

09-001

## **PROPOSALS ON THE USE OF DIGITALIZATION AND AGILE METHODOLOGIES IN TECHNICAL EDUCATION.**

Carnicero, Ignacio <sup>(1)</sup>; González Gaya, Cristina <sup>(2)</sup>; Rosales Prieto, Víctor F. <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Escuela Internacional de Doctorado UNED-UNED, <sup>(2)</sup> Ingeniería de Construcción y Fabricación. ETSII-UNED

Technological advances reach all domains, including business, social and academic areas. In the field of training in technical education, digitalization tools are being used, such as ICT, the Internet of Things (IoT) and data generated by students in their learning process. Examples of this are simulators, virtual reality, learning methods based on video games and gamification, augmented reality and modelling. At the same time, agile methodologies are landing in the training of engineers to generate some advantages in learning, especially in terms of possible improvements in students' skills. This article describes how the use of digital technology in the training of future engineers could help in several aspects, such as the possibility of increasing students' motivation, helping a better assimilation of some theoretical concepts and making learning, in some cases, a little more practical. There is also a reflection on how agile training project teams could boost both some individual skills and the levels of collaboration and communication.

Keywords: technical education; digitalization; agile methodologies; learning process.

### **PROPUESTAS SOBRE EL USO DE LA DIGITALIZACIÓN Y METODOLOGÍAS ÁGILES EN LA FORMACIÓN EN ENSEÑANZAS TÉCNICAS.**

Los avances tecnológicos alcanzan todos los ámbitos, tanto empresariales, como sociales y académicos. En el ámbito de la formación en enseñanzas técnicas se están utilizando herramientas de digitalización, como las TIC, internet de las cosas (IoT) y los datos generados por los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Ejemplos de esto son simuladores, realidad virtual, métodos de aprendizaje basados en videojuegos y gamificación, realidad aumentada y el modelado. A su vez, las metodologías ágiles están aterrizando en la formación de los ingenieros para generar algunas ventajas en el aprendizaje, sobre todo en lo referente a posibles mejoras en las habilidades de los estudiantes. En el presente artículo se describe como el uso de la tecnología digital en la formación de los futuros ingenieros podría ayudar en diversos aspectos, como son la posibilidad de aumentar la motivación en los alumnos, ayudar a una mejor asimilación de algunos conceptos teóricos y a hacer el aprendizaje, en algunos casos, un poco más práctico. También se reflexiona sobre como los equipos de proyectos formativos ágiles podrían impulsar, tanto algunas competencias individuales, como los niveles de colaboración y comunicación.

Palabras claves: Enseñanzas técnicas; digitalización; metodologías ágiles; proceso de aprendizaje.

Correspondencia: Ignacio Carnicero Plaza [icarnicer5@alumno.uned.es](mailto:icarnicer5@alumno.uned.es)



## 1. Introducción

Existe consenso sobre la importancia de la integración curricular de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación superior (Becker et al., 2017), con el objetivo de intentar aportar valor a la formación. Las TIC han impulsado la evolución del papel de los distintos agentes educativos y de las nuevas formas de interacción síncrona y asíncrona, ampliando los lugares de aprendizaje, así como los tiempos en los que se realizaban los mismos. Las TICs han pasado a jugar un papel importante, no solo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, sino también en el necesario desarrollo de sus habilidades digitales. En este sentido, la utilización de las mencionadas tecnologías puede representar una oportunidad.

En un modelo educativo basado en competencias, es interesante entender el aprendizaje desde una perspectiva integradora que dinamice los conocimientos, habilidades y actitudes personales e interpersonales. En este sentido, adquiere relevancia la búsqueda de nuevas estrategias y metodologías de enseñanza, el seguimiento continuo de los aprendizajes logrados por los alumnos, la flexibilidad en las modalidades de enseñanza y la diversificación del sistema de evaluación (Ahumada, 2013; López, 2013; Villa & Poblete, 2007).

Volviendo al eLearning y a las TICs, estas han supuesto una ayuda para avanzar en este sentido. El eLearning ofrece la oportunidad de crear entornos virtuales de aprendizaje que ayudan de alguna manera a personalizar la formación del estudiante.

La plataforma en la que se desarrolla el eLearning (LMS: Learning Management System) es el responsable de la gestión de los usuarios, la gestión de los cursos y los servicios de comunicación. Estas plataformas no son sistemas aislados, ya que pueden apoyarse en herramientas desarrolladas por terceros o en integraciones desarrolladas por los diseñadores o administradores.

Las TICs y el eLearning llevan ya tiempo introduciéndose en la formación. A continuación, se nombran algunos de los primeros ejemplos.

Una de las organizaciones pioneras en eLearning y las TICs es la UNED. Ya en 1992 los profesores de la UNED Alberto Mingo Álvarez, José Manuel Maíllo Fernández y Ana María Fernández Vega escribieron el artículo *El Aprendizaje Basado en Proyectos y su Aplicación en la Enseñanza Universitaria a Distancia de la Arqueología*, en el que se menciona como medio de aprendizaje un “foro virtual” (en su página 6).

