

Método basado en Educación 4.0 para mejorar el aprendizaje: lecciones aprendidas de la COVID-19

Education 4.0-based Method to Improve Learning: Lessons Learned from COVID-19



 Ángel Fidalgo-Blanco - *Universidad Politécnica de Madrid (España)*

 María Luisa Sein-Echaluce - *Universidad de Zaragoza (España)*

 Francisco José García-Peñalvo - *Universidad de Salamanca (España)*

RESUMEN

La educación 4.0 es un modelo que permite satisfacer las demandas de la Industria 4.0. Esto se consigue desarrollando competencias durante el proceso de aprendizaje que posteriormente se utilizarán en la Industria 4.0. El modelo estructural propuesto en este trabajo tiene cuatro componentes: infraestructuras Cloud Computing (aplicadas en período de confinamiento COVID-19), metodologías activas híbridas (aplicables en modalidad de enseñanza presencial, online y mixto), tecnologías (a través de un ecosistema tecnológico) y competencias 4.0 horizontales. La adquisición de estas competencias se ha obtenido integrando la metodología activa híbrida con las tecnologías. En la experiencia llevada a cabo el alumnado ha utilizado, de forma cooperativa, competencias 4.0 como identificar, buscar, evaluar, recuperar, crear y utilizar conocimiento durante el proceso de aprendizaje. Así mismo, el alumnado ha diseñado el sistema tecnológico que clasifica y gestiona todo el conocimiento creado. Los resultados medidos demuestran que con el modelo de Educación 4.0 propuesto se han obtenido mejoras en los resultados de aprendizaje y se ha favorecido el aprendizaje entre iguales. La aplicación de las competencias 4.0 ha generado un producto 4.0 que es el sistema de gestión de conocimiento para clasificar, organizar y utilizar todo el conocimiento producido por el propio alumnado a través de su experiencia de aprendizaje en una asignatura académica.

Palabras clave: educación 4.0; industria 4.0; competencias; conocimiento.

ABSTRACT

Education 4.0 is a model to meet the demands of Industry 4.0. This is achieved by developing competencies during the learning process that will later be used in Industry 4.0. The structural model proposed in this paper has four components: Cloud Computing infrastructures (applied in COVID-19 lockdown period), active hybrid methodologies (applicable in face-to-face, online, and blended learning mode), technologies (through a technological ecosystem), and horizontal 4.0 competences. These competencies have been acquired by integrating the active hybrid methodology with technologies. In the experience carried out, students have cooperatively used 4.0 competencies such as identifying, searching, evaluating, retrieving, creating, and using knowledge during the learning process. Likewise, the students have designed the technological system that classifies and manages all the knowledge created. Measured results show that the proposed Education 4.0 model has led to improvements in learning outcomes and has favoured peer-to-peer learning. The application of the 4.0 competencies has generated a 4.0 product which is the knowledge system to classify, organize, and use all the knowledge produced by the students through their learning experience in an academic subject.

Keywords: education 4.0; industry 4.0; competences; knowledge.

INTRODUCCIÓN

La primera revolución industrial afectó a toda la sociedad cambiando las formas de actuar y hacer en todos los ámbitos: económicos, laborales, sociales, tecnológicos y en el ámbito educativo. La irrupción en el mundo laboral originó nuevas demandas de empleo que se debían satisfacer de forma rápida y masiva, y la educación evolucionó para dar servicio a esas nuevas demandas.

Desde la primera revolución, tres más han surgido y en cada una de ellas, al igual que ocurrió en la primera, se requiere de un modelo educativo que satisfaga las nuevas demandas originadas.

Actualmente estamos viviendo la cuarta revolución industrial, conocida como Industria 4.0. Este término se acuñó en el año 2011 durante la feria de Hannover (Deutsche Meese, 2014) y, definido como la integración entre lo biológico, lo digital y lo físico (Schwab, 2016), se basa en la hiper-conectividad, *big data*, inteligencia artificial y sistemas ciber-físicos (Roig, 2017).

A la Industria 4.0 se asocian un conjunto de competencias blandas como: creatividad, iniciativa, visión estratégica del conocimiento, colaboración, liderazgo, dar y recibir *feedback*, planificación y *networking* (Kipper et al., 2021), así como la resolución de problemas en equipo (Coppi y Akkari, 2021). También se hace énfasis en que estas competencias estén diseñadas o validadas por organismos internacionales (Ali, 2021). En este sentido, la *International Project Management Association* (IPMA) (IPMA, 2018; Sedlmayer, 2015) acredita dichas competencias asociadas al nuevo perfil laboral.

En la Industria 4.0 las personas y sus interacciones adquieren un mayor protagonismo (McKnight, 2014) ya que pueden compartir su experiencia (Coppi y Akkari, 2021) y aprender unas de otras (Kipper et al., 2021). Todo este conocimiento se debe gestionar para que adquiera valor para los individuos y la organización. Por tanto, los sistemas de gestión de conocimiento son un producto característico de la Industria 4.0 (Gaona et al., 2020).

La Educación 4.0 responde a las nuevas necesidades formativas de la Industria 4.0 debiendo incorporar competencias blandas similares a las de la Industria 4.0 como, entre otras, la cooperación, creación, compartición y organización del conocimiento, el empoderamiento del estudiante, el *networking*, la autogestión y el pensamiento crítico (Fisk, 2017; Hernandez-de-Menendez et al., 2020; Kipper et al., 2021; Miranda et al., 2021).

Así mismo, la Educación 4.0 debe poner en valor al alumnado y a sus interacciones para que, al igual que en la Industria 4.0, se pueda compartir la experiencia (Abdul Bujang et al., 2020) y el conocimiento (Wasilah et al., 2021). Motivando, de esa forma, un aprendizaje entre iguales (Pérez-Romero et al., 2019), y donde las metodologías activas e híbridas son las más adecuadas para este modelo (Vodovozov et al., 2021).

Las tecnologías utilizadas en la Educación 4.0 deben generar los procesos de transferencia para formar en las propias competencias (Miranda et al., 2021),

permitiendo que haya comunicación en tiempo real entre las personas (Coppi y Akkari, 2021), intercambio del conocimiento (Wasilah et al., 2021), gestión de datos y conocimiento en la nube (Gaona et al., 2020). Existen trabajos de investigación que están desarrollando herramientas de medición sobre las competencias asociadas a determinadas tecnologías 4.0 (Tenorio-Sepúlveda et al., 2021).

Por tanto, es necesaria la integración de metodologías activas, tecnologías, competencias e infraestructura para dar soporte al aprendizaje. En este trabajo se desarrolla un modelo de Educación 4.0. Desde el punto de vista estructural, el modelo integra infraestructura, metodología activa, tecnologías y competencias (Miranda et al., 2021). Desde el punto de vista funcional, el modelo utiliza las tecnologías y las metodologías activas para conseguir competencias demandadas en la Industria 4.0, empoderando al alumnado para cooperar en la creación de conocimiento, así como para compartirlo, gestionarlo y utilizarlo para que se produzca aprendizaje entre iguales.

