

Desarrollo de un Proyecto Hardware utilizando Scrum en el Grado en Tecnologías Interactivas

1st Asun Pérez Pascual
Camino de Vera s/n 46022 Valencia, España
Universitat Politècnica de València
ORCID ID: 0000-0002-6925-6878

2nd José Fco. Toledo Alarcón
Camino de Vera s/n 46022 Valencia, España
Universitat Politècnica de València
ORCID ID: 0000-0002-9782-4510

3rd Jose Marín-Roig Ramón
Camino de Vera s/n 46022 Valencia, España
Universitat Politècnica de València
ORCID ID: 0000-0002-3436-7367

4th Elías Azulay
Researcher and CEO from
Jacobson, Steinberg & Goldman
Valencia, España
ORCID ID: 0000-0002-4214-4841

Abstract—El aprendizaje de la electrónica en la cuarta era industrial requiere un gran esfuerzo de motivación de los estudiantes. Frecuentemente se sienten frustrados por lo que terminan dedicando menos tiempo del necesario para adquirir un conocimiento profundo. Con la finalidad de motivar a los alumnos en este proceso, se están aplicando diferentes métodos de enseñanza-aprendizaje en varias Universidades [1]. Entre todos ellos, el aprendizaje basado en proyectos (PBL) ha demostrado ser útil para evitar la frustración y aumentar la implicación de los estudiantes. Esta metodología es incluso más exitosa si se utiliza una estrategia de gestión de proyectos ágil, como Scrum. Este trabajo describe una nueva manera de enseñar electrónica basada en el uso de PBL y Scrum. Se presentan resultados de su aplicación en relación con la adquisición de algunas competencias transversales.

Index Terms—Aprendizaje Basado en Proyectos, Scrum, Microcontroladores

I. INTRODUCCIÓN

El siglo XXI ha pasado a denominarse la era post-industrial. No hay duda de que la civilización está cambiando más rápida y profundamente de lo que lo hizo en transiciones previas. Se presenta un mundo incierto, donde la tecnología evoluciona más rápidamente que en épocas anteriores. En el contexto educativo, existe una inmensa preocupación acerca del modo de enseñar y aprender en esta nueva era. Algunas Universidades han establecido un nuevo paradigma centrado en el estudiante [2]. En contraposición, la mayoría de las Universidades europeas siguen utilizando una metodología centrada en el profesor. Esta situación deriva de la era industrial, en la cual se necesitaba una nueva élite de Universidades centradas en enseñar conceptos teóricos para abordar los retos del siglo XX. Sin embargo, la situación actual es diferente y las Universidades deberían proporcionar a sus estudiantes aquellas habilidades que les permitirán adaptarse a los continuos cambios y trabajar en un entorno incierto, tal y como se refleja en [3].

Financiado por el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa UPV-PIME-I 1776 (2022–2024)

Estudios recientes ([4], [5] y [6]) indican que existe una tasa de abandono elevada entre los estudiantes de ingeniería en Europa, concretamente en los grados relacionados con el estudio de la electrónica y la informática. Los investigadores apuntan que algunas de las causas que provocan este abandono son:

- La falta de preparación relacionada con conceptos básicos de matemáticas y física, la cual bloquea el progreso del estudiante y, finalmente, causa la pérdida de confianza debido al bajo rendimiento alcanzado [7].
- Factores institucionales como la relación insuficiente entre asignaturas [5], temarios demasiado largos, falta de coordinación entre asignaturas del mismo curso y pobre interacción con el profesorado [9].
- La falta de motivación intrínseca está correlacionada con el interés que los estudiantes tienen en su campo de estudio y las expectativas de conseguir un futuro profesional exitoso [10].
- Problemas relacionados con la integración social de los estudiantes en el entorno académico [11].

Además, una sociedad basada en el conocimiento requiere que los grados universitarios trabajen aquellas competencias transversales y habilidades que preparan a los estudiantes para enfrentarse a un futuro profesional en constante cambio. Por una parte, el programa de estudios debería diseñarse de manera integradora; las asignaturas tienen que estar interconectadas y el desarrollo de competencias transversales debería tratarse de manera continua y correctamente coordinada [3]. Por otra parte, el programa de estudios debería:

- Proporcionar un conocimiento profundo de los fundamentos técnicos.
- Habilitar a los estudiantes para que sean capaces de crear y operar con nuevos productos, procesos y sistemas [3].
- Transmitir la importancia del desarrollo tecnológico para proporcionar una sociedad en desarrollo.