El profesor de la UNED Lorenzo García Aretio, en su artículo *The Spanish UNED: a Thecnologycal University*, da numerosos ejemplos de la como la UNED es pionera en este ámbito. Tres de ellos son: (1) desde el año 1993 esta universidad ya utiliza sistemas de formación por videoconferencia, (2) desde el curso 94/95 se formó a más de 100 profesores para preparar material formativo multimedia, (3) desde el curso 96/97 se dispone de página web.

Un segundo ejemplo, que data del año 2000, son diversas universidades americanas que ofrecían una amplia gama de cursos con el método de enseñanza de eLearning.

La incorporación de la tecnología digital se ha aplicado también al aprendizaje de la Dirección de Proyectos. En 2008 se utilizó la tecnología eLearning en la asignatura

"Proyectos" de la carrera de Ingeniería Industrial de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón.

Hoy en día, el método eLearning está ampliamente difundido en la Dirección y Gestión de Proyectos y existen programas en la mayoría de las universidades españolas<sup>1</sup>.

Las prácticas del laboratorio de ingeniería no han sido una excepción en la formación de ingenieros mediante metodologías digitales. En concreto, los profesores Rosado, Muñoz-Marí y Magdalena, en 2008, diseñaron unas prácticas de programación utilizando robots con el método eLearning. En dichas prácticas, el alumno podía reservar el robot durante 30 minutos, y descargar y ejecutar el programa, pudiendo visualizarlo a través de una cámara IP. Mientras tanto, el servidor web fue programado para ofrecer estadísticas de uso.

En este artículo también se va a reflexionar sobre como los equipos de proyectos formativos ágiles podrían impulsar, tanto algunas competencias individuales, como los niveles de colaboración y comunicación.

## 2. Objetivos

En la actualidad, la formación de los futuros ingenieros conlleva el hecho de que desarrollen competencias para entornos sociales y laborales cambiantes, y en un entorno bastante dinámico (Flórez, 1994; Turns et al., 2005). Algunas de las habilidades y competencias necesarias en el siglo XXI, son, la resolución de problemas reales, el pensamiento crítico, la creatividad, las habilidades de comunicación y colaboración y el enfoque de transformar las dificultades en oportunidades de mejora.

Por esta razón, es interesante que las universidades y sus docentes realicen una búsqueda constante que ayude a adaptar y desarrollar nuevos métodos de aprendizaje y enseñanza. También es interesante que desarrollen esas habilidades y competencias específicas para hacer frente a los nuevos desafíos relacionados con los desarrollos tecnológicos e informáticos, y con los modelos de negocios (Pena et al., 2020). Es decir, es necesario conectar las competencias y habilidades con los nuevos desarrollos tecnológicos, para intentar que la tecnología sea un apoyo en el crecimiento de los alumnos.

Este artículo pretende ayudar a entender como el eLearning, el uso de las TIC y la digitalización puede contribuir, en determinados casos y situaciones, a mejorar la formación de los futuros ingenieros en algunos aspectos, como podrían ser la posibilidad de aumentar la motivación, ayudar a una mejor asimilación de algunos conceptos teóricos y a hacer el aprendizaje, en algunos casos, un poco más práctico.

Por esta razón, en el artículo se desarrolla como la realidad virtual, la realidad aumentada, simuladores, gamificación y otras tecnologías pueden ayudar a la formación de los futuros ingenieros.

También se reflexiona sobre como los equipos de proyectos formativos ágiles podrían impulsar, tanto algunas competencias individuales, como los niveles de colaboración y comunicación.

---

<sup>1</sup> Según afirman Juan Carlos Fernández Rodríguez, José Javier Rainer Granados, Fernando Miralles Muñoz en su artículo Engineering Education through eLearning technology in Spain

### 3. Caso de estudio

Se exponen a continuación algunas herramientas que podrían ayudar en la formación de los estudiantes de ingeniería.

#### 3.1 Simuladores

Los simuladores permiten a los estudiantes consolidar el conocimiento y adquirir habilidades para su implementación práctica en situaciones que imitan la realidad (Sulamith et al., 2014). Además de la formación de habilidades profesionales, los simuladores desarrollan la intuición profesional, la creatividad y las habilidades de trabajo en equipo, lo que supone una ayuda en la educación en ingeniería.

Para que realmente el uso del simulador ayude en la formación, debe cumplir dos condiciones: (1) que los modelos diseñados se ajusten visualmente a la realidad y (2) que el guion del simulador sea acorde con el mundo físico simulado.

La arquitectura de los simuladores es en función de su objetivo, por la lista de tareas, funciones y por el tipo de modelos matemáticos utilizados.

