente previo de SDR (Jiménez y col., 2017; Soriano-Asensi y col., 2019; Stewart y col., 2015). El uso de ambos sistemas hardware de comunicaciones en la docencia de los diversos grados supone una innovación rupturista que pone el foco en los estudiantes y su futuro como egresados para dotarlos de herramientas y conocimientos cercanos al mundo laboral al que podrán incorporarse como egresados.

Esta comunicación presenta los resultados de su implementación en las asignaturas del grado en ingeniería de telecomunicación (GIET) de la ETSE UV, de 2 curso Fundamentos de las Comunicaciones (FCOM) y 3 curso Sistemas y Servicios de Telecomunicaciones (SST), SST y FCOM en curso 20/21 y SST en curso 21/22. La implementación ha supuesto un desafío de innovación en el contexto sanitario tan cambiante durante los dos últimos cursos académicos tanto por introducir una metodología basada en proyectos (ABP) como por velar por el cumplimiento de las normas de aforos, higienización, espacios y manipulaciones necesarias. En el caso de SST se ha realizado una implementación intensa con metodología ABP, trabajo en equipo, uso de herramientas de trabajo a distancia, sesiones asíncronas, trabajo autónomo combinado con clases presenciales, guía del profesor y otros. Esta implementación intensa tuvo en cuenta el contexto previo que tienen el alumnado de 3 curso. Para el caso de FCOM se ha optado por una implementación suave, con una sesión guiada y con evaluación mediante preguntas de test y trabajo en pequeño grupo (parejas) para adaptar la experiencia al contexto de contenidos del alumnado de segundo curso. Resaltar que el uso de Aprendizaje basado en proyectos (ABP) es crucial para la adquisición de competencias en el área de la Ingeniería (Chen y col., 2021; Sanger & Ziyatdinova, 2014).

En esta comunicación se mostrarán los objetivos docentes y metodológicos para poder implementar el uso de plataformas hardware profesionales en el aula de laboratorio. Para ello se debe tener en cuenta un objetivo docente amplio y no solo técnico. En este caso proporcionar al alumnado conocimientos técnicos demostrables mediante el desarrollo de proyectos específicos de comunicaciones. La utilización de programas informáticos asociados a estos elementos busca contribuir al concepto de diseño de un proyecto mediante el uso de estas plataformas busca que el alumnado

pueda interactuar con el rol de los sistemas y de los componentes y su programación que requiere un proyecto en el ámbito de la Ingeniería. Al respecto, el diseño de la innovación docente plantea la necesidad de la reutilización, difusión y el desarrollo sostenible en el tiempo de los proyectos permiten reflexionar al alumnado del papel activo que juega la Ingeniería y sus disciplinas CTIM en el futuro desarrollo de nuestra sociedad. Con ello se contempla la introducción de los objetivos de una educación de calidad y una producción y consumos responsables como objetivos de desarrollo sostenible ligados a la educación. Esta metodología se verá beneficiada de la adopción del aprendizaje basado en proyectos que permiten una enseñanza no solo presencial sino también asincrónica, que en determinadas situaciones como la actual se aconseja en términos de salud pública y de organización de la vida académica de los estudiantes. Este tipo de metodología docente a Saltos (HOP-Learning) busca ampliar los resultados obtenidos en actividades docente innovadoras previas similares (Pérez Soler y col., 2021). Por lo tanto, esta publicación es relevante al analizar el impacto de una metodología con plataformas de comunicaciones profesionales, con objetivos de desarrollo sostenible en proyectos de ingeniería, y su aplicación durante los cursos académicos 20-21 y 21-22 en la ETSE UV.

La comunicación se estructura en secciones, en la sección 2 se definen los objetivos de la innovación docente. En la sección 3 analiza el desarrollo, las metodologías y acciones relevantes que se han implementado en este estudio. Finalmente la sección 4 presenta los resultados obtenidos y un análisis de los mismos. Se finaliza en la sección 5 con las conclusiones más relevantes del estudio presentado.