Con la finalidad de aumentar la motivación intrínseca y evitar algunos de los problemas citados anteriormente la

metodología de enseñanza aprendizaje tiene que cambiar. Esta metodología debería contemplar el trabajo colaborativo y aprender haciendo. Con todo ello presente, se diseñó en 2017 el Grado en Tecnologías Interactivas en la Universitat Politècnica de València (GTI) [12]. La metodología de enseñanza utilizada en este grado es el aprendizaje basado en proyectos (PBL). Esta metodología sirve para articular la conexión entre todas las asignaturas del grado y para integrar las competencias transversales de una forma natural. La estructura del grado es tal que se incluye un proyecto interdisciplinar en cada semestre, cada uno de los cuales está centrado en un tecnología distinta, como son Internet de las Cosas (IoT) o Robótica. Todos estos proyectos siguen la estrategia CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar) [3]. Se desarrollan un total de siete proyectos interdisciplinares a lo largo de los siete primeros semestres, tres de ellos se basan en desarrollo software, videojuegos y aplicaciones de realidad virtual y realidad aumentada. Los cuatro proyectos restantes implican el desarrollo de prototipos electrónicos.

Este trabajo se centra en la manera en la que las asignaturas relacionadas con la electrónica se han implicado en el desarrollo de los proyectos de GTI. Se enfatizarán aquellos aspectos relacionados con la metodología utilizada para dirigir el trabajo de los equipos ya que esta metodología es la que permite integrar la adquisición de competencias transversales tales como la innovación, el trabajo en equipo, la planificación, la gestión del tiempo, el diseño de proyectos y la aplicación del pensamiento práctico.

En la sección II, se presenta la metodología Scrum aplicada al desarrollo *Hardware*, a continuación se introducen los cuatro proyectos de desarrollo electrónico que se están impartiendo en GTI. Se profundizará en la manera de trabajar y evaluar la adquisición de competencias transversales. La sección IV presenta la evolución de la adquisición de estas competencias medidas utilizando el test de Azulay-Bernstein. Se introduce una comparación entre las competencias adquiridas por los estudiantes y aquellas que presentan algunos profesionales del sector tecnológico. La última sección presenta las conclusiones y las líneas de trabajo futuras.

II. SCRUM APLICADO AL DESARROLLO HARDWARE

Scrum es una metodología ágil de gestión de proyectos que se está aplicando al desarrollo de proyectos software desde 2010 [13]. Se caracteriza por:

- Desarrollo incremental del proyecto a través de un proceso iterativo
- Flexibilidad a la hora de adaptarse a los cambios pedidos por el cliente, gracias a la implicación continua del cliente durante el proceso de diseño e implementación
- Transparencia entre procesos, los cuales deben ser visibles para todos los miembros implicados en el proyecto

A pesar de que Scrum se aplica normalmente en entornos profesionales, se está utilizando en el sector educativo ya que presenta algunas características muy adecuadas para proporcionar un marco que estimula el conocimiento profundo [18].

La metodología Scrum aplicada en este trabajo se presenta en la figura Fig. 1. Los estudiantes se dividen en grupos de cuatro a seis componentes. En el primer proyecto, se organizan los grupos utilizando el test de Azulay-Bernstein [14], el cual se presenta en la ección IV. Este test permite crear equipos balanceados, donde coexisten miembros con diferentes personalidades. Además de los miembros del equipo, existen dos roles involucrados en el proyecto:

- El *product owner*, el cual representa las necesidades del cliente y del resto de personas interesadas en el proyecto
- El *scrum master* que realiza el papel de facilitador del trabajo. En el sector educativo esta persona debe proporcionar al equipo todos los recursos que se consideren necesarios para el correcto desarrollo del proyecto

El proyecto comienza con la reunión inicial. En ella participan el *product owner*, el *scrum master* y el equipo de desarrollo. En esta reunión se presenta el problema que el proyecto deberá solucionar. Después, comienza la fase de concepción de la idea. En esta fase se realiza un intenso trabajo de vigilancia tecnológica, donde los estudiantes investigan acerca del estado del arte. Además se realizan algunas sesiones de creatividad donde los profesores tratan de despertar la creatividad y el interés de sus estudiantes. Como tarea derivada de esta fase se presenta el *Product Backlog*, que es una lista de especificaciones del producto, descritas en forma de historias de usuario.

Tras la fase de concepción, el equipo comienza a trabajar en las fases de diseño e implementación. Se trata de un proceso iterativo, en cada iteración, llamadas *sprint* se realiza un producto mínimo viable (MVP). Se inicia con el *Sprint Planning*, donde el equipo decide qué especificaciones se van a implementar durante ese *sprint*. Estas dependen de la progresión del curso y de la disponibilidad temporal del equipo. Con la finalidad de ayudar a los estudiantes a planificar su trabajo, los profesores les proporcionan una planificación detallada de cada semana del curso. El resultado de este *Sprint Planning* es el *Sprint Backlog*, donde los estudiantes describen, no solo las historias de usuario sobre las que van a trabajar durante ese *sprint*, sino además qué miembro del equipo es responsable del desarrollo de cada una. Gracias a esto, los profesores están al corriente del trabajo que cada estudiante está desarrollando dentro del equipo.