Uno de los usos más interesantes de los simuladores para la formación de ingenieros es en las denominadas Fábricas de Aprendizaje. Se pueden definir como espacios físicos de aprendizaje donde las habilidades sociales, prácticas y teóricas pueden reunirse y evolucionar (Abele et al. 2015). El término fue creado en los años noventa. La formación práctica en fábricas reales tiene algunas limitaciones, y los experimentos de ensayo y error pueden tener un alto coste económico. Desde su creación, el concepto ha evolucionado para incluir simuladores de fábrica en los que se pueden combinar los experimentos, la investigación y la educación. La Fábrica de Aprendizaje trata de reproducir una fábrica real, y contiene productos, procesos y personas reales. Otra de las ventajas de las Fábricas de Aprendizaje es que evitará el desplazamiento del alumno a la fábrica real, con el consecuente ahorro en tiempo.

Un posible objetivo de los simuladores es el aprendizaje individual. Sin embargo, las interacciones entre estudiantes tienen un gran impacto en el resultado del aprendizaje (Mincu, M. E., 2015), por lo que este puede ser también un interesante objetivo del simulador. En esta línea, las experiencias de aprendizaje pueden compartirse y debatirse a través de las aulas virtuales o del LMS (Learning Management System), para conseguir estas interacciones.

Dentro de la personalización del aprendizaje a cada estudiante, está el hecho de el simulador permita al alumno y a su profesor ver sus avances y, en caso necesario, redirigir la formación para focalizarse en los conceptos no interiorizados por el alumno. Es lo que se denomina la gestión de la carrera (CMS: Career Management Skill). Los CMS se utilizarán para guiar al estudiante en su trayectoria individual a través de una serie de posibles módulos de aprendizaje. Estos módulos de aprendizaje deberían utilizar datos, análisis y visualización de los estudiantes para poder personalizar la formación. La recopilación de datos de los sensores y la medición de los procesos de fabricación, los componentes y los productos a lo largo de la cadena de valor real se utilizan para el control autónomo o humano, pero también se pueden incluir en el simulador para la una medición enfocada a la formación del estudiante. Mediante el análisis y la sistematización de los datos de fabricación, aumentará el conocimiento

específico del contexto de los procesos y, por consiguiente, la capacidad de resolver problemas e innovar en los procesos y de aprender.

### **3.2 Entornos 3D**

El término 3D-IDE (three-dimensional interactive digital environments) engloba todas las formas de experiencia virtual, o parcialmente virtual.

Valdés Godines (2016) analizó los conceptos de entornos digitales tridimensionales 3D-IDE (tecnologías que proporcionan experiencias físicas virtuales) y de inmersión (la sensación de estar en un espacio real) en relación con la formación. En esta línea, expuso cómo el desarrollo cognitivo puede verse facilitado por la inmersión en espacios sensoriales. Los 3D-IDEs son capaces de proporcionar experiencias que hagan crecer las habilidades de los alumnos.

La utilización de estos entornos digitales puede ayudar al alumno a controlar su aprendizaje dentro de un entorno más lúdico. Y también requiere una mejor comunicación entre los diseñadores de la tecnología y los profesores que la utilizarán en sus aulas.

La Realidad Virtual (RV) intenta crear una realidad completa, excluyendo cualquier mundo físico en el que se encuentre la persona, con la intención de que ésta experimente únicamente imágenes, sonido y otras sensaciones, creadas por la tecnología. El CAVE (cave automatic virtual environment) ha sido una tecnología importante para ofrecer RV, normalmente, una habitación de seis lados con imágenes retroproyectadas en cada uno de ellos, dando al usuario la impresión de estar en un espacio virtual.

Otra tecnología de realidad virtual es la Head-Mounted Display (HMD), que consiste en un dispositivo de visualización parecido a un casco, que permite reproducir imágenes creadas por ordenador sobre un display, situado muy próximo a los ojos o directamente sobre la retina de los ojos. En este segundo caso, el HMD recibe el nombre de monitor virtual de retina. Estas pantallas bloquean toda la luz, pero crean una imagen visual y sonora como si la persona estuviera en un espacio físico, como otra habitación o en medio de una cadena de montaje.

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que permite superponer elementos virtuales sobre nuestra visión de la realidad, mezclando imágenes y sonidos generados artificialmente con los del mundo físico en el que se encuentra la persona, o cambiando la apariencia del mundo físico. Los objetos virtuales parecen reales y forman parte del mundo físico: por ejemplo, un taller soldadura, donde se pueden ver todos los elementos y herramientas necesarias para realizar esta tarea. El término Realidad Aumentada fue acuñado en 1992 por Tom Caudell y David Mizell, investigadores de Boeing. En la Conferencia Internacional del IEEE en Hawai. van Krevelen y Poelman (2010) describen las tres formas principales de la tecnología de RA: (1) los sistemas de proyección que añaden imágenes al mundo físico, (2) los HMD como los utilizados en la RV, que utilizan cámaras para tomar muestras del mundo físico y mostrar una mezcla de imágenes en vivo y virtuales, (3) y los HMD que son transparentes, por lo que el usuario ve el mundo físico inalterado pero también el virtual superpuesto. Este último es el método más utilizado en la actualidad, cuyo ejemplo más visible son las HoloLens de Microsoft.

La realidad aumentada se puede ver a través de dispositivos como un teléfono inteligente, una tablet o un ordenador portátil, y se podrá ver la información introducida en el mundo virtual acerca del objeto que tenemos delante. Esta información será leída por la cámara del dispositivo y en la pantalla se podrá visualizar, además del objeto real, un material adicional que amplíe la información.

