

Implantación de asignatura basada en la colaboración empresa-universidad en el Máster en Industria 4.0

Miguel Ángel Sánchez, Paula Lamo
Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología
Universidad Internacional de La Rioja
Logroño, España
{miguelangel.sanchez, paula.lamo}@unir.net

Abstract— La limitada colaboración entre las empresas y universidades españolas ahonda en el desequilibrio entre la oferta formativa y la demanda del mercado laboral y conduce a una situación paradójica en la que coexisten una alta tasa de desempleo juvenil y empleos que no se están cubriendo en el mercado laboral por la carencia de perfiles demandados. Sin embargo, las políticas de innovación impulsadas por los diferentes gobiernos hacen imprescindible fomentar la colaboración empresa-universidad. Por ello, se presenta la planificación y contenido de una asignatura del Máster en Industria 4.0 de la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) centrada en la colaboración entre la universidad y diferentes entidades del sector para el desarrollo de retos profesionales por parte de los estudiantes con ayuda de un profesor tutor. Los retos planteados suman un total de 14 e incluyen diferentes sectores industriales y aplicaciones. Para su evaluación, el alumno debe presentar una propuesta viable que es valorada de forma individualizada dependiendo del reto, la novedad de la propuesta y los requisitos establecidos por la empresa. A través de esta asignatura se permite a los estudiantes poner en práctica los conocimientos adquiridos previamente y acercarse a la realidad de la industria en la que se desempeñarán profesionalmente.

Keywords—Colaboración, universidad-empresa, retos, profesional, docencia online, experiencia docente, digitalización, industria 4.0.

I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) son una de las principales palancas de transformación en nuestra sociedad. La creciente digitalización que experimenta impacta en las necesidades y competencias profesionales que demandan las empresas en el área de la ingeniería y las titulaciones científicas.

Según el informe “El futuro del empleo y las competencias profesionales del futuro” del *IESE Business School* [1], el 72 % de las empresas tiene problemas para encontrar perfiles profesionales adecuados y consideran que el sistema educativo español responde lentamente a las necesidades de formación, produciéndose, en muchos casos, desajustes entre la oferta educativa y la demanda empresarial, que es necesario atajar para no perder productividad y competitividad. En este contexto, la educación y la especialización profesional tiene una gran influencia en el empleo [2]. Por lo que las empresas y la

universidad están condenados a entenderse y colaborar en busca de un bien común e indivisible [3].

Aunque las colaboraciones universidad-empresa siempre han existido [4]-[8], esta vinculación suele estar asociada a proyectos de investigación en los que la empresa tiene intereses comerciales y a la participación en ferias de empleo. Sin embargo, debido a que la relación entre ambas partes resulta compleja y, en ocasiones, difícil de gestionar, las colaboraciones para el desarrollo académico de titulaciones o asignaturas específicas no es habitual. Algunos de los *hándicaps* identificados en este tipo de cooperación son la falta de personal y recursos dedicados a la gestión de la colaboración, la elevada burocracia involucrada, los prolongados plazos de la administración y la falta de definición de objetivos comunes [9]. Aun así, la colaboración es posible y muy beneficiosa, ya que existen varios aspectos clave para mejorar la relación entre ellas [10]. Uno de los más importantes tiene que ver con el establecimiento de relaciones individuales entre personas clave en ambas entidades. Estas relaciones, personales y profesionales, más allá de convenios formales, es lo que permite mejorar la confianza, la comunicación y el compromiso por llevar a término la colaboración.

Por su parte, las empresas que desean alcanzar altos niveles de digitalización y modernización de la industria demandan profesionales que tengan conocimientos suficientes sobre los habilitadores asociados a la Industria 4.0, como la fabricación inteligente, la robótica, la ciberseguridad, el *big data* o el Internet de las Cosas (*Internet of Things*, IoT). Estos contextos empresariales, altamente especializados y que evolucionan muy rápidamente, encuentran la colaboración entre universidades y empresas claramente beneficiosa porque pueden captar profesionales bien formados en aquellas disciplinas que demandan y satisfacer rápidamente sus necesidades. De igual modo, con la vinculación, la universidad recibe, de primera mano, información sobre proyectos reales, tendencias y demandas profesionales. Y, si es ágil y flexible, podrá adaptar sus contenidos y ofertar con rapidez aquello que las empresas demandan. Por lo que si su oferta formativa resulta más atractiva y de mayor calidad, atraerá a más estudiantes.