Durante el tiempo que dura el *sprint*, los estudiantes se reúnen con regularidad (estas reuniones se denominan *daily sprints*), y reportan sus avances y los problemas encontrados en las actas de estas reuniones. Estas actas son utilizadas por los profesores para realizar un seguimiento del trabajo del equipo.

El *product owner*, el *scrum master* y el equipo participan en el *Sprint Review* al final de cada *sprint*. Este evento proporciona la oportunidad de revisar el desarrollo del producto y de discutir las historias de usuario presentadas. El equipo debe estar abierto a realizar los cambios que les sugiera el *product owner*. De este modo, los estudiantes reciben realimentación acerca del trabajo realizado, promoviendo una cultura de mejora continua.

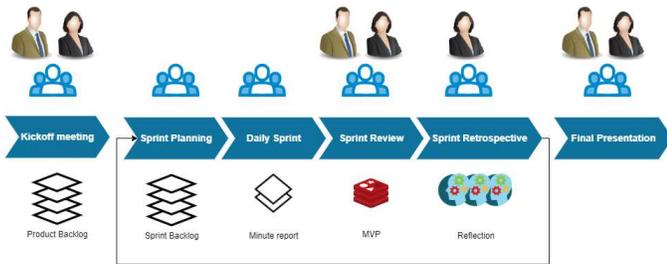


Fig. 1. Proceso Scrum

El último evento que se realiza al final de cada sprint se denomina *Sprint Retrospective*. Se trata de una reunión en la que participan el *scrum master* y el equipo, que sirve para reflexionar acerca del trabajo realizado. No sólo se revisan aspectos técnicos del MVP, sino que también se tratan aspectos relacionados con la organización del trabajo del equipo. De este modo se obliga a los estudiantes a reflexionar acerca de cómo se comunican entre ellos, cómo planifican las tareas de cada *sprint* y cómo organizan su tiempo. Con la finalidad de obtener algunos indicadores relacionados con el trabajo que realiza cada estudiante dentro del grupo, los profesores han creado un cuestionario que rellenan los estudiantes al final de cada *sprint*. Las preguntas de este cuestionario se dirigen a averiguar cual es la percepción que tiene cada estudiante respecto del trabajo realizado por el resto de los miembros del equipo.

Al final del semestre, los equipos presentan sus productos en público. Los profesores invitan a empresas relacionadas con el área de estudio y a otras personas interesadas. De este modo se fomenta la interacción de la Universidad con las empresas y se acerca la Universidad a la sociedad.

III. PROYECTOS DE DESARROLLO HARDWARE EN EL GRADO EN TECNOLOGÍAS INTERACTIVAS

La electrónica es un campo que se adapta fácilmente al paradigma de enseñanza centrada en el estudiante. Es fácil presentar un problema que pueda resolverse utilizando algún dispositivo electrónico. Los estudiantes están acostumbrados a trabajar con estos dispositivos ya que los usan a diario. Por una parte, la implementación de un proyecto electrónico es económicamente abordable, por otra parte, el sistema completo normalmente se compone de varios subsistemas que permiten la introducción de diferentes disciplinas.

Se desarrollan cuatro proyectos electrónicos en GTI. La tabla I presenta una breve descripción de los mismos. En el primer semestre, los estudiantes se matriculan en una asignatura denominada "Desarrollo de un producto electrónico utilizando metodología CDIO" [3]. Esta asignatura se centra en estudiar cómo debe ser el proceso de creación de un producto electrónico. Con la finalidad de que los estudiantes internalicen este proceso, se realiza un pequeño proyecto desde su concepción. El proyecto se basa en la monitorización de diferentes parámetros físicos, (temperatura, humedad, presión atmosférica...) utilizando diferentes sensores que permiten in-

TABLE I
DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS ELECTRÓNICOS

Semestre	Proyecto	Scrum	Asignaturas
1	Monitorización de parámetros físicos	Fundamentos de	Electrónica Básica Programmación
3	Internet de las Cosas	Desarrollo	Programación de Apps Microprocesadores
5	Monitorización de la Contaminación del aire	Mejora del proceso de diseño	GIS Cálculo
6	Robótica	Integración Testeo	IA Medios de de energía Control

roducir conceptos físicos, y trabajar con circuitos sencillos. Se utilizan un microcontrolador muy básico (Sparkfun ESP8266) para controlar estos parámetros. Se programa utilizando el lenguaje C++. Este primer proyecto involucra a dos asignaturas que se imparten en paralelo, "Programación" y "Electrónica Básica".