Un ejemplo son las gafas o lentillas biónicas, que ofrecen una experiencia completa que fusiona la realidad con la realidad aumentada, permiten incorporar todo tipo de material audiovisual a los objetos reales y, por ende, supone una experiencia completa aunque todavía de alto coste.

Las universidades de Washington y Aalto (Finlandia) están trabajando en un prototipo de lentillas que permitirán, por ejemplo, consultar el correo electrónico sin mirar a una pantalla.

Los mundos virtuales (VW) pueden considerarse un subconjunto de la realidad virtual. Los mundos virtuales ofrecen la experiencia de poder recorrer un gran espacio virtual (no sólo una habitación o un edificio) y conocer a gente (representada por avatares, una imagen gráfica que representa a una persona) que también experimenta el mismo lugar, pero desde su propia perspectiva). Los VW pueden experimentarse mediante la realidad virtual o mediante una pantalla de ordenador y sus medios de control (como el ratón o el gamepad), para moverse por el mundo y cambiar el punto de vista.

En el término 3D-IDE (three-dimensional interactive digital environments), "entornos" se refiere a espacios artificiales extrínsecos y organizados en los que un usuario puede actuar como si estuviera en un mundo físico. "Tridimensional" describe el tipo de representación que contiene este espacio, en el que el usuario puede mover su punto de vista alrededor de tres ejes (aunque existan imágenes bidimensionales dentro del espacio 3D). Esta capacidad de moverse por el espacio en tres dimensiones es fundamental para la capacidad del entorno de crear inmersión, una sensación de "estar allí". "Interactivo" se refiere a la capacidad del usuario de creer en la experiencia y actuar dentro del entorno como si fuera real, en lugar de tener que interpretar conscientemente el entorno como lo haría, por ejemplo, un entorno basado en texto. Y el término "digital" describe la tecnología utilizada para crear el entorno.

**Figura 1: Herramientas digitales en la formación de ingenieros**



Todos los entornos 3D mencionados pueden ayudar, en la formación de los futuros ingenieros a desarrollar competencias tangibles. Por ejemplo, una vez que se ha terminado una estructura, a menudo es complejo ver cómo se construyó. Este tipo de entornos permite diseñar la secuencia de construcción real mediante fotos panorámicas estereoscópicas del proceso de construcción, y que, de esta manera, el alumno pueda ver y comprender en profundidad la secuencia de construcción.

Una narrativa que llegue realmente al alumno (para lo que una componente lúdica puede ayudar) es muy importante para la aplicación educativa eficaz de las 3D-IDEs. El uso de la narrativa permite al profesor generar y representar un escenario imaginario en el que el alumno experimenta el material de aprendizaje dentro de un contexto significativo. El aspecto lúdico mencionado proporciona el impulso para que el alumno se involucre en ese escenario. Juntos, sustituyen la exigencia externa de comprometerse con un material abstracto, por una motivación interna para comprometerse con el material dentro de un contexto significativo y de apoyo.

Por lo tanto, un punto de importante para utilizar las 3D-IDEs es crear un contexto relevante en el que situar el material de aprendizaje y proporcionar una narrativa lúdica sobre la que los alumnos puedan construir a medida que exploran el material de aprendizaje. Rudman (2014) describe las principales formas de representación en las que destacan las 3D-IDEs. En cada uno de ellos, se manipulan uno o varios de los elementos Espacio, Tiempo, Cuerpo e Identidad para generar una experiencia de aprendizaje eficaz:

Viaje de campo: las 3D-IDEs permiten experimentar entornos que pueden no ser prácticos en el mundo físico. Se puede visitar cualquier espacio, por inaccesible o costoso que sea (por ejemplo, visitar una fábrica situada en un país lejano).

Juego de roles: dentro de un Espacio contextual, un cambio de Cuerpo e Identidad puede poner a la persona en "los zapatos del otro", ayudándole a entender lo que es estar en la situación de otra persona a un nivel más emocional de lo que es posible simplemente leyendo una explicación.

Experiencia: la combinación de una narrativa convincente, presentada en un contexto realista y creíble puede dar lugar a experiencias emocionales significativas que pueden contribuir en gran medida a la experiencia de aprendizaje.

Para este tipo de experiencias, se pueden combinar, por ejemplo, viajes de campo o simulaciones. Esta capacidad de generar respuestas emocionales a una situación de juego de rol puede crear una experiencia de aprendizaje muy poderosa.

El elemento lúdico es importante para esta experiencia, ya que no es posible para un profesor predecir exactamente qué factores captarán las emociones de cada alumno, mientras que el alumno seleccionará los detalles que le interesen, que probablemente serán los que tengan un efecto emocional.

Es importante resaltar que los laboratorios virtuales y los experimentos prácticos creados en mundos virtuales multiusuario en 3D se utilizan a menudo como un paso inicial en la educación y formación de los estudiantes de ingeniería, seguido de una experiencia práctica más profunda con equipos auténticos reales, utilizando canales de comunicación incorporados y a/sincrónicos. Una forma de trabajar no debe sustituir a la otra, si no complementarse.

