

09-003

## PROMOTING ENTREPRENEURSHIP THROUGH INNOVATION. APPLICATION IN ENGINEERING PROJECTS

Cerezo Narváez, Alberto<sup>(1)</sup>; Otero Mateo, Manuel<sup>(1)</sup>; Córdoba Roldán, Antonio<sup>(2)</sup>; Portela Núñez, José María<sup>(1)</sup>; Viguera Cebrián, José Luis<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidad de Cádiz, <sup>(2)</sup>Universidad de Sevilla

Competences' acquisition must start from the professor's perspective as a counselor, facilitator and sponsor of students' training, minimizing master classes to promote their autonomy and collaborative work, and the evaluation by traditional methods to ensure their development is not possible. Within the recession context –in Spain, Andalusia and Cadiz- with low growth and high youth unemployment rate, it is intended to promote students' entrepreneurship, creativity and innovation. Inside this framework, to review the models that underlie the ways of teaching and learning in project management subjects in the engineering degrees of the industrial branch -electricity, industrial electronics, mechanics and industrial technology- offered by the University of Cadiz -UCA- is proposed, selecting project-based learning -PBL-, in which students are the main characters, evolving them through experimentation. This investigation consists of three main stages. In a first phase, education in entrepreneurship is encouraged. Next, culture of innovative entrepreneurship is promoted, propitiating the conditions for the -simulated- creation of new innovative companies. Finally, those proposals that potentially contribute to Cadiz improving its business deficit in technological sectors are selected.

**Keywords:** *project-based learning; entrepreneurship; technological innovation; teaching innovation; educational innovation; engineering projects*

## FOMENTO DEL EMPRENDIMIENTO A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN. APLICACIÓN EN PROYECTOS DE INGENIERÍA

La adquisición de competencias debe partir de la perspectiva del docente como orientador, facilitador y promotor de la formación del alumnado, minimizando las clases magistrales para favorecer su autonomía y trabajo colaborativo, no siendo posible, para asegurar su desarrollo, la evaluación por métodos tradicionales. Dado el entorno -español, andaluz y gaditano- de recesión, con baja tasa de crecimiento y alta tasa de desempleo juvenil, se pretende fomentar el emprendimiento, creatividad e innovación de los estudiantes. En este contexto, se plantea la revisión de los modelos que fundamentan las formas de enseñar y aprender en las asignaturas de proyectos de los grados en ingeniería ofertados por la Universidad de Cádiz -UCA- de la rama industrial -eléctrica, electrónica industrial, mecánica y tecnología industrial-, seleccionando el aprendizaje basado en proyectos -ABP-, en el que los protagonistas son los alumnos, evolucionando a través de la experimentación. Esta investigación consta de tres etapas principales. En una primera fase, se fomenta la educación en el emprendimiento. Seguidamente, se promueve la cultura del emprendimiento innovador, propiciando las condiciones para la creación -simulada- de nuevas empresas innovadoras. Finalmente, se seleccionan aquellas propuestas que potencialmente contribuyan a que Cádiz mejore su déficit empresarial en sectores tecnológicos.

**Palabras clave:** *aprendizaje basado en proyectos; emprendimiento; innovación tecnológica; innovación docente; innovación educativa; proyectos de ingeniería*

Correspondencia: alberto.cerezo@uca.es



©2018 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

El avance de la tecnología y sus implicaciones sociales ha generado en el entorno académico y científico la necesidad de replantear significativamente la manera en que se genera, adquiere, comparte, capitaliza, transfiere y aplica el conocimiento, desarrollando actividades que conducen a mejorar sus procesos para alcanzar niveles superiores de calidad y sostenibilidad para formar futuros profesionales altamente capacitados, científicos, tecnólogos y creativos, innovadores y emprendedores (Ovallo, Maldonado & de la Hoz, 2015). Al mismo tiempo, el emprendimiento está teniendo un impacto directo en el progreso social y económico actual, lo que ha conducido a que la Universidad se replantee su papel de acuerdo con sus funciones clásicas -principalmente, generación de conocimiento: investigación, y difusión del mismo: formación-, pasando a ser entes dinamizadores de la actividad empresarial mediante el fomento y el desarrollo de iniciativas, como base de generación de empleo de calidad y sostenible a largo plazo (Ripollé, 2011).

Las políticas educativas en Europa -España incluida-, especialmente tras la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior -EEES-, a raíz de la Declaración de Bolonia, tienen entre sus objetivos la idea de que la Universidad fomente actitudes innovadoras y emprendedoras, requiriéndose tanto un cambio cultural -aceptación social del papel de las empresas en la sociedad- como un aumento de las habilidades y destrezas -competencias- de los futuros empresarios (Sánchez & Rodríguez, 2014).