2 Objetivos

Esta innovación docente tiene como objetivo al alumnado del grado en Ingeniería Electrónica de Telecomunicaciones, en las asignaturas de Fundamentos de las Comunicaciones y Sistemas y Servicios de Telecomunicaciones y al alumnado de Fundamentos de Redes de Computadores grado en Ingeniería Electrónica de Telecomunicaciones, de Ingeniería Telemática y de Ingeniería Informática de la ETSE-UV. En base a las innovaciones previas (Pérez Soler y col., 2021) se busca analizar la continuación de la estrategia de aprendizaje aplicada que permite estimular la proactividad, el interés, la motivación, el trabajo colaborativo, la necesidad de un desarrollo sostenible y una mejora en la adquisición de habilidades y competencias mediante actividades prácticas con plataformas de desarrollo de sistemas de telecomunicaciones en un entorno de trabajo síncrono y asíncrono. A su vez, se pretende aplicar e introducir conceptos de desarrollo sostenible en el diseño de sistemas de telecomunicaciones mediante la difusión y creación de actividades basadas en estas plataformas de redes ópticas y de comunicaciones inalámbricas entre el alumnado de otras asignaturas y titulaciones del Centro. Por ello en primer lugar se toma como objeto de la innovación docente al alumnado de 2 curso con FCOM y de 3 curso con SST en el grado GIET. Se pretende, para su posterior análisis, durante el segundo semestre 21/22 ampliar esta innovación docente a alumnado de 1 y 2 curso de las asignaturas de fundamentos de redes de comunicaciones en los grados GIET y GIT de la ETSE-UV.

Para ello se definen los siguientes objetivos:

- Adaptar la realidad docente en el ámbito de las telecomunicaciones al futuro mundo laboral
- Trabajar competencias transversales

- Dotar de herramientas al alumnado que permitan diseñar de forma sostenible los futuros sistemas de comunicaciones
- Moverse de la clase magistral de problemas al aprendizaje basado en proyectos
- Motivar al alumnado en el aprendizaje de conceptos del área de Comunicaciones

Para poder alcanzar estos objetivos se plantean las siguientes acciones:

- Usar plataformas profesionales de radiocomunicaciones versátiles - SDR y de comunicaciones ópticas pasivas profesionales (GPON).
- Trabajar competencias de diseño eficiente, adaptado a las necesidades del usuario final y sostenible - ODS
- Implantar estrategias de ABP
- Evaluar el impacto en el alumnado

La evaluación del impacto se realizará mediante encuestas anónimas adaptando las realizadas en innovaciones similares como Botella y col., 2020 y Pérez Soler y col., 2021.

3 Desarrollo de la innovación

La innovación docente a analizar se ha desarrollado durante tres cuatrimestres académicos consecutivos en las asignaturas con docencia relacionado con el área de telecomunicaciones que son SST y FCOM de GIET en la ETSE UV.

Durante el curso 20/21 el grupo SST tuvo 40 alumnos, en dos grupos de prácticas de laboratorio. La asignatura FCOM tuvo un total de 52 alumnos, con 4 grupos de practicas de laboratorio. Y durante el curso 21/22 la asignatura SST tiene 38 alumnos que se reparten en 3 grupos de prácticas de laboratorio. Esta distribución permite analizar el impacto de la innovación tanto en el tiempo como durante el desarrollo de la asignatura SST en concreto. Las sesiones prácticas de laboratorio de ambas asignaturas tienen una duración de 3 horas. Las aulas docentes de laboratorio en GIET cuentan con equipamiento Software usual en laboratorios docente, así como instrumentación de electrónica y comunicaciones, osciloscopio, multímetro, analizador de espectros, generador de funciones, fuentes de alimentación, etc. Cabe destacar que la situación sanitaria y académica ha cambiado entre ambos cursos académicos. Esto ha resultado en un menor uso de herramientas online de forma intensiva como MS TEAMS, pero se dispone de ella como herramientas docentes de apoyo durante el curso 21/22. La Universitat de València apuesta por la presencialidad en el curso 21/22 lo que conlleva la no posibilidad de broadcasting de las sesiones de forma intensiva. La innovación se ha realizado de forma intensa en SST, siguiendo las pautas iniciales descritas en (Pérez Soler y col., 2021) pero en el curso 21/22 añadiendo una sesión activa para el uso de dispositivos GPON y creación de un enlace óptico práctico en laboratorio. En FCOM se ha implementado la innovación de forma menos intensa, con sesiones parciales para uso directo de plataformas SDR y demostración de aspectos avanzados. El desarrollo de estas sesiones practicas usa como hardware dispositivos receptores de radio definida por software, SDR con sus respectivas antenas. A su vez hace uso de hardware profesional de redes ópticas pasivas de la empresa TELNET certificado para implementar redes ópticas tipo GPON. El elevado coste del equipamiento GPON ha supuesto

contar únicamente con un número limitado de dispositivos ópticos. Se ha dispuesto de elementos de mantenimiento óptico como limpiadores, medidores de potencia óptica y microscopio en las sesiones.