### **3.3 Asistentes virtuales basados en el habla**

Los sistemas de preguntas y respuestas (QA) y el reconocimiento/síntesis del habla han mejorado notablemente en los últimos años. Los asistentes virtuales, basados en los servicios basados en el habla, son cada vez más populares y pueden utilizarse en diversos ámbitos de aplicación.

El uso de la realidad virtual, IoT (internet de las cosas) y asistentes virtuales basados en voz en laboratorios remotos para facilitar la visualización y dar clases personalizadas a los estudiantes están ya en uso (Callaghan et al., 2017). Esto permite guiarlos a través de cada una de las etapas de un experimento, presentar recursos didácticos suplementarios cuando se soliciten, acceder, controlar y configurar la instrumentación y el equipo, y proporcionar retroalimentación con evaluación formativa.

Si se quiere utilizar esta herramienta didáctica, se puede reutilizar el material didáctico que ya exista para su utilización en un entorno de inmersión con un asistente virtual y examinar las limitaciones y oportunidades. Se añaden recursos didácticos adicionales a la realidad virtual si se utiliza IoT con la inclusión de asistentes virtuales. De hecho, ya existen casos de trabajo práctico de laboratorios remotos en realidad virtual con un tutor auxiliar virtual.

Los autores Callaghan et al.<sup>2</sup> (2017) trabajaron sobre la viabilidad de utilizar asistentes virtuales, interfaces de usuario de voz y la realidad virtual en los laboratorios de ingeniería de su campus<sup>3</sup> para tutorizar y evaluar a los estudiantes. Al laboratorio clásico se le añadió un frente de realidad virtual con asistentes virtuales.

Su trabajo mostró cómo este enfoque podría utilizarse para guiar a un estudiante de ingeniería a través de un experimento/práctica, proporcionando recursos de enseñanza suplementarios y ayuda cuando lo solicite, mientras se accede y se controla la instrumentación y el hardware a distancia. También mostraron cómo las interfaces de usuario de voz se integraron en una realidad virtual que podría utilizarse para la evaluación y para proporcionar retroalimentación a los estudiantes.

---

<sup>2</sup> Trabajo desarrollado en su artículo: Voice Driven Virtual Assistant Tutor in Virtual Reality for Electronic and Electrical Engineering Remote Laboratories

<sup>3</sup> Ulster University, Derry, Northern Ireland

**Tabla 1: Herramientas digitales en la formación de ingenieros**

Herramienta	Ventaja	Punto Clave	Ejemplo
Simuladores	Desarrollo de capacidades individuales y de trabajo en equipo	Que el guion del simulador sea acorde con el mundo físico simulado	Fábricas de Aprendizaje
Entornos 3D	Puede ayudar al alumno a controlar su aprendizaje dentro de un entorno más lúdico	La narrativa permite al profesor generar y representar un escenario imaginario en el que el alumno experimenta el material de aprendizaje dentro de un contexto llamativo	Diseñar la secuencia de construcción real mediante fotos panorámicas estereoscópicas del proceso de construcción
Asistente virtual basado en el habla	Personalización del aprendizaje	Permitir guiar al alumno a través de cada una de las etapas de un experimento, presentar recursos didácticos suplementarios, acceder, controlar y configurar la instrumentación y el equipo, y proporcionar retroalimentación con evaluación formativa	Apoyo al alumno en sus prácticas de laboratorio clásico
Gamificación	Las personas aprenden más eficazmente cuando están inmersas en el disfrute del entorno de aprendizaje	Muy exigente para los educadores, pues requiere una buena planificación y un buen diseño, así como de preparación intensiva para apoyar a los alumnos en el proceso de aprendizaje	Diseño y análisis de redes de distribución de energía

Está aumentando el uso de herramientas como asistentes virtuales, la realidad virtual de los consumidores y los dispositivos periféricos debido al bajo coste del hardware y servicios en la nube.

### 3.4 Gamificación en el mundo virtual

Existen diversos estudios que reflejan que las personas aprenden más eficazmente cuando están inmersas en el disfrute del entorno de aprendizaje (Rieber, 1996, p. 43). Rieber investigó varios años sobre este tema, y concluyó que el juego es un poderoso mediador para el aprendizaje. El estudio de Phang y Kankanhalli (2009) concluye que el hecho de que el alumno disfrute es un elemento importante en el aprendizaje dentro de un mundo virtual. El estudio de Ye et al. (2007) sobre juegos en el mundo virtual dio como resultado que numerosos estudiantes creían que su experiencia de aprendizaje había mejorado con la gamificación.

Esteves et al. (2009) encontraron que cuando el proyecto de aprendizaje utilizaba al máximo las características del entorno virtual (por ejemplo, la interactividad y el movimiento) los estudiantes estaban más comprometidos. Los alumnos podían

corregir sus errores a medida que avanzaban, lo que estimulaba el pensamiento crítico y fomentó la colaboración.