Este trabajo se basa en dos planteamientos:

- Demostrar que la aplicación de competencias, propias de la Industria 4.0, mejora los resultados de aprendizaje y permite incorporar metodologías activas, aprendizaje cooperativo y aprendizaje entre iguales.
- Demostrar que esas mismas competencias sirven para adquirir características de trabajadores 4.0, desarrollando un producto 4.0 dentro de la propia asignatura. Para demostrar las dos líneas citadas se plantean dos objetivos a conseguir:
- O1- Comprobar el impacto del modelo de Educación 4.0 en el aprendizaje, tanto desde un punto de vista cuantitativo (resultados de aprendizaje) como cualitativo (tipos de aprendizaje).
- O2- Determinar la relación de la Educación 4.0 con la Industria 4.0 a través del desarrollo de un repositorio de gestión de conocimiento por parte del alumnado, aplicando las competencias blandas demandadas en la Industria 4.0.

En las siguientes secciones se detalla el modelo funcional de aprendizaje propuesto basado en la Educación 4.0, así como el contexto de aplicación del nuevo modelo, continuando con los resultados que ayudan a comprobar que los objetivos de la investigación se han cumplido. El trabajo finaliza con la discusión, las conclusiones y algunas líneas de investigación para trabajos futuros.

MODELO FUNCIONAL 4.0

En esta sección se describen los componentes del modelo 4.0 propuesto: infraestructura, metodología activa, competencias y tecnologías.

Infraestructura

El trabajo de investigación se realizó durante las restricciones educativas derivadas por la pandemia originada por la Covid-19 (García-Peñalvo, 2021; García-Peñalvo y Corell, 2021; Gil-Fernández et al., 2021; Knopik y Oszwa, 2021; Murphy, 2020). Tanto el profesorado como el alumnado se conectan a través de un ordenador y/o un dispositivo móvil a la asignatura desde su propio hogar. Así pues, se puede afirmar que la infraestructura es un conjunto de nodos distribuidos en distintos lugares físicos, en algunos casos se conectaron desde distintas ciudades y países.

Metodología activa

El aula invertida es una metodología activa (Smallhorn, 2017) que ha demostrado su aplicabilidad en situaciones de aprendizaje durante la pandemia (Fidalgo-Blanco et al., 2020) y consigue competencias blandas como la colaboración, la comunicación la creación de conocimiento, el empoderamiento del alumnado y la cooperación entre iguales (Fidalgo-Blanco et al., 2021; Fidalgo-Blanco et al., 2021; Prieto et al., 2021).

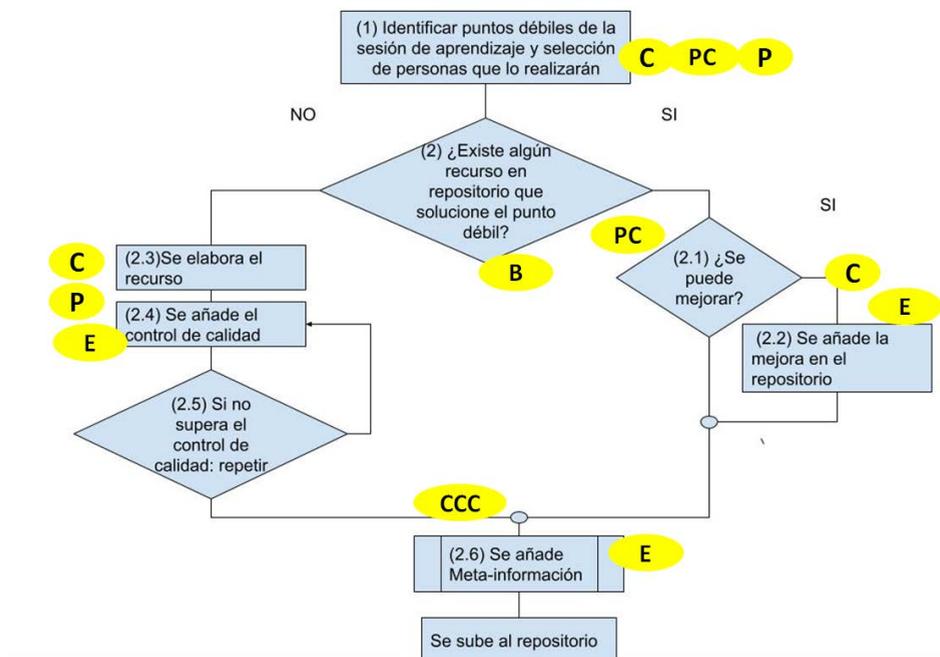
Este método se ha aplicado con éxito en modelos de Educación 4.0 (Abdul Bujang et al., 2020; Low et al., 2021; Rahmadani et al., 2020). El modelo utilizado se denomina *Micro Flip Teaching* (MFT) (Fidalgo-Blanco et al., 2017), que permite que el alumnado aplique contenido conceptual durante la lección en casa (Sein-Echaluze et al., 2015). Este método permite un aprendizaje entre iguales (García-Peñalvo et al., 2019), transparencia en el proceso cooperativo (Sein-Echaluze et al., 2021), generación de evidencias en tiempo real del proceso formativo (Sein-Echaluze et al., 2016), generación de conocimiento (García-Peñalvo et al., 2016) e incluso la organización de la experiencia generada en el aula para ser tratada como inteligencia colectiva (Fidalgo-Blanco et al., 2018). Por tanto, es un método válido para aplicarlo en un modelo de Educación 4.0.

Módulo metodológico y competencial

En este módulo se empodera al alumnado para que cree conocimiento, lo comparta, organice y utilice. Para realizar todo este proceso se ha diseñado un algoritmo con un conjunto de subprocesos, en los que se forma al alumnado en determinadas competencias 4.0 que posteriormente utiliza. En todo el proceso se produce aprendizaje y se crea el producto 4.0. Ver la descripción en la Figura 1 (Terminología: C – Cooperación; PC – Pensamiento Crítico; P – Planificación; E – gestión de la Experiencia; B – Búsqueda del conocimiento).

Figura 1

Algoritmo sobre el proceso de trabajo asociado a las competencias



Veamos la descripción de la Figura 1:

- (1) El alumnado se organiza en equipos y después de cada sesión de clase se reúnen de forma virtual (síncrona/asíncrona) para realizar la identificación de los puntos débiles durante la sesión de clase. Cada miembro del equipo comenta lo que ha entendido y lo que no, así como lo que le ha resultado más difícil, etc. Se suele elegir como punto débil aquello que ha dado más problemas para entenderlo o realizarlo. Se desarrollan competencias de cooperación y pensamiento crítico.
- (1) Una vez identificados los puntos débiles de cada equipo, se seleccionan aquellos puntos con mayor incidencia en el equipo y los miembros que elaborarán el recurso de conocimiento que palíe ese punto débil, para lo que planifican su desarrollo. Se desarrollan competencias de cooperación y planificación.
- (2) Se accede al repositorio de conocimiento para ver si algún otro estudiante lo ha creado y almacenado previamente. El recurso se analiza y se valora si necesita mejoras, pasando a los procesos (2.1) y (2.2), aquí se produce aprendizaje entre iguales. En caso de que no exista el recurso buscado, se pasa al proceso (2.3). Se desarrollan las competencias de pensamiento crítico y búsqueda de información.