Este conjunto de elementos hardware se complementan durante la innovación con el uso de plataformas software de procesamiento matemático, Matlab, de software de desarrollo de codificación radio abierto, GNU radio, y de software de gestión propietario para la gestión de redes GPON de la empresa TELNET. Observar [Tabla 1](#) y [Figura 1](#). Este compendio de herramientas hardware y software son de nivel avanzado de uso habitual en ámbitos profesionales, acercando las aplicaciones de las telecomunicaciones profesionales al laboratorio docente.

Tabla 1: Equipamiento utilizado durante la innovación docente

	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3
Descripción	Sonda RTD de platino serie 68	Caudalímetro modelo 8705	Transmisor de presión diferencial 2088-0
Rango	-50 ÷ 400 °C	0 ÷ 10 m/s	0-6,89 ÷ 0-55,15 kPa
Alcance	450 °C	10 m/s	0-55,15 kPa
Fondo de escala	400 °C	10 m/s	55,15 kPa
Precio aproximado	125 €	257 €	350 €

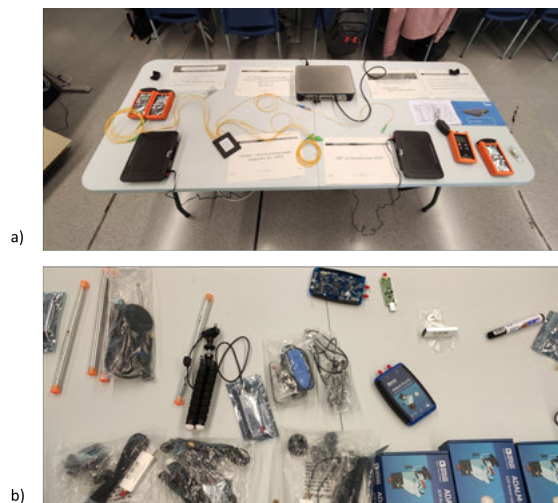
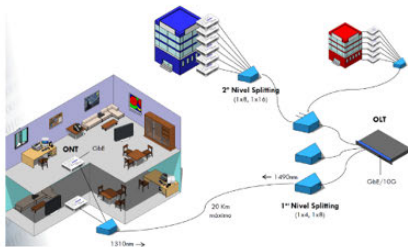


Fig. 1: a) Equipos ópticos y sistema GPON implementado en aula, b) Equipamientos tipo radio SDR y antenas utilizados

3.1 Desarrollo práctico de la innovación docente

La innovación se planificó en SST en ambos cursos académicos como parte final de la serie de sesiones programadas en consonancia con la guía docente y sus contenidos.

2.3.- Opcional – Medidas en sistemas GPON y efecto de códigos de corrección de errores.



- ¿Qué potencia está transmitiendo la OLT en PON 0?
- ¿Qué potencia está transmitiendo la OLT en PON 1?
- ¿De qué clase son entonces los láser SFP de cada salida PON del OLT?
- ¿De qué valor es el atenuador óptico utilizado?
- Mide la potencia óptica recibida en cada salida 1-3-6-8 del splitter con PON conectado.
- Mide la salida óptica azul del splitter con los ONUs conectados.

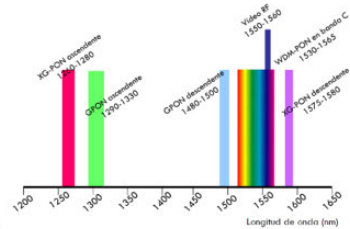


1



- ¿En qué longitud de onda se debe medir al ser GPON para medir el laser del ONU? ¿y de la OLT?