El proyecto es el mismo para todos los grupos y se está muy guiado por los profesores, ya que los estudiantes están en su primer semestre universitario y un alto grado de libertad podría acarrear consecuencias adversas. El desarrollo del proyecto implica la definición de los requisitos funcionales, el diseño de los circuitos de acondicionamiento de los sensores, diseño de esquemáticos, implementación de una tarjeta de circuito impreso (muy sencilla), el testeo y el prototipado.

Los resultados de aprendizaje de este proyecto se centran en que el estudiante sea capaz de manejarse con un producto electrónico desde la perspectiva del sistema que lo compone. Esto significa que todavía no serán capaces de crear los drivers necesarios para controlar el producto, pero sí que sabrán utilizar y configurar drivers ya implementados con la finalidad de que el producto tenga las especificaciones requeridas. Estos resultados van evolucionando en los otros proyectos, proporcionando una especialización mayor en los cursos superiores.

Por otro lado, esta es la primera experiencia relacionada con el trabajo en equipo que los estudiantes tienen en la Universidad, por lo que se utiliza para motivar al alumnado y evitar el abandono. Por ello, los profesores realizan los roles de *product owner* y *scrum master*. Como *product owner*, incorporan la experiencia adquirida en la empresa en la marcha de las clases, ofreciendo charlas relacionadas con los modelos de negocios y la importancia de la cultura empresarial. Como *scrum master*, actúan como mentores y facilitadores, guiando a los estudiantes en su proceso de adaptación a la Universidad. Además, los estudiantes aprenden a:

- Dividir en tareas cada una de las historias de usuario planeadas para implementa en cada *sprint*.
- Medir la carga de trabajo y estimar el esfuerzo requerido, utilizando para ello un diagrama de *burndown*.
- Coordinar el trabajo y manejar los conflictos.

El *scrum master* se encarga de supervisar el tablero de trabajo del equipo cada dos semanas y utiliza el *sprint retrospective* para redirigir el trabajo del equipo con la finalidad de aumen-

tar su eficiencia. Este proyecto continúa durante el segundo semestre con la implementación de una aplicación web que monitoriza todos los parámetros adquiridos.

En el segundo año del grado, durante el primer semestre, los estudiantes se enfrentan con el proyecto más complejo desde el punto de vista del número de tecnologías diferentes implicadas. Se trata del proyecto de Internet de las Cosas (IoT). En él los estudiantes eligen por primera vez el problema que quieren resolver. Se les da total libertad, con la única premisa de que haya interactividad entre los usuarios y el dispositivo. Para ello implementan una aplicación en Android. Se guía a los estudiantes a través de varios sprints incrementales, en los que se imparten los siguientes contenidos:

- Sensores, actuadores y microprocesadores de la familia ESP32.
- Uso de Raspberry Pi y Java.
- Protocolos de comunicaciones (Bluetooth, UDP, MQTT).
- Programación en Android y Google Assistant.

La misión del profesor en este proyecto es detectar los desbalances que se producen entre los componentes del equipo y asegurarse de que los proyectos cumplan con la premisa pedida, ya que los alumnos trabajan la metodología Scrum de manera autónoma, bajo la atenta mirada del profesor. En paralelo se imparten dos asignaturas que dan soporte al proyecto, “Microprocesadores y Acondicionadores de Señal” e “Implementación de aplicaciones móviles”.

Varias compañías externas participan en este proyecto proporcionando dispositivos IoT que permiten que el estudiante desarrolle nuevas aplicaciones a partir de su propio proceso creativo. Se invita a que estas empresas participen en la presentación final de los proyectos. Con estos contactos, se promueve la realimentación entre la empresa y la Universidad, además se favorece la empleabilidad de los estudiantes y se estimula el emprendedurismo.

El proyecto del quinto semestre (Información, concienciación e interacción a través de mapas de polución del aire generados mediante *crowdsensing* móvil y métodos geostatísticos), se centra en la introducción de nuevas tecnologías y el fortalecimiento de habilidades adquiridas en los cursos anteriores. Los estudiantes desarrollan un producto que consiste en un sensor de contaminación del aire portátil, que utiliza el protocolo Bluetooth. Los datos captados por el sensor se envían al teléfono móvil, el cual a su vez los envía a un servidor remoto o a un servidor en la nube donde se generan los mapas de contaminación. Los ciudadanos pueden acceder de manera gratuita a estos mapas de su ciudad, donde se presentan aquellas anomalías locales que no se hallan contempladas en las aplicaciones comerciales, ya que estas utilizan grandes conjuntos de datos interpolados. Estos mismos ciudadanos pueden llevar su propio sensor participando en la elaboración de los mapas de contaminación, lo que introduce un elemento de disfrute y gamificación.