Estos dos estudios confirman los hallazgos de que diseñar los resultados del aprendizaje para que reflejen una combinación de actividades de comunicación que apoyen la colaboración y que conduzcan a un resultado práctico, mejora las ventajas de un mundo virtual de aprendizaje (Dalgarno & Lee, 2010; de Freitas et al., 2010; Dickey, 2005). Sin embargo, Esteves et al. (2009) confirman la opinión de Atkins y Caukill (2009) de que el desarrollo de entornos de aprendizaje en el mundo virtual es muy exigente para los educadores, que requieren una buena planificación y un buen diseño, así como preparación intensiva para apoyar a los alumnos en el proceso de aprendizaje.

Es interesante diferenciar los conceptos de gamificación y juegos serios. Es habitual que se pueda pensar que son muy similares, pues, de hecho, ambos términos comparten muchos elementos comunes. La gamificación utiliza códigos de juego y otros elementos habituales en los juegos para hacer más atractiva y divertida una formación ya existente. Elementos como el reconocimiento, las recompensas, y la competición entre compañeros se añaden a una formación ya existente y se pueden llegar a considerar como juego serio. Sin embargo, un juego serio es una formación ofrecida en forma de juego o simulación, que se ha construido para satisfacer las necesidades específicas de un grupo (Laamarti et al., 2014).

Los juegos serios pueden considerarse como juegos que implican tareas orientadas a objetivos que se dirigen a escenarios del mundo real y no real, cuyo propósito es mejorar el rendimiento y las capacidades cognitivas del jugador (Shi & Shih, 2015). Se están utilizando en la formación empresarial, la educación, la formación en ingeniería, la resolución de problemas, la formación militar, la asistencia sanitaria, la gestión pública, etc. Los juegos serios ofrecen beneficios, como hacer que los jugadores se sientan responsables del éxito según sus acciones, combinar contenidos de alta calidad, mostrar una gran implicación y convertir los errores en elementos de aprendizaje (Papanastasiou et al., 2017; Tseklevs et al., 2016). Estos juegos proporcionan retroalimentación en varios formatos, tales como: tablas, gráficos, textos multimedia, retroalimentación entre pares de forma síncrona y asíncrona, y evaluaciones que pueden ser aprovechadas para apoyar el aprendizaje en múltiples escenarios (Bellotti et al., 2013).

El proceso de diseño de un juego serio es necesariamente complejo e implica habilidades multidisciplinares Bellotti et al. (2010) afirman que no hay una respuesta inequívoca a los retos de afrontar la experiencia creativa al diseñar un juego serio. De hecho, todo debe ser cuidadosamente diseñado y desarrollado de acuerdo con el uso específico que se hará del juego serio, el grupo objetivo, las habilidades, las preferencias y la experiencia con estas herramientas. El papel central del profesor es determinar si se puede lograr un buen equilibrio entre diversión y aprendizaje (Slimani et al., 2016).

Como ya se ha comentado, los juegos serios se han utilizado con éxito en muchos contextos. Cheng et al. (2015) analizan el uso de los juegos serios en la enseñanza de las ciencias y revelan que la mayoría de los juegos son de aventura o de rol. Es interesante mencionar también el proyecto desarrollado por Bahadoorsingh et al.

(2016), en el que se utilizan juegos serios en la formación de ingenieros, en particular en el diseño y análisis de redes de distribución de energía.

Almeida y Simoes (2018) recomiendan<sup>4</sup> juegos serios basados en realidad virtual y aumentada de bajo costo (utilizando librerías de código abierto como VTK, OpenCV y ARToolKit) para estudios de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Informática.

La adopción de técnicas de realidad virtual también tiene puntos débiles. Los juegos serios diseñados con librerías de código abierto presentan dificultades para diseñar escenarios más complejos. El uso de VTK como biblioteca gráfica principal simplifica el trabajo de los alumnos en el aula y ofrece una gran flexibilidad, así como una amplia posibilidad de aplicaciones en la visualización, pero genera cierta dificultad en la creación de mundos virtuales 3D más complejos. Otro problema es la rápida obsolescencia, pues cada año surgen nuevas tecnologías, equipos y herramientas.

En el uso de juegos serios con realidad virtual se recomienda proporcionar apoyo técnico a los alumnos, ya sea en forma de tutorías y/o chat, sobre el uso y la interacción remota con los equipos y el software.

Por otro lado, no siempre es fácil desarrollar una aplicación tecnológica que aborde todos los contenidos académicos abordados en el aula.

### **3.5 Metodología ágil en la educación**

La integración de la metodología ágil en el ámbito académico puede aportar ciertas ventajas en la formación de los estudiantes de ingeniería.

La primera de ellas es que su uso les ayudará a comprender mejor la importancia y el papel de los conceptos y prácticas ágiles, al vivirlas en primera persona. Los estudiantes que trabajan en conjunto con una buena comunicación e interacción pueden operar a niveles algo más altos que cuando trabajan de manera individual, pues los equipos de proyectos ágiles se centran en aumentar tanto las competencias individuales como los niveles de colaboración.