- (2.1) (2.2) El recurso se mejora y se almacena de nuevo en el repositorio (nueva versión). Se desarrollan las competencias de pensamiento crítico, creación de conocimiento y experiencia.
- (2.3) En caso de no existir un recurso previo, se crea el recurso adecuado para resolver el punto débil. Se desarrollan las competencias de pensamiento crítico, creación de conocimiento y experiencia.
- (2.4) (2.5) Se realiza un control de calidad del recurso, por todo el equipo o por el profesorado. Hasta que no se supere el control de calidad no se pasa al siguiente proceso. Se desarrolla la competencia de cooperación.
- (2.6) Se añade la siguiente información (lo que desarrollan las competencias de creación de conocimiento de forma cooperativa y gestión de la experiencia):
 - Meta-información: punto débil que trata de mejorar, breve descripción del recurso y recomendación de uso.
 - Nombre del equipo que ha creado el recurso, asignatura, fecha y año académico.
 - Ontología: selección de etiquetas para definir la ontología sobre la clasificación del recurso de conocimiento creado.
- (2.7) Finalizado el proceso para añadir información, el conocimiento creado (recurso + meta-información) se incluye en el repositorio.

El módulo tecnológico

El módulo tecnológico es un micro ecosistema que incluye un repositorio de contenidos (creado por el alumnado) donde se gestionan los documentos y las ontologías y un *framework* de comunicación y almacenamiento.

Repositorio: Sistema de gestión documental

La misión del sistema de gestión documental, implementado en WordPress, es la edición multimedia y almacenamiento de los contenidos, así como el diseño gráfico de la interfaz del repositorio. También se utiliza para la gestión de roles y de usuarios para el nivel de acceso al repositorio.

Repositorio: Sistema de gestión de ontologías

El sistema de gestión de ontologías está integrado en WordPress a través de un *plugin de desarrollo propio*, que establece una ontología con estructura arbórea capaz de realizar búsquedas personalizadas (Figura 2). El plugin creado se puede utilizar con cualquier plantilla de WordPress y se actualiza para cada nueva versión (actualmente la 5.9).

La ontología sirve para clasificar, organizar, difundir y utilizar el conocimiento del repositorio de forma personalizada para cada estudiante y sus componentes son:

- Dominio: nombre de una ontología concreta que define un área de conocimiento académico para la asignatura concreta.
- Árbol: las distintas agrupaciones dentro de una misma ontología. Las agrupaciones son etiquetas que guardan una fuerte relación entre sí.
- Rama: etiquetas que componen cada árbol.
- Hojas: etiquetas que se asocian a cada rama.

Figura 2

Estructura en árbol de la ontología y ejemplo de iteración de una búsqueda

The diagram illustrates the ontology tree structure and a search iteration example. The tree is organized into levels: **DOMAIN** (COLABORACIÓN VIRTUAL), **TREE** (ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE), **BRANCH** (TIPO DE RECURSO), and **LEAVE** (ejemplos by alumnado). The search iteration example shows a video resource selected, then filtered by 'Algoritmos'.

Buscaría un recurso que contenga la palabra “Newton”(1) y que la actividad de aprendizaje sea para aplicar concepto (2) y que el tipo de recurso sea un ejemplo elaborado por el alumnado (3) y que pertenezca a la temática “algoritmo”(4)

Framework de comunicación y almacenamiento temporal de contenidos

Este sistema se basa en el uso de un LCMS (*Learning Content Management System*) basado en Moodle, que se utilizó para la comunicación asíncrona y el almacenamiento temporal. Además, se utilizó Microsoft Teams para las comunicaciones síncronas y YouTube para almacenar los vídeos elaborados por los equipos.

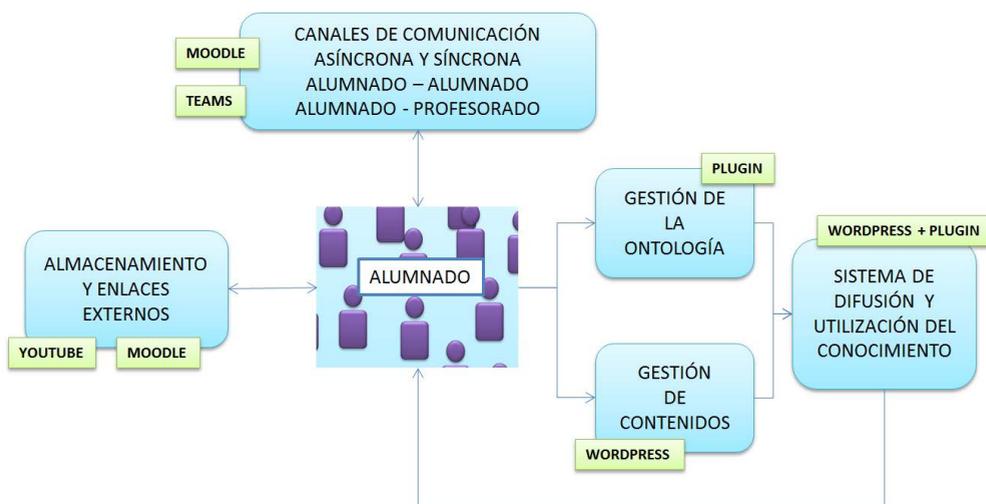
Para el correcto desarrollo de la asignatura es necesario establecer comunicaciones asíncronas y síncronas entre los miembros de los equipos y con el profesorado, así como en la impartición de sesiones colectivas (García-Peñalvo, 2020; García-Peñalvo y Seoane Pardo, 2015).

El repositorio (basado en WordPress) puede centralizar y enlazar las URLs de los medios tecnológicos cuyos contenidos estén en abierto y con permisos de

acceso (Youtube, webs, Drive, redes sociales, grabaciones con Teams ...). Excepto los contenidos en Moodle, cuyo enlace requiere estar registrado en el curso. Por otra parte, el alumnado muestra sus interacciones síncronas y asíncronas mediante videos que graban para explicar cómo han realizado la cooperación.

La Figura 3 refleja el esquema del micro ecosistema tecnológico propuesto, junto con las tecnologías concretas utilizadas en esta investigación (García-Holgado y García-Peñalvo, 2019).

Figura 3
Micro ecosistema tecnológico



CONTEXTO DE APLICACIÓN Y ESQUEMA DE UTILIZACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN LA EDUCACIÓN 4.0

El trabajo de investigación se ha realizado en la asignatura “Fundamentos de programación”, del primer curso del Grado de Biotecnología de la Universidad Politécnica de Madrid, entre septiembre del 2020 y enero del 2021. Debido a las restricciones originadas por la Covid-19 (García-Peñalvo et al., 2021), la asignatura se impartió en modalidad totalmente *online* y los exámenes se realizaron en modalidad presencial.

La asignatura se compone de algoritmia (teoría), lenguaje de programación en R (laboratorio) y desarrollo de la competencia transversal de trabajo en equipo.

89 alumnos matriculados participaron en la investigación, divididos en dos grupos de docencia: mañana (47 estudiantes – 8 equipos) y tarde (42 estudiantes – 7 equipos).