No es habitual que las universidades españolas propongan asignaturas completas dedicadas exclusivamente a fomentar este tipo de colaboraciones, más allá de las

prácticas externas o trabajos fin de estudio (TFE) surgidas a partir de colaboraciones puntuales. Por ello, este trabajo presenta la metodología y organización de una asignatura íntegramente enfocada a la resolución de retos profesionales y basada en la vinculación universidad-empresa. Se trata de una experiencia docente desarrollada en la asignatura “Proyectos profesionales para la digitalización de empresas en el contexto de la Industria 4.0” [11] impartida en el segundo cuatrimestre del Máster Universitario de Industria 4.0 de la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). La asignatura, de carácter totalmente práctico y aplicado, se fundamenta en los contenidos previos trabajados por los alumnos en el máster: robótica, fabricación inteligente e impresión 3D, *Big Data* y analítica de datos, ciberseguridad, instrumentación electrónica, manejo de Plataformas de Internet de las Cosas y transformación digital de las empresas. El objetivo de aprendizaje es conseguir que los estudiantes pongan en práctica los conocimientos adquiridos en un contexto profesional, de forma que les acerque la realidad de la industria en la cual se desempeñarán profesionalmente. La metodología a seguir se explica y describe en la asignatura del primer cuatrimestre “Innovación tecnológica y transformación digital de las empresas” [12], donde, los estudiantes reciben previamente formación específica sobre cómo abordar retos de transformación digital y practican con varios ejemplos. La organización de este trabajo se describe a continuación. En la sección II se describe la experiencia docente llevada a cabo. En la sección III se presentan los principales resultados y las limitaciones detectadas. Por último, se presentan las conclusiones en la sección IV.

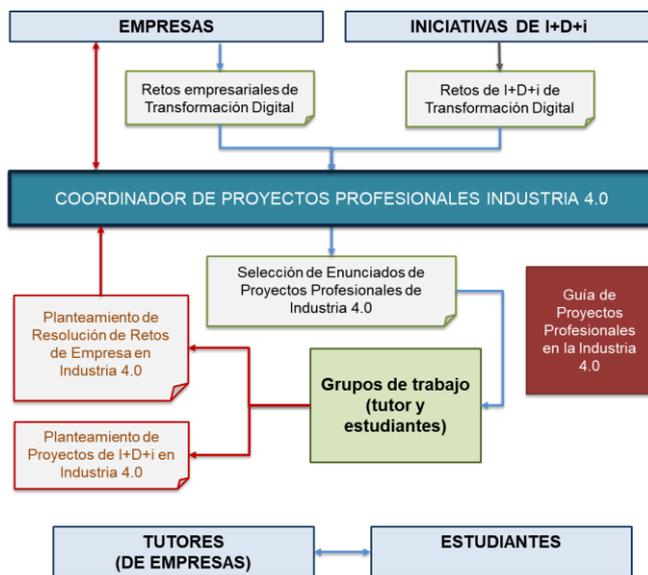


Fig. 1. Esquema general de la colaboración universidad-empresa llevada a cabo en la asignatura.

II. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA “PROYECTOS PROFESIONALES PARA LA DIGITALIZACIÓN DE EMPRESAS EN EL CONTEXTO DE LA INDUSTRIA 4.0”

La asignatura tiene carácter obligatorio y una carga lectiva de 6 ECTS. En ella, el estudiante debe realizar, con el apoyo de un profesor tutor, un trabajo en el que plantee y desarrolle una solución a un reto de transformación digital real, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en otras asignaturas del máster. Los profesores tutores y

estudiantes disponen de una guía de apoyo que describe la metodología, plazos de entrega y la normativa de evaluación.