Algunos estudios, como el desarrollado por el Departamento de Tecnología de la Información del Al-Zahra College de Omán (2019), han observado las prácticas ágiles utilizadas en la educación y exploran su impacto en el aprendizaje, y sus resultados indican una influencia positiva en la habilidad de los estudiantes<sup>5</sup>.

La agilidad es un concepto amplio que debe ser delimitado y ajustado de acuerdo con los requisitos educativos específicos para influir positivamente en el proceso de enseñanza. Un enfoque ágil debería facilitar la gestión de los requisitos cambiantes. También debería estimular la comunicación, la organización del trabajo, la participación activa en equipo, las buenas relaciones entre los estudiantes y la motivación para el aprendizaje presente y futuro.

En el estudio mencionado del Al-Zahra College de Omán se examinaron y evaluaron dos enfoques habituales en el de desarrollo ágil de software, como son Scrum y XP (eXtreme Programming) desde una perspectiva educativa. En este estudio, se asignaron dos equipos de estudiantes para desarrollar la misma aplicación web, en la

---

<sup>4</sup> En su artículo The Role of Serious Games, Gamification and Industry 4.0 Tools in the Education 4.0 Paradigm

<sup>5</sup> Según afirma el Information Technology Department del Al-Zahra College for Women en Muscat, Oman, en su artículo Impact of using Agile Methods in Software Engineering Education: A Case Study

que un grupo aplicaba XP y el otro utilizaba Scrum. Los resultados mostraron que los estudiantes que trabajan juntos con una buena comunicación e interacción pueden operar a niveles más altos que cuando usan sus aptitudes individuales. Los autores dedujeron de este hecho que este enfoque de trabajo puede ser implementado en los estudiantes universitarios para incrementar su aprendizaje. Se comprobó que ambos enfoques son agradables, aumentan la motivación, facilitan la comunicación y ayudan a organizar el trabajo para el desarrollo de aplicaciones web.

#### **4. Resultados**

En el artículo se han analizado literatura y experiencias del uso de determinadas herramientas de digitalización para ayudar en la formación de los futuros ingenieros.

Respecto a los simuladores, el estudio refleja las características que debe tener un simulador para poder ser una herramienta útil en la formación de los estudiantes de ingeniería.

Los entornos 3D ayudan a incrementar la sensación de que el alumno esté en un espacio real de aprendizaje sin tener que desplazarse al mismo. Una herramienta de este tipo es la Realidad Virtual, que intenta crear una realidad completa, excluyendo cualquier mundo físico en el que se encuentre la persona, con la intención de que ésta experimente únicamente imágenes, sonido y otras sensaciones, creadas por la tecnología. Esta herramienta permite, por ejemplo, que el futuro ingeniero visite una cadena de montaje situada en otro país sin desplazarse al mismo.

Otra herramienta es la Realidad Aumentada, que permite superponer elementos virtuales sobre la visión de la realidad del alumno, mezclando imágenes y sonidos generados artificialmente con los del mundo físico en el que se encuentra la persona, o cambiando la apariencia del mundo físico. Y todo ello mediante dispositivos que habitualmente tiene un alumno, como son un teléfono inteligente, una tablet o un ordenador portátil. Esta herramienta permite al estudiante de ingeniería, por ejemplo, pasar de dos a tres dimensiones cuando está visionando cualquier tipo de plano, como puede ser el plano de formas de un buque.

Los asistentes virtuales del habla permiten guiar a los alumnos de ingeniería a través de cada una de las etapas de un experimento, presentar recursos didácticos suplementarios cuando el alumno considere que son necesarios, acceder, controlar y configurar la instrumentación y el equipo, proporcionar retroalimentación y evaluar al alumno.

Respecto a la gamificación virtual, diversas investigaciones concluyen que el juego es un buen mediador para el aprendizaje y que es importante diferenciar los conceptos gamificación y juego serio.

En cuanto al tema de la metodología ágil en la formación de los estudiantes de ingeniería, el hecho de trabajar juntos en proyectos formativos con los enfoques ágiles Scrum y XP puede aportar que operen a niveles más altos que cuando usan sus aptitudes individuales.

## 5. Conclusiones

El artículo pretende ayudar a entender el valor que, en determinados casos y situaciones, puede aportar el uso de las TIC y la digitalización en la mejora de la formación de los futuros ingenieros. Esta mejora podría venir de la mano de la posibilidad de aumentar la motivación del estudiante de ingeniería, ayudar a una mejor asimilación de algunos conceptos teóricos y a hacer el aprendizaje, en algunos casos, un poco más práctico.

Los simuladores pueden ayudar a desarrollar las capacidades tanto individuales como de trabajo en equipo, así como personalizar la formación del estudiante de ingeniería, siempre que los modelos diseñados se ajusten visualmente a la realidad y que el guion del simulador sea acorde con el mundo físico simulado.