Los equipos se formaron al inicio del curso y actuaron durante toda la impartición de la asignatura. De los 15 equipos, 2 eligieron trabajar sobre el propio desarrollo de trabajo en equipo, 6 eligieron el lenguaje de programación R y 7 sobre algoritmia.

En el curso 2019-2020 el alumnado de la misma asignatura también utilizó el repositorio de conocimiento para almacenar recursos, la diferencia es que estos se crearon en los dos últimos meses del curso y no se pudieron utilizar en el mismo.

En la siguiente sección se aportan datos para analizar el impacto de este sistema de aprendizaje basado en Educación 4.0. Los datos se analizarán desde dos ópticas: el contraste de resultados académicos del alumnado del curso 2020-2021 con los del 2019-2020 y la percepción del aprendizaje basado en la Educación 4.0 que ha tenido el alumnado del curso 2020-2021.

RESULTADOS

Para el contraste de resultados se pasó una encuesta a principio de curso al total de alumnos matriculados (102 en 2019-20 y 99 en 2020-21) con la que se midió la homogeneidad de perfiles de los alumnos de los distintos cursos académicos. El contraste de resultados de aprendizaje se realizó con los participantes de 2019-20 que acabaron el curso (99) y con los 89 de 2020-21 que realizaron la experiencia con el método propuesto.

Contraste de resultados de aprendizaje entre el curso actual y el curso anterior

A continuación, se justifica la homogeneidad de los grupos que se quiere contrastar y posteriormente se lleva a cabo el contraste de los resultados de aprendizaje.

Homogeneidad del alumnado de los cursos 2019-2020 y 2020-2021

Se emplean los siguientes indicadores para estudiar la homogeneidad de los grupos a través de las preguntas Q1-Q2-Q3: calificación de entrada a la universidad (Q1), número de veces que se ha matriculado en la asignatura (Q2) y género (Q3).

Se aplica el test Shapiro-Wilk para comprobar si la distribución es normal. Para ello se toma el *p-value* y si el valor es inferior a 0,01, se concluye que la distribución de datos no sigue una distribución normal (Tabla 1).

Tabla 1

Test de Saphiro-Wilk para ambos grupos

<i>p-value</i>	2019-2020	2020-2021
Q1	6,81 e-15	2,2 e-16
Q2	2,2e-16	2,2e-16
Q3	4,62 e-15	1,48 e-13

El análisis de las diferencias significativas se realiza aplicando el test no paramétrico para muestras pareadas de Wilcoxon. La Tabla 2 muestra el *p-value* en el contraste entre el alumnado de los dos cursos académicos. Se observa el valor del *p-value* y como este es superior a 0,01, se concluye que no hay diferencias significativas entre ambos grupos.

Tabla 2

Homogeneidad del perfil del alumnado del curso actual y el anterior

Indicator	<i>p-value</i>
Q1	0,04954
Q2	0,4543
Q3	0,1196

Contraste de resultados

En primer lugar, se contrastan los resultados académicos del presente curso con los resultados académicos del anterior. En segundo lugar, se muestran los resultados de un grupo focal y una encuesta, donde el alumnado opina sobre el repositorio de contenidos que ha utilizado todo el alumnado de la asignatura.

Para contrastar los resultados académicos se han eliminado de la muestra los estudiantes que figuran en acta como no presentados. Así mismo, de la muestra del curso 2020-2021 se han eliminado los estudiantes que no han participado en la experiencia. Por tanto, se comparan 99 estudiantes de 2019-2020 con 89 estudiantes de 2020-2021.

Una vez demostrado que los dos grupos son homogéneos, se procede a contrastar la calificación final obtenida en cada parte de la asignatura (algoritmia sobre cálculo numérico, laboratorio de programación en R y trabajo en equipo, que es donde se realiza la creación y gestión de conocimiento por parte del alumnado).

Las calificaciones medias obtenidas en cada parte de la asignatura de los dos cursos a contrastar se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3*Calificación media y desviación estándar para las distintas partes de la asignatura*

	2020-2021		2019-2020	
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica
Algoritmos	7,79	1,97	7,47	1,61
Laboratorio	7,89	1,74	6,92	2,27
Trabajo en equipo	9,2	0,94	7,47	1,52

Para ver si hay diferencias significativas en las calificaciones de los dos grupos para las diferentes partes de la asignatura, se contrastarán las series de resultados. Primeramente, se estudia si la distribución es normal utilizando el test de Shapiro-Wilk obteniendo el *p-value*. En caso de que este valor sea menor que 0,01 significará que la serie de datos no guarda una distribución normal (Tabla 4).

Tabla 4*p-values para determinar si las series de datos tienen una distribución normal*

Parte / <i>p-value</i>	2020-2021	2019-2020
Algoritmos	0,0000003371	0,001274
Laboratorio	0,00002521	0,00009446
Trabajo en equipo	1,182e-10	2,046e-13

Una vez determinada la no normalidad de las series de datos, se aplica el test de Wilcoxon para comprobar si hay relación. Se utilizarán los valores de alfa menores que 0,01 y 0,05 para comprobar si hay diferencias significativas (Tabla 5).

Tabla 5*Test de Wilcoxon para cada parte de la asignatura*

Parte	<i>p-value</i> Wilcoxon
Algoritmos	0,04392
Laboratorio	0,002239
Trabajo en equipo	2,2e-16

Se observa que en las calificaciones de algoritmia hay diferencias significativas (*p-value* menor que 0,05) pero con un grado de significancia menor que en los bloques de trabajo en equipo y laboratorio, ambos con un *p-value* menor que 0,01.

Percepción del uso del modelo de aprendizaje basado en la Educación 4.0

Una de las evidencias del proceso de Educación 4.0 ha sido la creación por parte del alumnado de un repositorio de conocimiento. El total de recursos de conocimiento producidos por los 89 participantes en la experiencia de 2020-21, ha sido de 371, lo que supone una media de 4 recursos por persona.

En esta sección se presenta un método mixto (cuantitativo + cualitativo), llevado a cabo en el curso 2020-2021. Primeramente, se realizó una encuesta para medir la utilidad y calidad del repositorio de conocimiento. Seguidamente se realizó un grupo focal con parte del alumnado de la asignatura.

Percepción sobre el uso del repositorio de gestión de conocimiento

En esta investigación se utiliza el criterio de Rocha (2012) quien examina tres dimensiones: calidad del contenido, calidad técnica y calidad del servicio.

Para medir la calidad técnica y la calidad del contenido se utiliza el criterio de Aladwani y Palvia (2002). Por otra parte, los criterios para medir la calidad del servicio en una página web son muy generalistas. Por esa razón en este trabajo se ha considerado la herramienta LibQUAL+™ (Parbie et al., 2021), que se utiliza para medir el acceso a los contenidos en repositorios de bibliotecas universitarias, que es un servicio similar al ofrecido por el repositorio de conocimiento de este trabajo.

La encuesta ha sido realizada por 59 personas de un total de 89 participantes en la investigación, lo que representa un 66,3% de participación. A continuación, se presentan los datos para cada una de las tres dimensiones consideradas.