Tabla I. LISTADO DE RETOS PRESENTADOS

Empresa	Reto propuesto a los alumnos
Reto I+D+i	Mejora de un proceso en tu empresa utilizando un método basado en <i>Value String Mapping</i> (VSM).
ECOTISA	Praxis Adaptative. Incorporación de NFC y Blockchain a inmovilizadores 3D.
IZERTIS	Automatización del control de calidad de materiales.
IZERTIS	Monitorización remota de instalaciones industriales.
IZERTIS	Automatización de trazabilidad de cadena de producción alimentaria.
SICAMAN	Automatización de granja de pollos.
SICAMAN	Automatización de huerto hidropónico.
ATOS	Integración de un sistema de eficiencia energética en los edificios corporativos.
ATOS	Mantenimiento Predictivo de Bajo Coste para Maquinaria Industrial.
EUROCONTROL	Sistema de comunicación en tiempo real para monitorización médica de pacientes trasladados en ambulancias.
EUROCONTROL	Calderas: medición eficiencia y control preventivo.
EUROCONTROL	Plataforma para el mantenimiento de emplazamientos de telecomunicaciones a través de sensores.
COOPERATIVA GANADERA	Monitorización de ganado vacuno como ayuda para la obtención de certificados de salud y bienestar animal.
CAMINOS FERROVIARIOS	Digitalización de maquinaria pesada de construcción ferroviaria para mantenimiento predictivo.

En la Fig. 1 se muestra el esquema general seguido para el planteamiento de los retos. Estos son propuestos por empresas y/o entidades públicas o privadas, como las iniciativas de innovación tecnológica propuestas por la Industria Conectada 4.0 del Gobierno de España [13]. El coordinador de la asignatura es el encargado de seleccionarlos y proponérselos a los estudiantes y pueden ser de dos tipos:

1) *Retos profesionales propuestos por empresas.* Se plantea un problema o necesidad en un entorno industrial determinado, como la automatización de un proceso que actualmente se desarrolla de forma manual o la aplicación del IoT en la fabricación de un nuevo producto. El coordinador y los representantes de las empresas colaboradoras firman un convenio que suponga un beneficio mutuo. Las empresas, utilizando un modelo proporcionado por la universidad, definen la problemática real que solicita resolver a los estudiantes. De los 14 retos presentados (Tabla I.), 13 de ellos (92 %) son de este tipo.

2) *Retos profesionales de I+D+i.* Son propuestas identificadas por los propios estudiantes o por el coordinador en el ámbito de la investigación, el desarrollo y la innovación en Industria 4.0 y transformación digital (por ejemplo, retos de implantación de nuevas plataformas o redes de comunicación para IoT o nuevos métodos de impresión 3D).

En las estrategias de digitalización de las empresas se plantean retos concretos de transformación digital, enfocados en proyectos, mejoras sustanciales o cambios específicos en los procesos clave de la empresa. Con ellos, se persiguen objetivos concretos, por lo que se espera que los alumnos, aplicando los conocimientos adquiridos en el máster y desde su propia perspectiva del problema, planteen soluciones específicas e innovadoras, que integren aquellos elementos tecnológicos necesarios, así como su relación con el resto de las partes de la empresa y el personal implicado.

Para poder realizar correctamente todas las gestiones que exige esta colaboración, existe la figura del coordinador de proyectos profesionales. Su perfil es de carácter mixto, es decir, académico y profesional. Es decir, es un profesor universitario que, además, tiene experiencia y participa activamente en el desarrollo de proyectos con empresas. Por ese motivo, es clave para la captación de empresas y tutores interesados para el desarrollo de una buena comunicación y coordinación entre ambos mundos. Otro rol clave es el del profesor tutor. En este caso se trata de un perfil profesional, no universitario, asociado a la compañía que presenta el reto. Su papel es el de asesorar y evaluar a los estudiantes que elijan el reto del cual es especialista.

Planteamiento de soluciones a retos de transformación digital	
1	<p>1. DESCRIPCIÓN DEL RETO</p> <p>1.1. Descripción de la empresa 1.2. Reto planteado y problema a resolver 1.3. Descripción del proceso actual 1.4. Requisitos, alcance y limitaciones iniciales 1.5. Objetivos 1.6. Resultado esperado 1.7. Contexto de la empresa: tipo actividad, sector, grado de implantación de las tecnologías y sistemas utilizados, procesos internos relacionados, cultura de la empresa, nivel de preparación de los empleados.</p>
2	<p>2. NIVEL DE MADUREZ DIGITAL Y PLANTEAMIENTO GENERAL</p> <p>2.1. Herramientas o métodos para determinar el nivel de madurez 2.2. Identificación del nivel de madurez digital de la empresa 2.3. Recomendaciones iniciales y planteamiento general</p>
3	<p>3. IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS</p> <p>3.1. Habilitadores digitales a utilizar y justificación 3.2. Esquema general de componentes e integración de tecnologías 3.3. Justificación: motivos por los cuales se eligen esos componentes y tecnologías.</p>
4	<p>4. SOLUCIÓN PROPUESTA</p> <p>4.1. Metodología/s a utilizar 4.2. Descripción general de la solución y del proceso futuro 4.3. Requisitos, alcance y limitaciones revisados 4.4. Descripción de prueba de concepto 4.5. Planificación temporal para la puesta en marcha de la solución 4.6. Plan de RRHH 4.7. Plan económico: costes, ahorros, PRI y posibles fuentes de financiación 4.8. Conclusiones</p>

Fig. 2. Estructura recomendadas para el planteamiento de soluciones a retos de transformación digital.