Los estudiantes se familiarizan con las balizas Bluetooth, sensores electroquímicos de gases y algunos algoritmos de procesamiento de señal, soluciones *crowdsensing*, impresión 3D (para la fabricación de la estructura del sensor), interpolación de

datos en 2D y representación en mapas, así como diseño de bases de datos. En paralelo, los estudiantes cursan las asignaturas “Sistemas de Información Geográfica (GIS)” y “Cálculo”, las cuales proporcionan las bases para realizar la interpolación en 2D y la representación en mapas de contaminación.

En este proyecto se exige a los estudiantes que realicen un producto de alta calidad, y se les pide un conocimiento profundo de las metodologías ágiles. Respecto a la calidad, las historias de usuario que presentan un bajo rendimiento no se aceptan. Se exige que el código realizado siga una serie de buenas prácticas pre-establecidas, tales como que incluya comentarios y testeos, o que se utilice un sistema de control de versiones. En relación con la metodología ágil, los equipos eligen a su propio *scrum master* entre los miembros del equipo de desarrollo. Se exige que mantengan al día el tablero Kanban del proyecto, el cual se utiliza en el *Sprint Retrospective* para analizar la dinámica del equipo. Se pone el foco en analizar la habilidad que presentan a la hora de resolver conflictos y en el compromiso con el proyecto.

Durante el sexto semestre se realiza un proyecto de robótica. La aplicación del proyecto es libre pero se imponen varias características que todos los proyectos deben cumplir. Estas son:

- El robot tiene que ser capaz de navegar de manera autónoma.
- El robot tiene que capturar y procesar imágenes.
- El robot tiene que integrar algunas aplicaciones relacionadas con la inteligencia artificial.
- El robot deberá controlarse a través de una página web.

Los estudiantes se inclinan por realizar proyectos relacionados con tareas de seguridad, exploración en entornos peligrosos, tareas agrícolas, tareas relacionadas con la salud, vigilancia, etc. El temario del curso incluye contenidos técnicos como programación en python, el sistema operativo ROS2, la librería de procesamiento de imágenes OpenCV y redes neuronales. En paralelo al proyecto se imparten las asignaturas de “Inteligencia Artificial”, “Medios de Interconexión, Energía y Alimentación” y “Electrónica de Control”.

Los estudiantes son muy autónomos, conocen cómo tienen que aplicar Scrum, planificar los sprints, dividir las historias de usuario en tareas y medir el esfuerzo de cada una. El reto al que se enfrentan es principalmente la resolución de conflictos y la gestión del tiempo. Ya no necesitan tanto de la tutorización de los profesores, los cuales se dedican más a profundizar en los contenidos que a resolver problemas del trabajo grupal.

IV. RESULTADOS

Esta sección presenta los resultados de dos análisis diferentes realizados con los estudiantes de la primera promoción del Grado en Tecnologías Interactivas:

- Un análisis de las competencias desarrolladas por los estudiantes.
- Una comparación con las competencias que presentan los profesionales del sector tecnológico.

Un total de quince estudiantes participaron en este estudio, dos mujeres y trece hombres. Todos ellos eran menores de 25 años.

A. Análisis de las competencias desarrolladas por los estudiantes

Los estudiantes de la primera promoción de GTI rellenaron el test de Azulay-Bernstein cuando comenzaron sus estudios en el grado y volvieron a rellenarlo al llegar a cuarto curso. Este test, denominado test del ADN-emocional (ADN-e), fue desarrollado por Elías Azulay en 2014 a partir del análisis de la teoría transaccional propuesta por el psiquiatra Eric Berne en 1971 [17], y su correlación con los sistemas neuromodulatorios enunciada por Eric Kandel, premio Nobel de Medicina y Psicología en el año 2000 gracias al estudio de los neurotransmisores que gobiernan el comportamiento y el aprendizaje ([15] y [16]). Esta teoría trata de replicar el modelo sináptico de las personas utilizando el algoritmo ADN-e que intenta explicar los procesos mentales y la interacción humana, mediante el estudio interno de las personas y de la manera en la que estas se comunican entre ellas, profundizando en la capacidad de cada persona para modular su respuesta sináptica en su comportamiento y aprendizaje. Estos procesos se parametrizan y se les da un valor numérico porcentual, pero hay que tener en cuenta que valores superiores a 90 puntos indican cargas no positivas. Esta saturación limita la habilidad para combinar competencias, perjudicando la amplitud de las habilidades a desarrollar.