A- Dimensión adecuación técnica

La herramienta de medición (Aladwani y Palvia, 2002) está compuesta de un cuestionario de 9 preguntas de tipo Likert con una escala de 7. Se han seleccionado las siguientes 7 preguntas del citado cuestionario.

El repositorio ...

- Q1. ... ofrece fácil navegación.
- Q2. ... incluye herramientas de búsqueda adecuadas.
- Q3. ... está siempre disponible.
- Q4. ... incluye enlaces válidos.
- Q5. ... se adapta a mis necesidades.
- Q6. ... incluye acceso rápido a sus páginas.
- Q7. ... tiene fácil acceso.

Las dos preguntas no seleccionadas no procede aplicarlas al repositorio ya que se refieren a servicios de tipo de venta *online* y transacciones. Los valores de la media y la desviación típica para cada pregunta de esta dimensión se reflejan en la Tabla 6.

Tabla 6

Valores obtenidos de las cuestiones de la dimensión. Adecuación técnica

Pregunta	Media	Desviación típica
Q01	5,457627	1,3686393
Q02	5,932203	0,9443919
Q03	6,813559	0,4344865
Q04	6,576271	0,8750052
Q05	5,593220	1,2051419
Q06	5,491525	1,535476
Q07	5,898305	1,199065

La media para esta dimensión es 5,97 (sobre 7). Todos los valores obtenidos según el estudio de validación de la herramienta son “totalmente de acuerdo”.

B- Dimensión calidad del contenido

La herramienta de medición (Aladwani y Palvia, 2002) dispone de un cuestionario de 6 preguntas de tipo Likert, con escala 7. Las preguntas son las siguientes:

El contenido del repositorio es ...:

- Q8 ... útil.
- Q9 ... completo.
- Q10 ... claro.
- Q11 ... actual.
- Q12 ... conciso.
- Q13 ... preciso.

ya la Tabla 7 muestra los valores de la media y desviación típica para cada pregunta.

Tabla 7

Valores obtenidos de las cuestiones de la dimensión Calidad del contenido

Pregunta	Media	Desviación típica
Q08	5,915254	1,405508
Q09	5,661017	1,044033
Q10	5,661017	1,153857
Q11	6,169492	1,002627
Q12	5,338983	1,445685
Q13	5,542373	1,134446

La media para esta dimensión es 5,72 (sobre 7). Todos los valores obtenidos según el estudio de validación de la herramienta son “totalmente de acuerdo”.

C- Dimensión de servicio de acceso a la información

Esta dimensión incluye ocho preguntas que se refieren a las colecciones disponibles en la biblioteca y al acceso al contenido. Para este trabajo se han seleccionado las siguientes cinco preguntas de acceso al contenido, ya que el repositorio no dispone de colecciones similares a las de las bibliotecas.

- Q14 Los recursos son accesibles desde mi casa o lugar de estudio.
- Q15 Me permite localizar fácilmente los menús por mi cuenta.
- Q16 Contiene los recursos que necesito para realizar el trabajo.
- Q17 Puedo acceder a través de móvil y de cualquier ordenador.
- Q18 La información se puede encontrar con facilidad.

Para responder a estas preguntas se debe elegir un valor entre 1 (valor mínimo) y 9 (valor máximo) para cada uno de los tres niveles siguientes:

- *Minimum Required Level (MV)*. Nivel mínimo que el usuario consideraría aceptable.
- *Observed Level (OV)*. Nivel que se asocia al repositorio desde la perspectiva del usuario.
- *Desired Level (DV)*. Nivel que el usuario consideraría más alto para el servicio y que desearía que tuviera el repositorio.

Las medias de los tres valores obtenidos para cada pregunta de la dimensión “Servicio de acceso a la información” se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8

Valores MV, OV y DV para las preguntas de la dimensión Servicio de acceso a la información

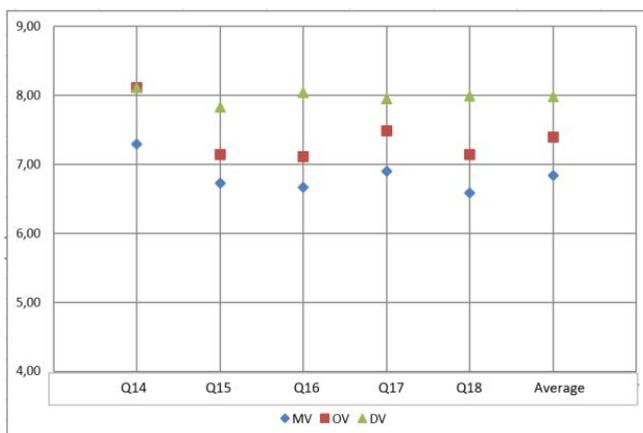
Pregunta	MV	OV	DV
Q14	7,29	8,12	8,12
Q15	6,73	7,14	7,83
Q16	6,67	7,11	8,04
Q17	6,89	7,49	7,95
Q18	6,59	7,14	7,99
Media	6,83	7,40	7,98

Para esta dimensión el valor mínimo, a partir del cual el servicio se considera aceptable, es 6,83 (MV) y el valor de calidad máxima es 7,98 (DV). El valor medio asignado al repositorio es de 7,40. La distancia entre el valor mínimo MV y el asignado OV es de 0,57 y desde OV a DV es 0,58, lo que sitúa el valor observado OV en un punto medio.

La Figura 4 muestra de forma gráfica los diferentes valores (MV, OV y DV) para cada pregunta.

Figura 4

Gráfico con los valores de MV, OV y DV para las preguntas de la dimensión Servicio de acceso a la información



En todos los casos los valores asociados al repositorio (OV) superan a los mínimos (MV) para que el servicio sea aceptable y en todos ellos supera el valor 7 sobre 9. Destacan la accesibilidad al repositorio, tanto desde el punto de vista del medio tecnológico a utilizar, como el lugar desde el que se realiza la conexión. En la discusión se compararán estos resultados con otros obtenidos en estudios similares.

Grupo focal

El grupo focal es una técnica cualitativa basada en una estructura de discusión con pequeños grupos (Masadeh, 2012). La idea principal es que los usuarios compartan experiencias y opiniones para, a través de la interacción, obtener conocimiento (Kinalski et al., 2017). Esta técnica ha demostrado su eficacia como actividad de investigación complementaria y adicional a la realización de encuestas (Figueras-Maz et al., 2021).

Se pidieron voluntarios entre los coordinadores de los equipos de trabajo y aceptaron 11 de los 14, que se dividieron en dos grupos focales: 5 personas del grupo de mañana y 6 personas del grupo de tarde. Ambos grupos se reunieron de forma telemática con el profesorado durante un tiempo suficiente para que todos participaran.

Las preguntas se plantearon en torno a dos aspectos: impacto en sus actividades de aprendizaje del sistema basado en la Educación 4.0 propuesto en este trabajo y el conocimiento creado por el propio alumnado. Las preguntas eran abiertas para que cada participante relatará lo que considerara oportuno y se fomentara el debate. Al final de la sesión cada participante expresó lo que consideró oportuno en relación con el propio método de aprendizaje basado en la gestión de conocimiento.

A continuación, se detallan las preguntas y las respuestas que fueron mayoritarias.