Los entornos 3D pueden ayudar a facilitar la transmisión, recepción y producción de conocimiento, y puede apoyar a los estudiantes en el proceso de colaboración. La utilización de estos entornos digitales puede ayudar al alumno a controlar su aprendizaje dentro de un entorno más lúdico. Y también requiere una mejor comunicación entre los diseñadores de la tecnología y los profesores que la utilizarán en sus aulas.

La narrativa de estas herramientas es una pieza clave, pues permite al profesor generar y representar un escenario imaginario en el que el alumno experimenta el material de aprendizaje dentro de un contexto que le llama la atención. El aspecto lúdico también es importante, pues proporciona cierta motivación para que el alumno se involucre en ese escenario y obtenga más rendimiento de su aprendizaje. Esta capacidad de motivar e, incluso, generar respuestas emocionales a una situación, puede crear una experiencia de aprendizaje poderosa.

Desde la perspectiva del profesor, es interesante destacar que el desarrollo de entornos de aprendizaje en el mundo virtual es exigente para los educadores, ya que requieren una buena planificación y un buen diseño, así como preparación intensiva para apoyar a los alumnos en el proceso de aprendizaje.

Una última conclusión del análisis es estos entornos virtuales multiusuario en 3D es que se utilizan, a menudo, como un paso inicial en la educación y formación de los estudiantes de ingeniería, seguido de una experiencia práctica más profunda con equipos auténticos reales. No se plantea que los entornos virtuales sean sustitutivos si no complementarios de los reales.

Respecto al uso de la agilidad en la formación de estudiantes de ingeniería, una primera conclusión es que el uso de esta metodología en su formación les ayudará a comprender mejor los conceptos y las aportaciones de esta metodología al mundo real. Otra conclusión es que el uso de esta metodología les ayuda a mejorar el trabajo en equipo, mediante una mejor comunicación e interacción entre los estudiantes, aumentando así tanto las competencias individuales como los niveles de colaboración.

## Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible



### BIBLIOGRAFÍA

- Allmeida, F. & Simoes, J. (2019, Febrero 16). The role of serious games, gamification and industry 4.0 tools in the education 4.0 paradigm. *Contemporary educational technology*, 10, 120-136.
- Al-Ratrout, S. (2019, Abril). Impact of using agile methods in software engineering education: a case study. *2019 6th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)*. Paris: DOI: 10.1109/CoDIT.2019.8820377.
- Angel, C.J., Valdés, J.C. & Rudman, P.D (2018). Categorizing the educational affordances of 3-dimensional immersive digital environments. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 17.
- Callaghan, M.J., Bengloan, G., Ferrer, J., Cherel, L., Ali El Mostadi, M., Gomez, A & McShane, N. (2017, Diciembre 23). Voice driven virtual assistant tutor in virtual reality for electronic engineering remote laboratories. *15th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*. Duesseldorf, Germany. Springer.
- Fernández, J.C. , Rainer, J.J. & Miralles, F. (2013, Marzo). Engineering education through elearning technology in Spain. (2013, Marzo). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*.
- García, L. (1997). The spanish UNED: a technological university. En ICDE (Ed). *18a Conferencia Mundial de la ICDE, El nuevo entorno de aprendizaje: una perspectiva global*. Pensilvania.
- Gunasekaran, A., Yusuf, Y.Y., Adeleye, E.O. & Papadopoulos, T.(2017) Agile manufacturing practices: the role of big data and business analytics with multiple case studies. *International Journal of Production Research*, 1-13. ISSN 0020-7543.
- Hellman, H. & Jurado, M. (2019). Digitalización de la educación en ingeniería: del aprendizaje con base tecnológica a la educación inteligente. *Cepies*. 6, 39-50

Martinsen, K. & Tvenge, N. (2018). Integration of digital learning in industry 4.0. 8th Conference on Learning Factories 2018 – Advanced Engineering Education & Training for Manufacturing Innovation. En D. Mourtzis, G. Chryssolouris, (Ed) Patras (Grecia): Elsevier. DOI: 10.1016/j.promfg.2018.04.027.

Pellas, N., Kazanidis, I., Konstantinou, N. & Georgiou G. (2016). Exploring the educational potential of three-dimensional multi-user virtual worlds for STEM education: A mixed-method systematic literature review. *Education and Information Technologies*. DOI: 10.1007/s10639-016-9537-2.

Thomas, M. (2014). The agile hour in a virtual world: teaching agile methods with open wonderland. Gard, A. & Wolfe, K. (Eds), *Pedagogical considerations and opportunities for teaching and learning on the web* (pp.196-215). IGI Global: Hershey.

Towey, D., Walker, J. & Yuk-kwan, R. (2019, Febrero). Embracing ambiguity: agile insights for sustainability in engineering in traditional higher education and in technical and vocational education and training. *Interactive Technology and Smart Education*. ITSE-10-2018-0088.R1.

Imagen figura 1:

Bishop, Jeremy. *Hombre de chaqueta amarilla con gafas negras*. 2019. XR Expo 2019: exposición de realidad virtual, realidad aumentada realidad mixta y realidad extendida. Stuttgart, Alemania. 18 de junio 2020. Unsplash. <https://unsplash.com/photos/hlz2lvAo6Po>