Estas propuestas tendrán las siguientes características:

- **Carácter práctico y aplicado.** El trabajo que realiza el estudiante debe plantear soluciones que, si bien serán generales, deben ser reales y aplicadas para la resolución de los problemas o necesidades descritos en los enunciados de los retos.
- **Formato profesional.** Las propuestas serán presentadas en formato *Power Point* con una clara y rápida exposición ejecutiva, siguiendo el esquema que se presenta en la Fig. 2. De este modo, se obliga al estudiante a plasmar y organizar su conocimiento en un modo más resumido y orientado a la empresa.
- **Número limitado de estudiantes por reto.** Un mismo reto podrá ser abordado y desarrollado por varios estudiantes o grupos, con un límite máximo de 10 estudiantes por reto.

- **Retos tutorizados.** Cada reto está asociado a un mismo profesor tutor especializado en la temática que acompaña al estudiante durante todo el proceso.
- **Trabajo continuo.** El trabajo deberá ser desarrollado de forma continua, realizando varias entregas intermedias. Cada entrega será analizada por el profesor tutor, que realiza una valoración crítica con el objetivo de corregir posibles errores o carencias.

A. Estructura y contenido de las propuestas de los estudiantes

En la Fig. 2 se describe el esquema de partes que se recomienda seguir a los estudiantes para el planteamiento de soluciones a los retos de transformación digital. La estructura planteada ha sido definida a partir de la experiencia de las empresas colaboradoras y del análisis de diferentes propuestas, como [14]-[17], que tienen componentes y características comunes. Aunque esta estructura puede variar, se considera que contiene los elementos mínimos necesarios para definir, de forma correcta y completa, un buen planteamiento de la solución propuesta. Estas partes son:

1) **Descripción del reto.** Contiene información general, pero suficiente, sobre el contexto del reto, los objetivos y las necesidades a cubrir, los resultados esperados, los procesos y personas implicados, la infraestructura de recursos tecnológicos y su nivel de integración. En esta fase, cobra especial importancia la descripción del proceso a digitalizar, indicando con claridad los pasos, personas que intervienen, recursos, tiempos necesarios, herramientas empleadas, así como cualquier otro elemento necesario. Esta información es definida por la empresa junto al coordinador y al inicio de la asignatura se publica en el campus virtual para que el estudiante la conozca.

2) **Nivel de madurez y planteamiento general.** El estudiante debe describir el nivel de madurez digital de la organización y un planteamiento general de acciones a realizar en función de dicho nivel. Por este motivo, debe considerar las herramientas y métodos de diagnóstico de los niveles de madurez digital y preparación para la Industria 4.0 [18].

3) **Identificación de Tecnologías.** Debe contener un análisis técnico del reto e identificar qué tecnologías son necesarias para poder abordarlo.

4) **Solución propuesta.** Recoge, de forma general pero suficiente, la solución ideada por el estudiante. La propuesta ha de incluir los aspectos más relevantes, concretamente:

- **Metodología.** Recoge cuál o cuáles son las metodologías (por ejemplo, *Design Thinking*, *Lean Manufacturing*, *Proof of Concept (PoC)* o *Scrum*) y herramientas que se propone aplicar, justificando su aplicación en cada caso particular.
- **Descripción general de la solución y del proceso futuro.** Contiene una descripción global del futuro proceso digitalizado. De cara a su correcta implementación, es importante identificar los perfiles de las personas que intervienen y los recursos necesarios.
- **Requisitos, alcance y limitaciones revisados.** Con el avance del proyecto aparecen multitud de nuevos detalles y cambios. Por este motivo, en el

planteamiento de la solución se debe revisar el alcance y las limitaciones.