### 1.1. Competencias en dirección e ingeniería de proyectos

De acuerdo al Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente -EQF MEC- (Unión Europea, 2009), la competencia es la demostrada capacidad para utilizar conocimientos, destrezas y habilidades personales, sociales y metodológicas, en situaciones de trabajo o estudio y en el desarrollo profesional y personal. De acuerdo a esta definición, no puede disociarse el plano personal del profesional, puesto que los componentes de la competencia profesional son una combinación de atributos personales -capacidad, motivación, personalidad, aptitud, actitud, valores, etc.- que se complementan e integran, en conjunción con otros elementos relacionados con contextos de trabajo -conocimientos, habilidades, destrezas, comportamiento, experiencia, etc.- (Omidvar et al., 2011).

En el ámbito preuniversitario, el proyecto DeSeCo (OCDE, 2005), que define la competencia como el conocimiento y habilidad para enfrentarse a demandas complejas poniendo en acción, en situaciones concretas, recursos psicológicos, destrezas, aptitudes y actitudes, ayuda a las personas a desarrollarse como profesionales en sus proyectos formativos a lo largo de sus vidas. Asimismo, en el contexto universitario, el proyecto Tuning (González & Wagenaar, 2003), que define la competencia como la capacidad para ejecutar y el grado de preparación, suficiencia y/o responsabilidad para desarrollar tareas, controla su acción gracias a una serie de competencias, genéricas y específicas, en función del aprendizaje, enseñanza, evaluación y rendimiento, asegurando su calidad a partir del European Credit Transfer System -ECTS-, como sistema de acumulación.

La relación de competencias que han de adquirir los graduados, tras completar su formación universitaria, de cara a incorporarse al mercado laboral, se concretan en las Memorias de los títulos universitarios, a partir de los "Libros Blancos" de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación -ANECA- (2018) y del RD 861/2010 (España, 2010), asegurando las competencias básicas que figuran en el Marco Español de Cualificaciones para la Enseñanza Superior -MECES-, regulado por el RD 1027/2011 (España 2011). La adquisición de estas competencias -aplicación de conocimientos, transmisión de ideas, interpretación de datos, emisión de juicios, etc.- parte de la perspectiva del docente como facilitador, orientador y promotor, dejando atrás las clases magistrales tradicionales y favoreciendo la autonomía de los estudiantes.

El desarrollo competencial, a través de la formación, mentorías y entrenamiento, permite alcanzar un mejor desempeño en los retos emprendidos, gracias a una creciente motivación, mejor auto-organización y menor necesidad de control centralizado (Bushuyev & Wagner, 2014). En este contexto, la Tabla 1 contrasta la relación de competencias establecidas por las referencias internacionales en que España se inserta -OCDE DeSeCo project en la etapa preuniversitaria y EEES Tuning project en la universitaria- y su concreción en la LOMCE:

**Tabla 1. Relación de competencias preuniversitarias y universitarias en el contexto español**

OCDE DeSeCo-Project (2005)	EEES Tuning-Project (2003)	ECD 65/15 LOMCE (2015)
<b>Uso de herramientas interactivas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el estado actual del tema</li> <li>- Localizar y acceder a la información</li> <li>- Evaluar la calidad y valor de la información</li> <li>- Organizar el conocimiento y la información</li> </ul>	<b>Instrumentales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abstracción, análisis y síntesis</li> <li>- Organización y planificación del tiempo</li> <li>- Comunicación oral y escrita</li> <li>- Comunicación en un segundo idioma</li> <li>- Aplicación de conocimientos en la práctica</li> <li>- Utilización de la tecnología aplicada</li> <li>- Investigación</li> <li>- Búsqueda y análisis de información</li> <li>- Identificación y resolución de problemas</li> <li>- Toma de decisiones</li> <li>- Formulación y gestión de proyectos</li> </ul>	<b>Comunicación lingüística</b> <b>Matemática, ciencia y tecnología:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad</li> <li>- Espacio y forma</li> <li>- Cambio y relaciones</li> <li>- Incertidumbre y datos</li> <li>- Sistemas físicos</li> <li>- Sistemas biológicos</li> <li>- Sistemas de la Tierra y el espacio</li> <li>- Sistemas tecnológicos</li> </ul>
<b>Interacción en grupos heterogéneos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener empatía</li> <li>- Gestionar las emociones</li> <li>- Presentar ideas y escuchar</li> <li>- Comprender la dinámica del debate</li> <li>- Construir alianzas tácticas sostenibles</li> <li>- Negociar</li> <li>- Tomar decisiones</li> <li>- Analizar los intereses en juego</li> <li>- Identificar áreas de acuerdo</li> <li>- Reformular el problema</li> </ul>	<b>Interpersonales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crítica y autocrítica</li> <li>- Trabajo en contextos internacionales</li> <li>- Valoración y respeto por la diversidad</li> <li>- Responsabilidad social</li> <li>- Compromiso ciudadano</li> <li>- Ética</li> <li>- Motivación</li> <li>- Habilidades interpersonales</li> <li>- Trabajo en equipo</li> </ul>	<b>Competencia digital:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Información</li> <li>- Comunicación</li> <li>- Creación de contenidos</li> <li>- Seguridad</li> <li>- Resolución de problemas</li> </ul>
<b>Acción autónoma:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprender patrones</li> <li>- Tener una idea del contexto</li> <li>- Identificar las consecuencias de las acciones</li> <li>- Elegir alternativas con reflexión</li> <li>- Definir un proyecto y establecer una meta</li> <li>- Evaluar los recursos necesarios y disponibles</li> <li>- Priorizar y refinar los objetivos</li> <li>- Equilibrar recursos para alcanzar las metas</li> <li>- Aprender de acciones pasadas</li> <li>- Monitorear el progreso y ajustar</li> <li>- Entender los propios intereses</li> <li>- Conocer principios sobre los que basarse</li> <li>- Construir argumentos</li> <li>- Sugerir soluciones alternativas</li> </ul>	<b>Sistémicas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajo en forma autónoma</li> <li>- Actuación en nuevas situaciones</li> <li>- Capacidad creativa</li> <li>- Liderazgo</li> <li>- Iniciativa y espíritu emprendedor</li> <li>- Preservación del medio ambiente</li> <li>- Aprendizaje y actualización permanente</li> <li>- Compromiso con el medio socio-cultural</li> <li>- Calidad</li> </ul>	<b>Competencia digital:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Información</li> <li>- Comunicación</li> <li>- Creación de contenidos</li> <li>- Seguridad</li> <li>- Resolución de problemas</li> </ul> <b>Aprender a aprender</b> <b>Competencias sociales y cívicas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bienestar personal y colectivo</li> <li>- Civismo</li> </ul> <b>Iniciativa y espíritu emprendedor:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación e innovación</li> <li>- Gestión de proyectos</li> <li>- Asunción y gestión de riesgos</li> <li>- Liderazgo, trabajo individual y en equipo</li> <li>- Sentido crítico y de responsabilidad</li> </ul>
		<b>Conciencia y expresiones culturales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expresión y comunicación de ideas</li> <li>- Iniciativa, creatividad e imaginación</li> <li>- Interés, aprecio, respeto y valoración crítica</li> <li>- Participación en la vida y cultura</li> <li>- Esfuerzo, constancia y disciplina</li> </ul>

En relación con la dirección e ingeniería de proyectos, cabe destacar la trazabilidad -entre la LOMCE y los proyectos DeSeCo y Tuning- de una serie de competencias, principalmente de carácter intrapersonal, como la gestión de proyectos, liderazgo, trabajo en equipo, negociación, ética, creatividad, innovación y emprendimiento.

En el mundo empresarial, con objeto de sobrevivir en un mercado globalizado, las organizaciones buscan una ventaja competitiva. Para ello, de entre las opciones posibles, destaca disponer de personal competente, por lo que realizan un empeño notable para aumentar sus capacidades (Omidvar et al., 2011), si bien este esfuerzo podría reducirse si disminuyera la brecha entre lo que los nuevos empleados ofrecen, tras su paso por la Universidad, y lo que el mercado necesita (Cerezo, Bastante & Yagüe, 2018). La aplicación de conocimientos y técnicas, reconocidas como buenas prácticas, no son suficientes para gestionar proyectos eficazmente (PMI, 2017), por lo que se requieren destrezas específicas y habilidades generales -competencias-, como garantía de calidad, liderazgo, motivación, confianza, resolución y orientación, como resume la Tabla 2.

**Tabla 2. Definiciones de competencia profesional en el contexto de la dirección de proyectos**

Estándar	Definición de competencia profesional
ISO 10006 (ISO, 2003)	Planificación, organización, seguimiento, control e informe de los aspectos de un proyecto y la motivación de los involucrados en él para alcanzar los objetivos
ISO 10018 (ISO, 2012)	Capacidad de aplicar conocimientos y habilidades para lograr los resultados previstos
ISO 17024 (ISO, 2012)	Capacidad demostrada para aplicar conocimientos o destrezas, y cuando proceda, atributos personales demostrados
ISO 9001 (ISO, 2015)	Aplicación de habilidades, formación educación y experiencia necesarias para desempeñar sus roles y responsabilidades
IPMA ICB4 (IPMA, 2015)	Compendio de conocimiento, actitud personal, destrezas y experiencia relevante, necesario para tener éxito en una determinada función
PMI PMCDF3 (PMI, 2017)	Aplicación consistente de conocimiento y comportamiento que aumente las posibilidades de entregar un proyecto cumpliendo con los requisitos de los interesados