Asignación de espectro óptico GPON, XG-PON, WDM-PON y Video RF



Parámetros ópticos de una Red GPON B+

Parámetro interfaz GPON B+	ONT	OLT	FEC
Mean launched power MIN	0.3 dBm	1.5 dBm	2 dB
Mean launched power MAX	3 dBm	5 dBm	Margen Guardado
Minimum sensitivity	-27 dBm	-28 dBm	2 dB
Minimum overload	-8 dBm	-8 dBm	
Downstream optical penalty	0.5 dBm	0.5 dBm	

División óptica	Atenuación	Elemento	Atenuación
1:2	-3.01 dB	Fibra óptica 120km (Km)	-0.4 dB
1:4	-4.02 dB	Fibra óptica 1550m (Km)	-0.3 dB
1:8	-5.03 dB	Empalme por fusión	-0.1 -0.2 dB
1:16	-12.04 dB	Empalme mecánico	-0.5 dB
1:32	-15.04 dB	Pérdidas inserción (conector)	-0.3 -0.5 dB
1:64	-18.07 dB		
1:128	-21.08 dB		

2



Fig. 2: Ejemplo de guión utilizado en sesión GPON desarrollado en SST, curso 21/22

Las dos últimas sesiones, de un total de 7, en ambos cursos académicos fueron dedicadas al desarrollo práctico de proyectos de radiocomunicaciones con elementos SDR y uso de software Matlab. En el curso académico 21/22, en SST se incluye por primera vez el uso de sistemas ópticos GPON de forma experimental. Se planifica como parte final de la sesión 4, ocupando un tercio de la duración de esta. En la parte de comunicaciones ópticas GPON se organiza como una sesión demostrativa guiada, con un guión de prácticas con ejercicios básicos que deben completar y todo el alumnado participa de forma práctica, ver Figura 2. La evaluación en este caso es puramente formativa sobre los resultados obtenidos y la experiencia adquirida. En el caso SDR el alumnado debe desarrollar un proyecto en base a una guía de ayuda inicial, un esquema temporal de los resultados esperables y planificación de las sesiones, ejemplos de documentación a entregar, una rúbrica que permita la evaluación del trabajo presentado entre pares y una guía de evaluación del trabajo ponderado. Se prioriza el trabajo en grupo pequeño-medio de 3 a 6 personas, para romper con la tónica de trabajo en parejas de las sesiones previas de laboratorio. Observa el guión en la Figura 3. Todo ello disponible en el repositorio digital Aula Virtual de la UV. Esta acción innovadora en SDR se presentó de forma parcial en Pérez Soler y col., 2021. Cabe destacar también el uso de reserva de sesiones

Análisis del aprendizaje práctico mediante plataformas profesionales ópticas y de radio en base a proyectos en el grado en ingeniería electrónica de telecomunicaciones de la Universitat de València

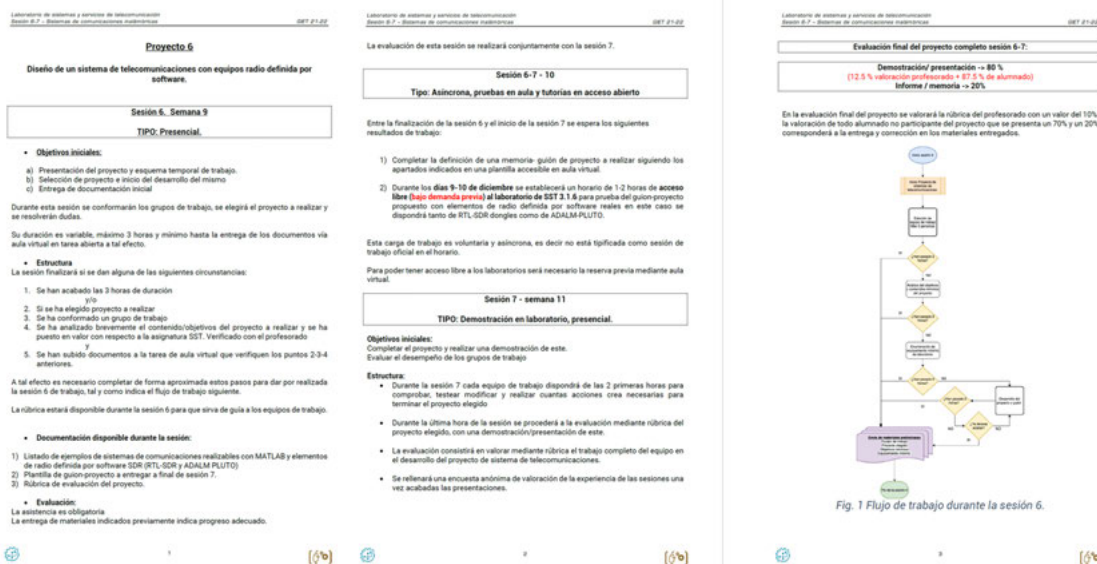


Fig. 3: Ejemplo del material de guía utilizado durante la sesión de SDR desarrollada en SST, curso 21/22