- **Descripción de la prueba de concepto (si existe).** En la mayoría de los retos es necesario, casi imprescindible, plantear un escenario limitado en el que probar y valorar las funcionalidades más importantes de la propuesta. Estas pruebas deben hacerse con rigor y siguiendo una serie de pasos marcados por la metodología PoC [19]. La descripción de este proceso debe incluir, al menos, objetivos, plan (tiempo y recursos), alcance (qué cosas se probarán y cuáles no), configuración (qué partes se van a simular) y resultados esperados.
- **Planificación temporal para la puesta en marcha de la solución.** De forma general y teniendo en cuenta la metodología elegida, se debe planificar el tiempo necesario para poner en marcha el proyecto que dé solución al reto, así como los recursos requeridos: personal, material, subcontrataciones, etc.
- **Plan de RRHH y formación:** Incluye una recomendación sobre el personal necesario para llevar a cabo el proceso digitalizado.
- **Plan económico.** Este es uno de los apartados más valorados por la empresa. Utilizando como base la información aportada en los puntos anteriores, se debe obtener una estimación bien justificada de los costes, ahorros y del punto de recuperación de la inversión (PRI) del proyecto de transformación digital. Entre todos los datos, resulta de especial interés la estimación de ahorro que alcanzaría la empresa como consecuencia de la implantación del nuevo proceso.

5) **Conclusiones.** Debe ser un apartado breve, pero muy claro y, sobre todo, incluir una buena argumentación y justificación, referenciando datos y contenidos incluidos en el resto de la propuesta. Además, debe indicar si todos los objetivos son alcanzables, describir si el reto planteado es factible y el problema, solucionable.

B. Metodología propuesta

El objetivo final de la asignatura es que el estudiante analice los retos desde una perspectiva amplia y profesional, tome decisiones en relación con el escenario real que se plantea y proponga soluciones globales al reto planteado. Para ello, se plantea la presente metodología a seguir en tres fases.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	
Doc.				Coordinador
	Presentación asignatura			Coordinador
		Presentaciones individuales de los retos		Tutores de retos
			Solicitud reto	Estudiantes
			Asignación de reto	Coordinador

Fig. 3. Cronograma de tareas realizadas en la fase 1.

Fase 1. Descripción de retos y proceso de selección y asignación de retos. En las tres primeras semanas, tal y

como se muestra en la Fig. 3, se realiza la parte introductoria, en concreto:

- **Publicación de la documentación y clase de presentación (semana 1).** Se publica la guía general de la asignatura y los enunciados de los retos para que sean consultados por los estudiantes. El coordinador de la asignatura imparte una clase para presentar y describir el proceso de selección/asignación de retos.
- **Sesiones de descripción de los retos y (semana 2).** Son impartidas por los profesores tutores y en ellas se describen las particularidades de las propuestas. Los estudiantes pueden plantear dudas y recibir aclaraciones.
- **Solicitud de reto y proceso de asignación de reto y tutor (semana 3).** Una vez presentados los retos, en el campus virtual se habilita una tarea para que los estudiantes entreguen su solicitud de reto, es decir, una lista ordenada indicando sus preferencias (el reto que prefiere en primer lugar y así sucesivamente). El coordinador revisa las solicitudes y realiza la asignación teniendo en cuenta i) las preferencias de los estudiantes y ii) la fecha de la solicitud. El máximo número de alumnos por reto es 10.

Semanas 4-5		Semanas 6-8		Semanas 9-16		
Asesorar		Asesorar		Asesorar		Tutor de reto
Desarrollo partes 1 y 2	Entr. 1	Revisar-valorar				Estudiante
		Desarrollo parte 3	Entr. 2	Revisar-valorar		Tutor de reto
				Desarrollo parte 4	Entr. 3	Estudiante
						Tutor de reto

Fig. 4. Cronograma de tareas realizadas en la fase 2.

Fase 2. Desarrollo del trabajo. Los estudiantes deben realizar los trabajos de forma continuada con el asesoramiento del tutor. Para asegurar esta continuidad, se marcan 3 entregas, tal y como se aprecia en el cronograma de la Fig. 4. De este modo, los estudiantes entregan sus planteamientos parciales y los profesores tutores valoran el nivel de desarrollo hasta la fecha y hacen propuestas de mejora. Las tres entregas parciales son:

- **Entrega inicial (semanas 4 y 5).** En esta parte el estudiante deberá revisar la descripción del reto, analizar el nivel de madurez digital de la empresa y describir el planteamiento general de la estructura.
- **Entrega intermedia (semanas 6 a 8).** El estudiante debe, si es necesario, revisar y corregir el contenido de la entrega inicial y llevar a cabo la identificación de tecnologías.
- **Entrega final (semanas 9 a 16).** El alumno debe, si fuese necesario, corregir el contenido previamente entregado y aportar ya la solución final propuesta.