A-Preguntas sobre el aprendizaje:

- A.1- ¿Qué impacto tiene el método seguido en esta asignatura frente a otras asignaturas que has cursado?
 - Aprendizaje entre iguales.
 - Más autonomía de aprendizaje.
 - Proceso más ágil y más participación.
 - Se entienden mejor los conceptos y actividades.
- A.2- ¿Qué repercusión ha tenido el método sobre la acción tutorial?
 - Se consultó a menudo al profesorado para realizar el control de calidad del conocimiento elaborado.
 - Algunos equipos organizaron sus dudas e hicieron una tutoría larga con el profesorado.

- Otros equipos dieron libertad a sus miembros para consultar al profesorado cuando lo estimaran oportuno.
- Hubo acción tutorial entre el alumnado dentro del mismo equipo.

B- Preguntas sobre el conocimiento

- B.1- ¿Para qué habéis utilizado el conocimiento del repositorio?
 - Crear nuevo conocimiento (se toma como modelo, ayuda, guía).
 - Estudiar el laboratorio.
 - Preparar los exámenes.
 - Estudiar el primer parcial ya que es cuando estamos más perdidos.
- B.2- ¿Qué te ha supuesto la creación de conocimiento para compartir con el resto del alumnado?
 - Motiva pensar que lo van a utilizar tus compañeros presentes y futuros.
 - Se entiende mejor si se aporta meta-información.
 - Se da importancia a marcadores que indican los más vistos o relevantes.
 - Se siente más empatía hacia los compañeros a la hora de preparar los recursos.

A partir de la información dada por el alumnado a través del grupo focal se analiza la diferencia significativa de las calificaciones del primer parcial de teoría con las del alumnado de 2019-2020. Se obtienen las calificaciones medias y la desviación típica mostradas en la Tabla 9.

Tabla 9
Calificaciones medias primer parcial

Calificaciones medias 1er parcial	Media	Desviación típica
2020-2021	8.45	1.88
2019-2020	7.51	2.23

Contrastando las calificaciones de la Tabla 9 a través del test Wilcoxon, para dos muestras no paramétricas pareadas, se obtiene un *p-value* de 0,0002199 (menor que 0,001) frente al 0,04392 obtenido en el análisis conjunto de la calificación final de teoría (Tabla 5).

DISCUSIÓN

En el modelo de Educación 4.0 aquí propuesto, el alumnado diseña y crea un sistema de gestión de conocimiento y, por tanto, elabora un prototipo que es utilizable en la Industria 4.0. Al igual que en otros modelos de Educación 4.0, como TEC21, donde se desarrollan prototipos como medio para conseguir las competencias necesarias en la Industria 4.0 (López et al., 2021).

En este trabajo se han utilizado competencias de información digital (búsqueda, selección, evaluación, almacenamiento, recuperación y creación de nuevo conocimiento) como en otros trabajos de Educación 4.0 (Sarango et al., 2021) donde midieron la correlación entre estas competencias y la innovación basada en evidencias.

Podemos encontrar estudios previos sobre revisión de literatura, que identifican la necesidad de utilizar metodologías activas en la formación de personal cualificado para la industria 4.0 (Santana y De Deus Lopes, 2020) identificando, además, el aprendizaje entre iguales (Kipper et al., 2021). Desde el contexto de la Educación 4.0 también se especifica el uso de metodologías activas (Vodovozov et al., 2021) y el aprendizaje entre iguales (Pérez-Romero et al., 2019).

En este trabajo se constata esa visión común del método de aprendizaje, ya que se demuestra que se ha producido aprendizaje cooperativo y aprendizaje autónomo. Esta característica de cooperación también se propone en otros estudios como el origen de comunidades de aprendizaje y estrategias de innovación abierta (Miranda et al., 2021)

En la literatura científica se hace énfasis en la funcionalidad de las metodologías activas para la adquisición de competencias, donde juegan un papel fundamental la creación, intercambio y utilización del conocimiento (Fuertes et al., 2021; Miranda et al., 2021; Wasilah et al., 2021). En este sentido la misión es muy similar a la infraestructura del aprendizaje organizacional (Hansen et al., 2020; Nonaka y Takeuchi, 1995; Van Lente y Hogan, 2020), donde se utilizan los mismos elementos que en este trabajo.

Uno de los factores señalados por el profesorado de la asignatura fue la creciente demanda de horas de tutoría, en comparación con el curso anterior. La mayoría de los participantes en las sesiones focales coincidieron en que, para realizar el control de calidad de los conocimientos que habían creado, preferían consultar con el profesorado durante las tutorías. Esto muestra un aumento de la motivación por parte del alumnado para utilizar unas actividades docentes (tutorías) reconocidas oficialmente dentro de la dedicación prevista de alumnado y profesorado, como medio para mejorar el aprendizaje, luego no es un trabajo extra.

Los valores obtenidos respecto al producto generado, el repositorio de conocimiento, representan un excelente resultado comparado con otros estudios realizados en contextos similares, como la opinión del alumnado universitario que utiliza los repositorios de las bibliotecas (LibQual, 2021; Scott et al., 2020).

CONCLUSIONES

Los principios del aprendizaje basado en la Educación 4.0 fomentan las mismas competencias blandas, identificadas en este trabajo, que la Industria 4.0. Estas competencias son aplicables a una asignatura académica donde se utilicen metodologías activas.

En el contexto de esta investigación, respecto al objetivo 1 (O1), tanto desde el punto de vista cuantitativo (Tablas 5 y 9) como cualitativo (opiniones en el grupo focal), se ha demostrado que un enfoque basado en la Educación 4.0 produce un incremento en el rendimiento académico del alumnado y, por tanto, una mejora en su aprendizaje.

El análisis cuantitativo señala que las situaciones donde el modelo propuesto ha obtenido un mayor impacto de aprendizaje han sido las actividades que requieren aplicación práctica del conocimiento (laboratorios) y en el desarrollo de la competencia de trabajo en equipo. También el resultado ha sido significativamente mejor en la adquisición de conceptos teóricos, que se imparten en los dos primeros meses de la asignatura.

Desde un punto de vista cualitativo el análisis indica que el tipo de aprendizaje que se ha producido en este modelo ha sido: aprendizaje entre pares, aprendizaje autónomo y aprendizaje cooperativo.

Por otra parte, el modelo ha producido un incremento de las tutorías, por la necesidad del alumnado de contrastar la calidad del conocimiento creado por ellos mismos.

Respecto al objetivo 2 (O2): en este caso se ha demostrado que se ha empoderado al alumnado para construir, a través de las competencias blandas, un producto de la Industria 4.0 utilizable en la Educación 4.0.

Las medidas sobre la calidad técnica y de los contenidos del repositorio de conocimiento ha sido altamente satisfactoria para el alumnado (Tablas 6 y 7). Respecto al acceso y utilización de la información dentro del repositorio, los resultados son muy satisfactorios y mejoran la valoración de otros estudios en contextos similares aplicando la misma herramienta de medición.