de acceso libre para el desarrollo del proyecto, de forma totalmente asincrónica a la planificada, en línea con el concepto HOP-Learning desarrollado previamente. Esta temporalización es propia de metodología ABP y hace hincapié en la necesidad de toma de decisiones en el marco del trabajo en grupo para el desarrollo de un proyecto. El uso de acceso libre al laboratorio docente permite valorar el interés del alumnado en este tipo de acciones, en SST 20/21 más del 70% de los grupos y en el curso 21/22 sobre el 65% de los grupos de trabajo de usaron estas sesiones asincrónicas. Estas acciones permiten valorar y motivar los objetivos docentes y metodológicos propuestos.

Respecto a FCOM se introdujo en la sesión 4, de un total de 7, un proyecto a desarrollar de sintonización de señal FM de radio comercial y su demodulación/audición mediante elementos SDR. Este proyecto guiado ocupa la mitad de la duración de la sesión. FCOM se usó un ejemplo básico de demodulación angular FM mediante GNU radio y SDR, adaptado al nivel de contenidos docentes de segundo curso del grado GIET de la ETSE, como proyecto a desarrollar. Y en la sesión 7, al final de esta, un ejemplo demostrativo, de los desarrollados por alumnos de SST, sobre programación de dispositivos SDR. La duración de la demostración es un cuarto del total de la sesión. En el caso de SST se planteó la innovación en su conjunto como un aprendizaje basado en proyectos (ABP). En ambas sesiones se mantiene la organización de trabajo por parejas de las sesiones previas.

La realización de esta innovación conlleva un trabajo aplicado, experimental, guiado y en equipo por parte del alumnado y el profesorado, como se puede observar en las fotografías realizadas durante el desarrollo de las sesiones objetivo de la innovación docente, **Figura 4**.

La innovación aquí propuesta tiene una continuidad temporal, primer cuatrimestre del curso con alumnos de tercer curso de GIET y segundo cuatrimestre con alumnos de segundo curso de GIET. Se busca analizar el impacto de la introducción de esta metodología de uso de plataformas profesionales en conjunto con aprendizaje basado en proyectos y desarrollo de proyectos sostenibles,

desde su primera inclusión en 20/21 hasta ahora en 21/22 con la inclusión de conceptos prácticos avanzados de comunicaciones ópticas.

4 Resultados

La evaluación de la acción de innovación se ha programado en dos instantes temporales: en la primera sesión del laboratorio de la asignatura y en la última sesión de laboratorio. De este modo, se pretende que en el cuestionario inicial (pre) el alumnado conteste a un cuestionario valorando su experiencia previa en el trabajo de laboratorio realizado en las asignaturas cursadas en los cursos previos. El segundo cuestionario (post) contendrá las mismas preguntas, pero, en este caso, el alumnado lo completará considerando su experiencia de aprendizaje durante la fase de la innovación docente implementada en la asignatura.

La implicación del alumnado se puede valorar de diversas formas, mediante test sobre los contenidos desarrollados, mediante exposiciones/demostraciones de sus trabajos y la evaluación por pares, pero estos ejemplos son evaluaciones de su trabajo y no de las dimensiones del mismo. Para ello se considera la necesidad de evaluar el desempeño del trabajo con encuestas anónimas donde el foco se pone en la innovación y como esta afecta al alumno y no en el trabajo desarrollado por el alumno.