Este test se está utilizando en los procesos de selección de las empresas para minimizar el riesgo de adaptación, y en el sector educativo para testar las competencias adquiridas por los estudiantes. El test se compone de 59 preguntas relacionadas con la manera en la que las personas reaccionan ante diferentes situaciones. El test ofrece como resultado un patrón numérico que representa el comportamiento emocional de una persona. Este patrón contiene siete registros, que son:

- Objetividad y nivel de reflexión (Ob) relacionado con el sistema serotoninérgico. El orden, la responsabilidad y el buen juicio se encuentran dentro de este registro.
- Generosidad y disposición a la afectividad y a la sociabilidad (Pr) relacionado con el sistema oxitocinérgico. En este registro se engloban la capacidad de cooperación, la participación y el trabajo en equipo.
- Habilidades analíticas (Ad) relacionado con el sistema colinérgico. Contempla la capacidad de decisión, concentración y especialización.
- Espontaneidad, imaginación y creatividad (Nt) relacionada con el sistema dopaminérgico. Refleja la actitud frente al riesgo, la curiosidad y la creatividad.
- Atención y capacidad de aprendizaje (Sm), relacionado con el neurotransmisor GABA. En este parámetro se presenta el grado de sumisión, la pasividad, y la capacidad de ilusionar. Este registro presenta una escala inversa, a mayor valor, menor será la atención y la capacidad de escucha activa del sujeto.

- Agresividad y tendencia posesiva (Rb) relacionado con el sistema adrenalinérgico. En este parámetro se encuentra el comportamiento subjetivo más primitivo.
- Capacidad de influencia, previsión y astucia (Mn) relacionado con el sistema noradrenalinérgico. Define la capacidad de adaptación, intuición y aceptación de los retos.

El comportamiento de los seres humanos es el resultado de las oscilaciones de estos registros y de su combinación. Durante el procesamiento de los datos recogidos del test se realizan varios algoritmos que determinan el nivel de adquisición de algunas competencias a partir de los patrones que presentan los sujetos sometidos a estudio. En este trabajo, las competencias se han seleccionado entre las que componen el proyecto de competencias transversales de la UPV, específicamente aquellas que se trabajan en mayor medida en los proyectos. Estas son la capacidad de innovación y creatividad, la capacidad de diseñar y proyectar, el trabajo en equipo, la planificación, la aplicación del pensamiento práctico y la gestión del tiempo.

Los datos fueron procesados de manera individual para obtener la evolución de cada estudiante, y grupal, para ver la mejora del grupo entre el primer y el cuarto año de estudio.

La evolución grupal después de cuatro años de estudio se presentó en el año 2021.



Fig. 2. Evolución de los registros en tanto por ciento

La Fig. 2 presenta la evolución de los siete registros presentada como la diferencia entre los valores obtenidos en el cuarto año menos los valores obtenidos el primer año, en porcentaje. Se observa que todos los registros se han incrementado, excepto el registro "Sm", el cual representa el grado de sumisión y pasividad. Esto es debido a que se ha alcanzado un mayor grado de especialización, escucha activa y atención selectiva. Esta reducción indica también un mayor grado de conciencia en el aprendizaje.

Respecto a los registros esenciales de comportamiento, se puede asegurar que el sistema neuromodulatorio de los sujetos sometidos a estudio ha desarrollado un incremento de sus recursos. Los resultados individuales presentan un valor medio de incremento del 3.31%, aunque los registros que más se incrementan son el relativo a la disposición frente al trabajo en grupo (Pr), un 5.86%, el registro que representa la creatividad (Nt), con un 7.20%, y la especialización (Sm), con un 4.18% de incremento. Por todo ello podemos concluir que en el

proceso evolutivo de los estudiantes de este grado se han potenciado estas capacidades.

La Fig. 3 presenta la evolución, en tanto por cien, de las competencias seleccionadas comparándolas con el nivel que presentaban los estudiantes cuando comenzaron a estudiar en este grado. Las competencias que más se han incrementado son aquellas relacionadas con la cooperación, y la capacidad de ayuda en el trabajo grupal. Además, la seguridad proporcionada por el conocimiento adquirido ofrece mejoras sustanciales en la capacidad de innovación, la creatividad y la iniciativa emprendedora.