Fase 3. Evaluación final del reto. A partir de la semana 17, el profesor tutor realiza una revisión y valoración de la

entrega final y asigna la calificación de la asignatura siguiendo los siguientes criterios:

- **Participación (10 %).** Los tutores valoran el trabajo continuo y desarrollo de cada alumno, así como el cumplimiento de las entregas intermedias.
- **Planteamiento del proyecto (20 %).** En este criterio se valora el planteamiento del proyecto de transformación digital y la justificación del nivel de madurez de la empresa objetivo del proyecto en el ámbito de la Industria 4.0.
- **Identificación y justificación de las tecnologías a utilizar (30 %).** Se valora la calidad de la propuesta en términos de identificación, organización y justificación de las tecnologías que se van a utilizar, tanto a nivel general como a nivel de cada uno de los componentes de la solución propuesta.
- **Descripción de la solución propuesta (40 %).** Se valora la calidad de la solución de digitalización propuesta.

Si un estudiante obtiene una calificación interior a 5 puntos sobre 10 en la convocatoria ordinaria, dispone de un plazo adicional de 3 semanas para la entrega de una nueva memoria de proyecto en convocatoria extraordinaria, siendo evaluada de nuevo con los mismos criterios.

III. RESULTADOS OBTENIDOS Y PROBLEMAS ENCONTRADOS

Los retos cambian y evolucionan cada curso. Desde la implementación de la asignatura en marzo de 2019, se han desarrollado 5 promociones del Máster en Industria 4.0, repartidas en 3 cursos, tal y como se describe en la Tabla II. . En ese tiempo, 335 estudiantes, 14 retos (ver Tabla I.) y 7 empresas han formado parte de la experiencia. Para conocer la valoración de estudiantes utilizamos los resultados de las encuestas de satisfacción sobre asignaturas realizadas al finalizar de cada promoción. Concretamente, en el año 2018, en el que sólo existió la primera promoción del título, se recibieron 32 respuestas con un índice de respuesta del 68,08 % y un margen de error del 10,76 %. En el año 2019 se obtuvieron 66 respuestas con un índice de respuesta del 66 % y un margen de error del 5,19 %. En el año 2020 se recibieron 99 respuestas, con un índice de respuesta de 52,65 % y un margen de error del 6,73 %. En dichas encuestas se les pregunta si están satisfechos con la asignatura y también qué nota le otorgan, entre 0 y 10.

A. Valoración de estudiantes y empresas.

Analizando los resultados de las encuestas, se observa que el índice de satisfacción siempre supera el 80 % y la puntuación de la asignatura, en todos los cursos, está por encima del 8,11. Además, destaca el indicador de la nota que se otorga al tutor, con un mínimo de 8,37 en el curso 2020/2021 y llegando al 9,00 en el 2018/2019. Estos indicadores de satisfacción son superiores al resto de asignaturas del título.

En cuanto a la valoración de las empresas, no existen encuestas porque el bajo número de empresas participantes no permite obtener resultados estadísticos relevantes. Sin embargo, se han recogido evidencias que manifiestan una gran satisfacción. Concretamente, todas las empresas, salvo una, mantienen retos en la asignatura y, en todos los casos, estos retos se han ido modificando y mejorando con el paso

del tiempo. Esto muestra un gran compromiso de las empresas que valoran positivamente la utilidad de estar en contacto directo con el coordinador de la asignatura y con los estudiantes para recibir retroalimentación sobre sus trabajos. El hecho de que las empresas participen, no sólo con propuestas sino también con profesores tutores, es una de las claves en el éxito de esta colaboración universidad-empresa.

Tabla II. PRINCIPALES INDICADORES Y RESULTADOS

Indicador	Curso 18/19	Curso 19/20	Curso 20/21
Número total de retos	5	10	14
Estudiantes matriculados en la asignatura	47	100	188
Porcentaje alumnos aprobados	78,70 %	91,45 %	89,50 %
Porcentaje alumnos no presentados	21,30 %	11,00 %	10,35 %
Porcentaje alumnos suspensos	0,00 %	0,90 %	1,70 %
Satisfacción con la asignatura (0-10)	86,0 %	86,6 %	80,3 %
Nota que se le otorga a la asignatura (0-10)	8,67	8,80	8,11
Nota satisfacción con el tutor (0-10)	9,00	8,44	8,37