Para evaluar el impacto del uso de la plataforma robótica se ha adaptado un cuestionario que evalúa el compromiso en el trabajo (García-Ros y col., 2018; Schaufeli & Bakker, 2004). El estudiantado ha valorado 10 preguntas utilizando una escala Likert (Botella y col., 2020; Robinson y col., 1991) entre 1 (nunca/casi nunca) y 5 (casi siempre/siempre) con el objetivo de evaluar si las acciones innovadoras, trabajo en grupo, uso de plataformas hardware de comunicaciones profesionales, desarrollo de proyectos de diseño de sistemas de comunicaciones, aumenta su compromiso hacia la asignatura en mayor medida que en el resto de asignaturas cursadas previamente



Fig. 4: a) Sesión GPON en SST curso 21/22 en gran grupo dirigida por el profesorado, b) Sesión SDR en FCOM trabajo del alumnado, c) sesión de exposición de proyectos SDR en SST curso 20/21

Las cuestiones realizadas se basan en las presentadas en el trabajo previo (Pérez Soler y col., 2021). Las primeras nueve preguntas evalúan tres dimensiones que indican aspectos indicativos

de la implicación académica: energía, absorción y dedicación. La energía está relacionada con la capacidad de resiliencia del alumnado frente a la resolución de problemas (Q1, Q4, Q8). La dimensión de la absorción está relacionada con la capacidad del alumnado para concentrarse en aquellas tareas que está realizando (Q3, Q6, Q9). La dedicación se relaciona con la percepción del alumnado sobre la relevancia de las actividades que realiza (Q2, Q5, Q7). La pregunta Q10 está relacionada con la satisfacción general del estudiantado. Cabe recordar que son totalmente anónimas y voluntarias.

- Q1. En el laboratorio me siento lleno/llena de energía.
- Q2. Pienso que las prácticas son relevantes y significativas.
- Q3. El tiempo me parece que “vuela” mientras realizo las prácticas.
- Q4. Me siento con gran fuerza y vigor durante las prácticas.
- Q5. Me entusiasman las prácticas que se nos proponen;
- Q6. Mientras realizo las prácticas me olvido de todas las cosas que pasan a mi alrededor.
- Q7. El trabajo en el laboratorio me resulta ilusionante.
- Q8. Tengo ganas de ir a clase cuando llego a la Universidad.
- Q9. Me satisface trabajar con intensidad en el laboratorio.
- Q10. En general, me siento muy satisfecho/a con

En el desarrollo de la innovación docente se tenía un alumnado objetivo de 130 alumnos (40, 52 y 38 alumnos matriculados en SST 20/21, FCOM 20/21 y SST 21/22, respectivamente) y se han recogido un total de 71 y 65 encuestas completas de tipo previo y posterior. Estas cifras indican que han participado un 48.5 % del alumnado objetivo en la valoración de la innovación. En la [Figura 5](#) se muestra la valoración media de las respuestas recibidas a la encuesta. Se puede observar como la pregunta relacionada con la resiliencia como son la Q1 y Q8 obtienen valoraciones muy bajas. Y la pregunta Q8 no suele modificarse positivamente de forma abrupta tras la innovación. La Q1 tiene mejoras cercanas al 10 % pero lejos del 15-20 % de media de mejora en todo el resto de cuestiones.

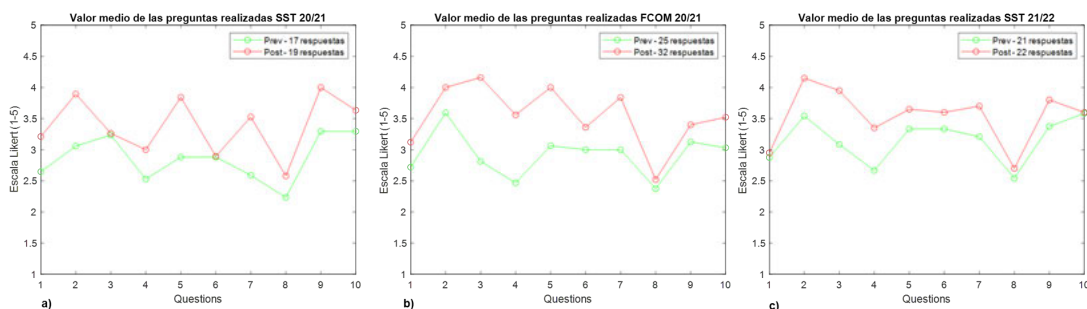


Fig. 5: Respuestas recibidas a las preguntas realizadas en las encuestas pre y post sesión en a) SST curso 20/21, b) FCOM curso 20/21 y c) SST curso 21/22