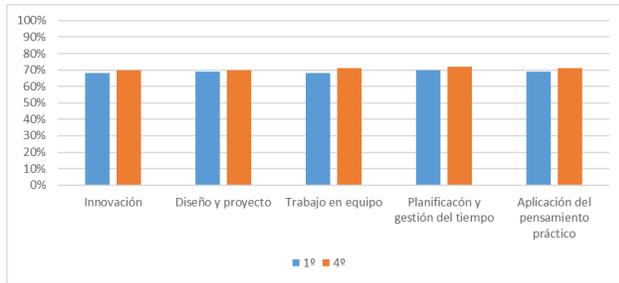


Fig. 3. Evolución de las competencias

La Fig. 4 representa el nivel de variación de las competencias entre el primer y el cuarto año de estudio, medido en tanto por ciento. Los incrementos se sitúan entre un 1,2% y un 3,5%.



Fig. 4. Diferencia entre el nivel de cada competencia medido en el cuarto año menos el del primer año, medido en porcentaje

Después de analizar estos resultados, se puede concluir que se ha garantizado el progreso personal de los estudiantes, ya que el análisis parte de parámetros individuales de cada sujeto. Asimismo, realizando otras acciones específicas, se podrían fortalecer otras competencias.

No olvidemos que la selección de los estudios a realizar por los alumnos suele ser representativa de sus capacidades naturales en las que más se destaca. Por tanto, estas mediciones confirman que cuando aprendes, realmente aprendes a combinar, equilibrar y dosificar los elementos del modelo neuromodulador que cada uno posee. Siendo, el paso por la universidad, una vía para garantizar la evolución personal y colectiva.

B. Medida comparativa entre estudiantes de GTI y directivos profesionales

Para estimar la progresión de estudiante a profesional, hemos realizado una comparación entre los resultados obtenidos en estudiantes y las mediciones realizadas a profesionales expertos del sector tecnológico, todos ellos ocupan puestos directivos.

La muestra se compone de 78 directivos (socios) pertenecientes a corporaciones multinacionales con fuerte implicación en el sector tecnológico. Esta muestra no está segmentada por género. Se trata de ejecutivos de entre 30 y 55 años residentes en España pero con proyectos internacionales.

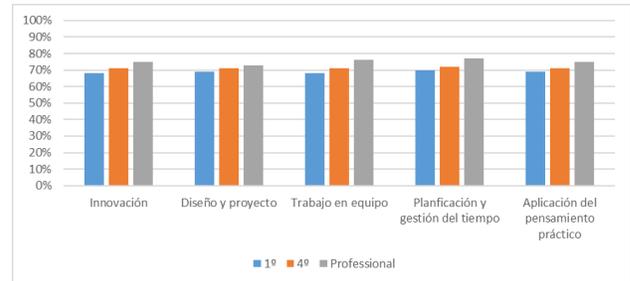


Fig. 5. Comparación (en tanto por ciento) del grado de adquisición de las competencias de los estudiantes frente al nivel que presentan los profesionales

La gráfica de la Fig. 5 presenta la comparación entre el nivel de competencias de los estudiantes de GTI y los profesionales. Muestra que a los estudiantes todavía les queda un largo camino por recorrer, pero su paso por la Universidad ha servido para acercarlos más al nivel de los profesionales.

Para tener una idea clara de la magnitud de la mejora, comparamos, en la Fig. 6, la puntuación obtenida por los estudiantes de primer año con la de los profesionales, y la puntuación obtenida por los estudiantes de cuarto año frente a la de los profesionales, en porcentaje de mejora. Este gráfico muestra claramente que las diferencias se han reducido a la mitad.

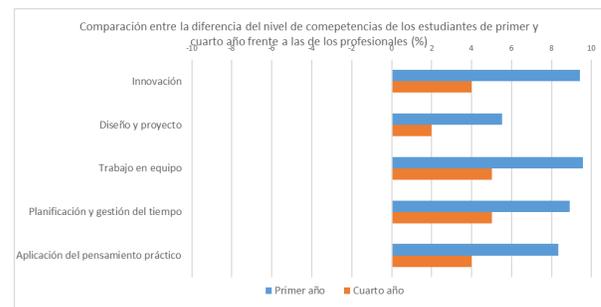


Fig. 6. Comparación entre las competencias de los alumnos de primero y cuarto año y las competencias profesionales expresadas en porcentaje

V. CONCLUSION

Este trabajo presenta una metodología académica que emula la realidad vivida en las empresas, especialmente en el sector

tecnológico. La implementación del PBL a través de las metodologías CDIO y SCRUM hacen de esta titulación un excelente campo de formación para que los alumnos adquieran las competencias que demandan las empresas para una integración exitosa en el mercado laboral, a lo largo de los cuatro cursos de la titulación.