B. Resultados de aprendizaje

Como consecuencia de aplicar la metodología y procedimientos descritos, los principales resultados de aprendizaje obtenidos son los siguientes:

1) *Mejora de la capacidad para analizar y plantear soluciones integrales de Industria 4.0 y transformación digital.* Los problemas reales que plantean las empresas en los retos no pueden ser resueltos sólo desde una perspectiva técnica. Por lo tanto, los estudiantes deben ser capaces de aplicar los conocimientos de varias disciplinas incluidas en la titulación. En este sentido, están obligados a integrar conocimientos de diferentes áreas y a integrarlos de forma práctica.

2) *Capacitación profesional.* Las soluciones que se plantean tienen como objetivo ser aplicadas en entornos reales. Por consiguiente, el estudiante está obligado a desarrollar y poner en práctica sus capacidades profesionales, es decir, sus habilidades para pasar de un planteamiento de solución general a un contexto empresarial existente.

C. Problemas encontrados.

Las principales limitaciones encontradas tienen que ver con el trabajo a desarrollar para la presentación del reto y con la figura del profesor tutor de empresa. Desde el punto de vista de la empresa, para que los retos tengan un efecto positivo, deben prepararse con mucha antelación. La empresa debe dedicar tiempo a entender la metodología que se va a plantear y la estructura del reto. Por otra parte, los retos planteados que requieran cláusula de confidencialidad no podrán ser ejecutados en la asignatura porque todas las propuestas se ponen en conocimiento de los estudiantes y ellos tienen capacidad de presentar su candidatura a aquellos que les resulten más motivadores o afines. Mientras que el mayor de los inconvenientes detectados tiene que ver con aquellas empresas que, aunque quieren

participar en la iniciativa, no pueden aportar personal que haga de profesor tutor. Estas situaciones se trataron de solventar, inicialmente, recurriendo a profesores con perfil académico pertenecientes a la plantilla habitual de la universidad. Sin embargo, los resultados no fueron satisfactorios para ninguna de las partes involucradas por la dificultad de llevar a cabo una coordinación continuada con la empresa, que exige un tiempo que, habitualmente, las empresas no disponen y que repercute negativamente en la experiencia del alumno y en su solución final presentada.

Desde el punto de vista de la universidad, una dificultad manifiesta se encuentra en el elevado número de horas que debe dedicar el coordinador de la asignatura a asesorar a todas las empresas y ayudarles a definir los enunciados. En ocasiones, en las primeras promociones que se presenta el reto pueden surgir dudas por omisión de información relevante o falta de claridad en algunos aspectos. Sin embargo, este problema es subsanado por el profesor tutor, que conoce la realidad de la empresa y del reto propuesto. Y, en cualquier caso, este tipo de deficiencias siempre son corregidas en ediciones posteriores.

IV. CONCLUSIÓN

Se ha presentado una asignatura que, a través de la colaboración universidad-empresa, resulta de gran beneficio para todos los participantes. Los estudiantes reciben una formación directamente ligada a la realidad que transmiten las empresas en el ámbito de la transformación digital y la industria 4.0. La universidad es capaz de conectarse directamente a las últimas tendencias y demandas profesionales, ofreciendo una experiencia educativa más cercana a la realidad de la industria en la que los alumnos van a desarrollarse profesionalmente en el futuro. Mientras que las empresas reciben retroalimentación de los proyectos desarrollados con ideas innovadoras no solo en cuanto a herramientas y desarrollos tecnológicos sino también en cuanto a métodos bien estructurados que potencian la calidad de sus propios procesos.

El objetivo del Máster en Industria 4.0 es formar a los estudiantes en diversas disciplinas que les capaciten y preparen adecuadamente para afrontar las nuevas profesiones que están surgiendo en torno a la transformación digital. Si bien es cierto que en las diferentes materias de la titulación los estudiantes se forman y capacitan sobre diversos habilitadores de la industria 4.0, sólo en casos reales como los planteados en los retos propuesto se puede practicar y aprender cómo estas disciplinas, junto con otras que forman parte de la realidad digital de las empresas actuales, deben ser integradas para formar una solución técnica global. Con esta asignatura los estudiantes están aprendiendo, al mismo tiempo que practican, con retos profesionales reales y contando con el apoyo y asesoramiento de profesores tutores que están asociados a la empresa.