Por lo analizado y contrastado en la discusión, se puede confirmar que:

- el desarrollo de prototipos que necesitan competencias tecnológicas utilizadas en Industria 4.0,
- el trabajo cooperativo soportado por competencias como Cloud Computing y
- la competencia digital de tratamiento de información, son competencias que se pueden utilizar en Educación 4.0.

El proceso de creación de conocimiento de forma cooperativa se podría aplicar a cualquier asignatura de cualquier área de conocimiento. Las tecnologías necesarias para trabajar con la competencia Cloud Computing y con las competencias de

información digital, pueden ser distintas de las utilizadas en este trabajo, aunque deben tener las mismas funcionalidades. Con respecto al trabajo futuro, se aplicará el mismo modelo de repositorio con las mismas ontologías en asignaturas distintas a la de este trabajo, para comprobar la transferibilidad y universalidad del modelo.

REFERENCIAS

- Abdul Bujang, S. D., Selamat, A., Krejcar, O., Maresova, P., y Nguyen, N. T. (2020). Digital Learning Demand for Future Education 4.0—Case Studies at Malaysia Education Institutions. *Informatics 2020*, 7(2), 13. <https://doi.org/10.3390/informatics7020013>
- Aladwani, A. M., y Palvia, P. C. (2002). Developing and validating an instrument for measuring user-perceived web quality. *Information & Management*, 39(6), 467-476. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00113-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00113-6)
- Ali, M. (2021). Vocational students' perception and readiness in facing globalization, industry revolution 4.0 and society 5.0. *J. Phys.*, 12050. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1833/1/012050>
- Coppi, I., y Akkari, A. C. S. (2021). A Conceptual Design of the Competences Circle for the Project Manager 4.0. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 233, 48-54. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75680-2_7
- Deutsche Meese (2014). *Industria 4.0 en la Feria de Hannover*. <https://www.deutschland.de/es/topic/economia/globalizacion-comercio-mundial/industria-40-en-la-feria-de-hannover>
- Fidalgo-Blanco, Á., Martínez-Nuñez, M., Borrás-Gene, O., y Sánchez-Medina, J. J. (2017). Micro flip teaching - An innovative model to promote the active involvement of students. *Computers in Human Behavior*, 72, 713-723. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.060>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., y García-Peñalvo, F. J. (2018). Micro Flip Teaching with Collective Intelligence. En I. A. Zaphiris P. (Ed.), *Learning and Collaboration Technologies. LCT 2018. Lecture Notes in Computer Science* (pp. 400-415). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91743-6_30
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., y García-Peñalvo, F. J. (2020). Hybrid Flipped Classroom: adaptation to the COVID situation. *Proceedings TEEM'20. Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (Salamanca, Spain, October 21st - 23rd, 2020)*, 405-409. <https://doi.org/10.1145/3434780.3436691>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., García-Peñalvo, F. J., y Balbín, A. M. (2021). Revisión crítica del método de aula invertida desde una perspectiva basada en la experiencia. *Innovaciones docentes en tiempo de pandemia. Actas CINAIC'21: VI Congreso Internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación (20 a 22 October, 2021, Madrid, Spain)*, 659-664. <https://doi.org/10.26754/CINAIC.2021.0127>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., García Ruesgas, L., y Fonseca, D. (2021). ¿Crear y compartir conocimiento motiva a nuestro alumnado? *Innovaciones docentes en tiempo de pandemia. Actas CINAIC'21: VI Congreso Internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación (20 a 22 October, 2021, Madrid, Spain)*, 665-670. <https://doi.org/10.26754/CINAIC.2021.0128>
- Figueroas-Maz, M., Grandío-Pérez, M. D. M., y Mateus, J. C. (2021). Students' perceptions on social media teaching

- tools in higher education settings. *Communication & Society*, 34(1), 15-28. <https://doi.org/10.15581/003.34.1.15-28>
- Fisk, P. (2017). Education 4.0 ... the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life. *Peter Fisk*. <https://www.peterfisk.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>
- Fuertes, J. J., Prada, M. A., Rodríguez-Ossorio, J. R., González-Herbon, R., Pérez, D., y Domínguez, M. (2021). Environment for Education on Industry 4.0. *IEEE Access*, 9. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3120517>
- Gaona, G., Lima, P., y Bollati, V. A. (2020). Equipos de trabajo 4.0: nuevas configuraciones. *XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2020, El Calafate, Santa Cruz)*, 376-380.
- García-Holgado, A., y García-Peñalvo, F. J. (2019). Validation of the learning ecosystem metamodel using transformation rules. *Future Generation Computer Systems*, 91, 300-310. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.09.011>
- García-Peñalvo, F. J. (2020). Modelo de referencia para la enseñanza no presencial en universidades presenciales. *Campus Virtuales*, 9(1), 41-56. <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/625>
- García-Peñalvo, F. J. (2021). Avoiding the Dark Side of Digital Transformation in Teaching. An Institutional Reference Framework for eLearning in Higher Education. *Sustainability*, 13(4), 2023. <https://doi.org/10.3390/su13042023>
- García-Peñalvo, F. J., y Corell, A. (2021). La Covid-19: ¿enzima de la transformación digital de la docencia o reflejo de una crisis metodológica y competencial en la educación superior? *Campus Virtuales*, 9(2), 83-98.
- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., y Grande-de-Prado, M. (2021). Recommendations for Mandatory Online Assessment in Higher Education During the COVID-19 Pandemic. En D. Burgos, A. Tlil y A. Tabacco (Eds.), *Radical Solutions for Education in a Crisis Context. COVID-19 as an Opportunity for Global Learning* (pp. 85-98). Lecture Notes in Educational Technology. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7869-4_6
- García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., y Conde, M. Á. (2016). Cooperative Micro Flip Teaching. En A. Ioannou y P. Zaphiris (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies. LCT 2016. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 9753, pp. 14-24). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39483-1_2
- García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., y Sánchez-Canales, M. (2019). Active Peer-Based Flip Teaching: An Active Methodology Based on RT-CICLO. En *Innovative Trends in Flipped Teaching and Adaptive Learning* (pp. 1-16). IGI Global. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39483-1_2
- García-Peñalvo, F. J., y Seoane Pardo, A. M. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning: Décimo Aniversario. *Education in the knowledge society*, 16(1), 119-144. <https://doi.org/10.14201/eks2015161119144>
- Gil-Fernández, R., León-Gómez, A., y Calderón-Garrido, D. (2021). Influence of COVID on the Educational Use of Social Media by Students of Teaching Degrees. *Education in the Knowledge Society*, 22. <https://doi.org/10.14201/eks.23623>
- Hansen, M. J., Vaagen, H., y van Oorschot, K. (2020). Team Collective Intelligence in Dynamically Complex Projects—A Shipbuilding Case. *Project Management Journal*, 51(6), 633-655. <https://doi.org/10.1177/8756972820928695>
- Hernandez-de-Menendez, M., Escobar Díaz, C. A., y Morales-Menendez, R.