Si nos fijamos en la agrupación por dimensiones de la [Figura 6](#), se puede observar como el cambio de contexto social y sanitario ha ido también afectando a la percepción del trabajo de laboratorio

por parte del alumnado. Pasamos de niveles medios por debajo del 3 al inicio de los laboratorios bajo estudio a niveles incluso cercanos a 3.5 en el caso del curso 21/22. La cuestión 10 es muy observable como este curso 21/22 el alumno esta motivado a la hora de afrontar los retos docentes prácticos, valorando los mismos en rangos del 3.5. Si se descompone en numero de respuestas en niveles 4 o 5 para la Q10, se observa que en curso SST 20/21 existían 8 respuestas en este rango y en el curso 21/22 15 respuestas. Esto nos da una idea de como el contexto socio-sanitario influye en el bienestar del estudiante. Un estudio mas amplio en base a conceptos como resultados académicos, tiempo de estudio, motivación específica y otros seria necesario para poder inferir tendencias de forma correcta.

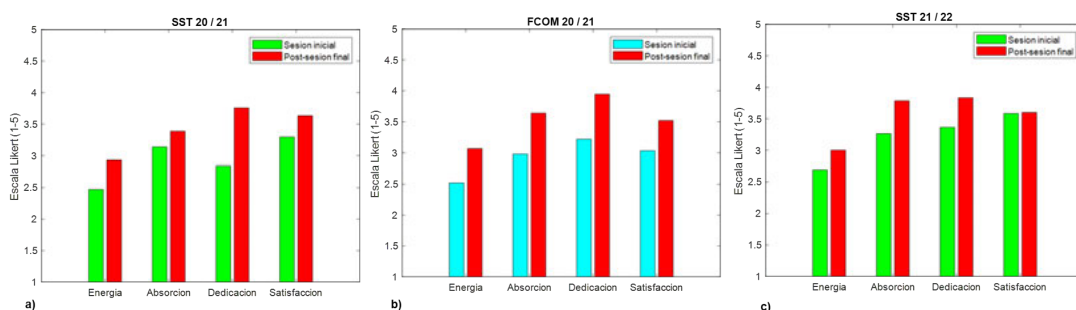


Fig. 6: Dimensiones analizadas según encuestas en a) SST curso 20/21, b) FCOM curso 20/21 y c) SST curso 21/22

Existen otros analisis del trabajo realizado y es la calidad de los proyectos realizados. Se puede observar como el alumnado de FCOM 20/21 que luego ha cursado SST 21/22, 20 de 38 matriculados, en su mayoría ha realizado trabajos ampliados y adecuados para su uso en FCOM como modelo de trabajo para la sesión 7. Esto indica una motivación alta en aspectos como aprender por aprender, trabajo en grupo, mentorización y interés en conocer el mundo profesional de las comunicaciones a través de herramientas de hardware de comunicaciones avanzadas radio y ópticas.

5 Conclusiones

Los resultados de introducir el uso de elementos profesionales de comunicaciones como los SDR y GPON en el contexto practico de ambas asignaturas ha sido muy positivo. En primer lugar, se han conseguido resultados de la evaluación de la sesión en FCOM por encima de los obtenidos en toda la asignatura. La evaluación del impacto mediante encuesta definida de tipo Likert ha mostrado mejoras del 25% en muchas dimensiones como la satisfacción y la dedicación respecto al inicio de las sesiones de laboratorio y tras la implementación de la innovación docente. En el caso de SST se muestra la implementación intensa del proyecto mediante clases síncronas, de acceso libre y asíncronas mediante una metodología ABP, acciones de trabajo en grupo y revisión por pares, y el uso de los dispositivos SDR. Esto ha provocado una revisión intensa de conceptos de comunicaciones, estándares de comunicaciones, uso de sistemas y puesta en valor práctico de los mismos. Esta acción ha mostrado como 13 de los 18 grupos de trabajo (40 alumnos curso 20/21 y 38 alumnos en curso 21/22, en 12 y 6 grupos de trabajo en cada curso) han participado de las clases asíncronas de trabajo autónomo , 14 de los 18 han ampliado el proyecto inicial seleccionado