La metodología adoptada anima a los estudiantes a ser aprendices activos, a reflexionar sobre su trabajo y a colaborar con otros estudiantes. Además, estimula la innovación y la creatividad, lo cual se demuestra a través de los resultados obtenidos con el test ADN-e.

El currículo presentado en el GTI permite interconectar materias e introduce competencias transversales de forma natural. De esta forma, los estudiantes están desarrollando las habilidades necesarias en la economía del conocimiento, contribuyendo a aumentar su competitividad.

Como trabajo futuro se pretende realizar un estudio similar con estudiantes del Grado en Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen (GISTS), el cual utiliza una metodología de estudio tradicional pero también introduce la realización de un proyecto en cuarto curso. Se comparará el nivel de las competencias adquiridas por ambos grupos (el grupo de GTI y el de GISTS), para analizar las diferencias.

REFERENCES

- [1] A. C. B. Reis, S. C. M. Barbalho, and A. C. D. Zanette, "A bibliometric and classification study of Project-based Learning in Engineering Education," *Production*, vol. 27, no. Special Issue, pp. 1–16, 2017.
- [2] C. M. Reigeluth, B. J. Beatty and R.D. Myers, *The Learner-Centered Paradigm of Education*, Ed. Routledge, Taylor & Francis, 2017.
- [3] E. Crawley, J. Malmqvist, S. Ostlund, D. Brodeur, and Kristina Edstrom, *Rethinking engineering education. The CDIO approach Second Edition*, Ed. Springer (2007).
- [4] F. Araque, C. Roldan, and A. Salguero, "Factors influencing university dropout rates," *Compu. Educa.*, vol. 53, pp. 563-574, Nov. 2009.
- [5] L. Salas-Morera, M. Cejas-Molina, J. Olivares-Olmedilla, L. Garcia-Hernandez, and J. Palomo-Romero, "Factors affecting engineering students dropout: A case study," *Int. J. Eng. Educ.*, vol. 35, no. 1, pp. 156-167, 2019.
- [6] J. P. Smith and R. A. Naylor, "Dropping out of university: A statistical analysis of the probability of withdrawal for UK university students," *J. Roy. Stat. Soc., Ser. A (Statist. Soc.)*, vol. 164, no. 2, pp. 389–405, Jan. 2001.
- [7] L. Paura and I. Arhipova, "Student dropout rate in engineering education study program," in *Proc. 15th Int. Sci. Conf. Eng. Rural Develop.*, Jelgava, Latvia, 2016, pp. 1-6.
- [8] M. Meyer and S. Marx, "Engineering dropouts: A qualitative examination of why undergraduates leave Engineering" *J. Eng. Educ.*, vol. 103, no. 4, pp. 525-548, Oct. 2014, doi: 10.1002/jee.20054.
- [9] H.-Y. Chan and X. Wang, "Momentum through course-completion patterns among 2-Year college students beginning in STEM: Variations and contributing factors," *Res. Higher Educ.*, vol. 59, no. 6, pp. 704–743, Sep. 2018.
- [10] M. Rump, W. Esdar and E. Wild, "Individual differences in the effects of academic motivation on higher education students intention to drop out," *European Journal of Higher Education*, 7:4, 341-355, 2017, doi: 10.1080/21568235.2017.1357481
- [11] M. J. Kirton (2000). *Transitional factors influencing the academic persistence of first-semester undergraduate freshmen*. Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences, 61(2-A), 522.
- [12] J. Marin-Roig, A. Perez-Pascual, J. Toledo, "Nuevo diseño de Estudios de Ingeniería para el siglo XXI," 5th International Conference on Innovation, Documentation and Teaching Technologies (INNODOCT 2017).
- [13] K. Schwaber, and J. Sutherland. *The Scrum guide*. Scrum Alliance 21, no. 1 (2011).
- [14] C. Santandreu Mascarell, E. Azulay, J. Marin-Roig and O. Morant. "El ADN, la nueva herramienta para la gestión de los recursos humanos." *International Journal of Information Systems and Tourism* 3.1 (2018): pp. 35-55.
- [15] E.R. Kandel, *The New Science of Mind and the Future of Knowledge*, Neuron, Ed. ScienceDirect, vol. 80, issue 3, pp. 546-560, October 2013. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.10.039>.
- [16] E. R. Kandel (2007), *In search of memory: The emergence of a new science of mind*. Ed. WW Norton & Company.
- [17] E. Berne, *Games people play: the basic handbook of transactional analysis*, Ed. Tantor eBooks, 2011.
- [18] M. Muller-Amthor, G. Hagel, M. Gensheimer, and F. Huber, "Scrum higher education - The scrum master supports as solution-focused coach," *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2020-April*, 948–952. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125304>