- (2020). Engineering education for smart 4.0 technology: a review. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 14(3), 789-803. <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00672-x>
- IPMA (2018). *IPMA Reference Guide ICB4 in an Agile World* (J. Hermariji (ed.); Version 2.3). International Project Management Association. <https://www.pma.at/files/downloads/577/ipma-icb4-in-agileworld-v23.pdf>
- Kinalski, D. D. F., Paula, C. C. de, Padoin, S. M. de M., Neves, E. T., Kleinubing, R. E., y Cortes, L. F. (2017). Focus group on qualitative research: experience report. *Revista brasileira de enfermagem*, 70(2), 424-429. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0091>
- Kipper, L. M., Iepsen, S., Dal Forno, A. J., Frozza, R., Furstenu, L., Agnes, J., y Cossul, D. (2021). Scientific mapping to identify competencies required by industry 4.0. *Technology in Society*, 64, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101454>
- Knopik, T., y Oszwa, U. (2021). E-cooperative problem solving as a strategy for learning mathematics during the COVID-19 pandemic. *Education in the Knowledge Society*, 22. <https://doi.org/10.14201/eks.25176>
- LibQual (2021). 2020 LibQUAL+® Survey Highlights. http://www.libqual.org/documents/libqual/publications/2020%20Highlights_v1.pdf
- López, H. A., Ponce, P., Molina, A., y Ramírez-Montoya, M. S. Lopez-Caudana, E. (2021). Design Framework Based on TEC21 Educational Model and Education 4.0 Implemented in a Capstone Project: A Case Study of an Electric Vehicle Suspension System. *Sustainability*, 13(11), Article 5768. <https://doi.org/10.3390/sui13115768>
- Low, M. C., Lee, C. K., Sidhu, M. S., Lim, S. P., Hasan, Z., y Lim, S. C. (2021). Blended Learning to Enhanced Engineering Education using Flipped Classroom Approach: An Overview. *Electronic Journal of Computer Science and Information Technology*, 7(1), 2021. <https://doi.org/10.52650/ejsit.v7i1.111>
- Masadeh, M. A. (2012). Focus Group: Reviews and Practices. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(10), 63-68.
- McKnight, W. (2014). Agile Practices for Information Management. En *Strategies for Gaining a Competitive Advantage with Data* (pp. 168-178). Information Management. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408056-0.00016-3>
- Miranda, J., Navarrete, C., Noguez, J., Molina-Espinosa, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Navarro-Tuch, S. A., Bustamante-Bello, M. R., Rosas-Fernández, J. B., y Molina, A. (2021). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107278. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278>
- Miranda, J., Ramírez-Montoya, M. S., y Molina, A. (2021). Education 4.0 Reference Framework for the Design of Teaching-Learning Systems: Two Case Studies Involving Collaborative Networks and Open Innovation. En *Smart and Sustainable Collaborative Networks 4.0*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5_65
- Murphy, M. P. A. (2020). COVID-19 and emergency eLearning: Consequences of the securitization of higher education for post-pandemic pedagogy. *Contemporary Security Policy*, 41(3), 492-505. <https://doi.org/10.1080/13523260.2020.1761749>
- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(96\)81509-3](https://doi.org/10.1016/0024-6301(96)81509-3)

- Parbie, S. K., Phuti, R., y Barfi, K. A. (2021). Users' perception of Library Facilities: Evidence from the University of Cape Coast. *Library Philosophy and Practice (e-journal)*, 4874. <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/4874>
- Pérez-Romero, P., Rivera Zárate, I., y Bolaños, M. H. (2019). La Educación 4.0 de Forma Simple. *Debates en Evaluación y Currículo/Congreso Internacional de Educación: Currículo 2019 /Año 5*, No. 5.
- Prieto, A., Barbarroja, J., Álvarez, S., y Corell, A. (2021). Eficacia del modelo de aula invertida (flipped classroom) en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias. *Revista de Educación*, 391, 143-170. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-391-476>
- Rahmadani, Herman, T., Dareng, S. Y., y Bakri, Z. (2020). Education for industry revolution 4.0: using flipped classroom in mathematics learning as alternative. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3), 032038. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032038>
- Rocha, Á. (2012). Framework for a global quality evaluation of a website. *Online Information Review*, 36(3), 374-382. <https://doi.org/10.1108/14684521211241404>
- Roig, C. (2017). Industria 4.0: la cuarta (re) evolución industrial. *Harvard Deusto business review*, 266, 64-70.
- Santana, A. L. M. I., y De Deus Lopes, R. (2020). Active Learning Methodologies and Industry 4.0 skills development-A Systematic Review of the Literature. *Proceedings of the 15th Latin American Conference on Learning Technologies, LACLO 2020*. <https://doi.org/10.1109/LACLO50806.2020.9381161>
- Sarango, P., Mena, J. J., y Ramírez-Montoya, M. S. (2021). Evidence-based educational innovation model in the framework of Education 4.0: promoting digital information competencies for teachers. *Sustainability*, 13(18), Article 10034. <https://doi.org/10.3390/su131810034>
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Penguin Random House Grupo Editorial. [http://40.70.207.114/documentosV2/Lacuartarevolucionindustrial-KlausSchwab\(1\).pdf](http://40.70.207.114/documentosV2/Lacuartarevolucionindustrial-KlausSchwab(1).pdf)
- Scott, D., Duda, B., y Stevens, R. (2020). *2020 LibQUAL survey report*.
- Sedlmayer, M. (2015). Individual Competence Baseline for Project Management. En *International Project Management Association*.
- Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, Á., y García-Peñalvo, F. J. (2015). Metodología de enseñanza inversa apoyada en b-learning y gestión del conocimiento. *III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015. Madrid*. <http://138.4.83.138/congreso/cinaic/sic/>
- Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, Á., y García-Peñalvo, F. J. (2016). Students' Knowledge Sharing to Improve Learning in Academic Engineering Courses. *International Journal of Engineering Education*, 32(2B), 1024-1035.
- Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, Á., García-Peñalvo, F. J., y Fonseca, D. (2021). Impact of Transparency in the Teamwork Development through Cloud Computing. *Applied Sciences*, 11(9), Article 3887. <https://doi.org/10.3390/app11093887>
- Smallhorn, M. (2017). The flipped classroom: A learning model to increase student engagement not academic achievement. *Student Success*, 8(2), 43-53. <https://doi.org/10.5204/ssj.v8i2.381>
- Tenorio-Sepúlveda, G. C., Muñoz-Ortiz, K. P., Nova-Nova, C. A., y Ramírez-Montoya, M. S. (2021). Diagnostic instrument of the level of competencies in Cloud Computing for teachers in Education 4.0.

- En *Smart and Sustainable Collaborative Networks 4.0*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5_62
- Van Lente, E., y Hogan, M. J. (2020). Understanding the Nature of Oneness Experience in Meditators Using Collective Intelligence Methods. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02092>
- Vodovozov, V., Raud, Z., y Petlenkov, E. (2021). Challenges of active learning in a view of integrated engineering education. *Education Sciences*, 11(2), 1-14. <https://doi.org/10.3390/educsci11020043>
- Wasilah, Nugroho, L. E., Santosa, P. I., y Sorour, S. E. (2021). Study on the influencing factors of the flexibility of university IT management in Education 4.0. *International Journal of Innovation and Learning*, 30(2), 132-153. <https://doi.org/10.1504/IJIL.2021.117219>

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021

Fecha de aceptación del artículo: 21/02/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 11/03/2022