y todos han diseñado sistemas de comunicaciones con elementos de radiocomunicaciones profesionales. Las encuestas previas y posteriores a esta acción en SST han mostrado mejoras del 30 % en dimensiones como la motivación y la dedicación del alumnado. Comparando las acciones en el tiempo se observa como en el último curso de SST 21/22 la satisfacción o motivación era ya muy alta al conocer de antemano que se iba a trabajar con equipos profesionales y estar en un entorno de presencialidad, diferente al del curso 20/21. Esto se observa que la insatisfacción no tiene gran variación tras la innovación docente. Pero sí que varía de nuevo en porcentajes superiores al 20 % el resto de dimensiones, con la nueva adición de trabajo con sistemas complejos de comunicaciones ópticas. Este análisis de la implementación y uso de hardware de comunicaciones avanzadas de tipo profesional en el ámbito docente de los grados del ámbito de la ingeniería de telecomunicaciones en la ETSE UV

Esta comunicación ha mostrado como el uso de sistemas profesionales de comunicaciones radio y ópticas en laboratorios docentes de GIET permite mejorar la dedicación del alumnado, y supone una motivación para los mismos. A su vez permite adaptarnos a sus necesidades y mejorar el interés en los contenidos expuestos.

Referencias bibliográficas

Botella, C., Soriano, A., Segura García, J., Perez, J., Felici-Castell, S., Navarro, E., Garcia-Pineda, M. & Montagud, M. (2020). Evaluación del impacto del uso de dispositivos de radio definida por software como herramienta docente en la materia de comunicaciones digitales. *XXXV Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio*, 1-4.

Chen, J., Kolmos, A. & Du, X. (2021). Forms of implementation and challenges of PBL in engineering education: a review of literature. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 90-115.

ESTAD/CNMC/002/21: INFORME ECONÓMICO SECTORIAL DE LAS TELECOMUNICACIONES Y EL AUDIOVISUAL 2020. (2021). CNMC, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.

EUR-ACE@Framework Standards and Guidelines (inf. téc.). (2021).

García-Ros, R., Pérez-González, F., Tomás, J. & Fernández, I. (2018). The schoolwork engagement inventory: factorial structure, measurement invariance by gender and educational level, and convergent validity in secondary education (12-18) years. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 36(6), 588-603.

Jiménez, V. P. G., Serrano, A. L., Guzmán, B. G. & Armada, A. G. (2017). Learning mobile communications standards through flexible software defined radio base stations. *IEEE Communications Magazine*, 55(5), 116-123.

Pérez Soler, J., Suárez Zapata, A., Torres Pais, J., Garcia Olcina, R., Martos Torres, J., Soret Medel, J., Martínez Delgado, P. A., Menéndez Márquez, A. & Garcia Costa, D. (2021). El aprendizaje a saltos mediante el uso de equipos de radio definida por software para la docencia en el grado en ingeniería electrónica de telecomunicación. *IN-RED 2021. VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*, 397-408.

J. Pérez, A. Suárez, J. Torres, M. García-Pineda, A. Soriano-Asensi, R. García-Olcina, S. Felici, P.A. Martínez, A. Amaro y A. Menéndez

Robinson, J. P., Shaver, P. R. & Wrightsman, L. S. (1991). CHAPTER 1 - Criteria for Scale Selection and Evaluation. En J. P. Robinson, P. R. Shaver & L. S. Wrightsman (Eds.), *Measures of Personality and Social Psychological Attitudes* (pp. 1-16). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-590241-0.50005-8>

Sanger, P. A. & Ziyatdinova, J. (2014). Project based learning: Real world experiential projects creating the 21st century engineer. *2014 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, 541-544.

Schaufeli, W. & Bakker, A. (2004). *UWES-Utrecht Work Engagement Scale: Test manual* (Vol. 57). Department of Psychology Utrecht University Utrecht The Netherlands.

Soriano-Asensi, A., Segura Garcia, J., Botella Mascarell, C., Perez Soler, J. & Felici i Castell, S. (2019). Aprendizaje basado en proyectos en los laboratorios de comunicaciones digitales. *IN-RED 2019. V Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*, 1224-1234.

Stewart, R. W., Crockett, L., Atkinson, D., Barlee, K., Crawford, D., Chalmers, I., McLernon, M. & Sozer, E. (2015). A low-cost desktop software defined radio design environment using MATLAB, simulink, and the RTL-SDR. *IEEE Communications Magazine*, 53(9), 64-71.

Tech Cities EXPERIS — EDICIÓN 2021. (2021). Manpower.