REFERENCIAS

- [1] Blázquez, M. L., Masclans, R., & Canals, J. (2019). El futuro del empleo y las competencias profesionales del futuro: la perspectiva de las empresas. *IESE Business School-University of Navarra*. Recuperado de <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0490.pdf>.
- [2] Ferrío, J. V. (2019). Impacto de la digitalización en el empleo en España. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies*, 6(1), 69-77.
- [3] El-Ferik, S., & Al-Naser, M. (2021). University Industry Collaboration: A Promising Trilateral Co-Innovation Approach. *IEEE Access*, 9, 112761-112769.
- [4] Bell, K. R. W., Fenton, B., Griffiths, H., Pal, B. C., & McDonald, J. R. (2011). Attracting graduates to power engineering in the UK: successful university and industry collaboration. *IEEE Transactions on Power Systems*, 27(1), 450-457.
- [5] Chen, W. C., Chang, J. C., & Fang, S. C. (2019, August). University-Industry Collaboration: A Value-Based-View. In *2019 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)* (pp. 1-8). IEEE.
- [6] Manotungvorapun, N., & Gerdri, N. (2019). University-industry collaboration: Assessing the matching quality between companies and academic partners. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 68(5), 1418-1435.
- [7] Alhamrouni, I., Saad, M. A., Kamarudin, N., & Hack, I. (2016, December). University-industry collaboration through engineering final year project. In *2016 IEEE 8th International Conference on Engineering Education (ICEED)* (pp. 170-174). IEEE.
- [8] Nian, Z. (2016). *University-Industry Collaboration and the Success Mechanism of Collaboration* (Vol. 8). River Publishers.
- [9] Davey, T., Meerman, A., Galan-Muros, V., Orzabayeva, B. and Baaken, T. (2018). The state of university-business cooperation in Europe. Final report. *European Union. Luxembourg: Publications Office*. Recuperado de: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1b03ee59-67a4-11e8-ab9c-01aa75ed71a1/language-en>
- [10] Awasthy, R., Flint, S., Sankamarayana, R., & Jones, R. L. (2020). A framework to improve university-industry collaboration. *Journal of Industry-University Collaboration*.
- [11] UNIR (2018), "Proyectos Profesionales para la Digitalización de Empresas en el Contexto de la Industria 4.0", asignatura del Plan de Estudios del Master Universitario en Industria 4.0. Recuperado de: https://static.unir.net/guias_espana/08_Proyectos_Profesionales.html
- [12] UNIR (2018), "Innovación Tecnológica y Transformación Digital de las Empresas", asignatura del Plan de Estudios del Master Universitario en Industria 4.0. Recuperado de: https://static.unir.net/guias_espana/guias_nuevas/mindu05_innovacion_tecnologica.htm
- [13] Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (s.f.). . Recuperado de: <https://www.industriaconectada40.gob.es/>
- [14] Adamik, A., & Nowicki, M. (2018). Preparedness of companies for digital transformation and creating a competitive advantage in the age of Industry 4.0. In *Proceedings of the International Conference on Business Excellence* (Vol. 12, No. 1, pp. 10-24).
- [15] Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017). Development of an assessment model for industry 4.0: industry 4.0-MM. In *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination* (pp. 128-142). Springer, Cham.
- [16] de Paula Ferreira, W., Palaniappan, A., Armellini, F., de Santa-Eulalia, L. A., Mosconi, E., & Marion, G. (2021). Linking Industry 4.0, Learning Factory and Simulation: Testbeds and Proof-of-Concept Experiments. *Artificial Intelligence in Industry 4.0: A Collection of Innovative Research Case-studies that are Reworking the Way We Look at Industry 4.0 Thanks to Artificial Intelligence*, 85-96.
- [17] Ghobakhloo, M., & Iranmanesh, M. (2021). Digital transformation success under Industry 4.0: a strategic guideline for manufacturing SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- [18] Rajnai, Z., & Kocsis, I. (2018). Assessing industry 4.0 readiness of enterprises. In *2018 IEEE 16th world symposium on applied machine intelligence and informatics (SAMI)* (pp. 000225-000230). IEEE.
- [19] Justus, A. D. S., Ramos, L. F. P., & Loures, E. D. F. R. (2018). A capability assessment model of industry 4.0 technologies for viability analysis of PoC (Proof Of Concept) in an automotive company. In *Transdisciplinary Engineering Methods for Social Innovation of Industry 4.0* (pp. 936-945). IOS Press.