En la Tabla 3 se contrastan las dimensiones -criterios de evaluación- del sello EUR-ACE de la European Network for Engineering Accreditation -ENAE- (2015), como garante de los programas de estudios en ingeniería en Europa para el fomento de la empleabilidad de los estudiantes, con las competencias en dirección de proyectos divulgadas por las 2 asociaciones profesionales más extendidas: PMI e IPMA, en sus estándares competenciales -PMCDF3 e ICB4-, de manera que puedan compararse, para su estudio, las directrices del sello con las competencias, tanto contextuales, como específicas y sociales, necesarias para el ejercicio profesional recopiladas por PMI e IPMA.

**Tabla 3. Relación de competencias profesionales frente a las dimensiones EUR-ACE**

Dimensiones Sello EUR-ACE ENAE (2015)	Competencias PMI PMCDF3 (2017)	Competencias IPMA ICB 4 (2015)
<b>Organización y desarrollo:</b> - Implantación del plan - Organización del programa - Mecanismos de coordinación docente - Adecuación de la normativa académica <b>Información y transparencia:</b> - Publicación de información actualizada <b>Garantía interna de calidad:</b> - Mejora continua - Recogida de información - Análisis de datos objetivos y verificables <b>Personal académico:</b> - Cualificación académica - Experiencia y calidad docente - Experiencia y calidad investigadora <b>Personal de apoyo, recursos y servicios:</b> - Personal de apoyo - Recursos materiales - Servicios de apoyo y orientación - Prácticas externas - Compromisos y recomendaciones <b>Resultados de aprendizaje:</b> - Actividades formativas - Metodologías docentes - Sistemas de evaluación <b>Satisfacción y rendimiento:</b> - Evolución de indicadores - Satisfacción de los estudiantes - Inserción laboral <b>SopORTE institucional:</b> - SopORTE económico, humano y material - Estructura organizativa	<b>Gestión estratégica y de negocios:</b> - Estrategia - Misión - Metas y objetivos - Prioridad - Táctica - Productos y servicios - Operaciones - Mercado - Competencia - Implicaciones financieras - Análisis de viabilidad económica - Valor del negocio - Obtención de beneficios <b>Personales:</b> - Comunicación - Liderazgo - Gestión - Cognición - Efectividad - Profesionalismo <b>Técnicas:</b> - Integración - Alcance - Tiempo - Coste - Calidad - Recursos humanos - Comunicaciones - Riesgos - Compras - Partes interesadas	<b>Perspectiva:</b> - Estrategia - Gobernanza, estructura y procesos - Estándares y regulaciones - Poder e interés - Cultura y valores <b>Personales:</b> - Autoreflexión y autogestión - Integridad personal y fiabilidad - Comunicación personal - Relaciones y participación - Liderazgo - Trabajo en equipo - Resolución de conflictos y crisis - Inventiva - Negociación - Orientación a resultados <b>Práctica:</b> - Diseño del proyecto - Requerimientos y objetivos - Alcance - Plazo - Organización e Información - Calidad - Financiación - Recursos - Aprovisionamientos - Planificación y control - Riesgos y oportunidades - Partes interesadas - Cambios y transformaciones - Selección y comparación

## 1.2. Emprendimiento e innovación en el contexto universitario

El emprendimiento en estudiantes universitarios puede definirse como la interacción entre el resultado de la educación obtenida en la Universidad y la intención de iniciar un negocio, de acuerdo con la formación recibida y la actitud hacia el autoempleo (Naibi & Holden, 2008). Su inclusión en los estudios universitarios puede justificarse a partir de:

- La Universidad constituye un marco idóneo para que los estudiantes adquieran intenciones emprendedoras (NESTA, 2008)
- La correlación entre emprendimiento y universidad revela una conexión entre la viabilidad y la deseabilidad de crear empresas -si se percibe viable la creación de una empresa, se presenta un mayor deseo para hacerlo- (Toledano y Urbano, 2006)
- El Plan de Fomento de la Cultura Emprendedora en el Sistema Educativo Público de Andalucía, presentado en el Pleno del Consejo Andaluz de Universidad, “La pasión por crear, innovar y emprender” (Andalucía, 2011) involucra a las Universidades Andaluzas en la motivación y fomento de actitudes innovadoras y emprendedoras
- La Universidad de Cádiz -UCA- lanza en marzo de 2018 la XII edición del concurso atréBT!, con la vocación de servir de itinerario a los emprendedores “potenciales”, poniendo en valor el conocimiento generado en la UCA y creando empresas de base tecnológica -EBT-, como herramienta de transferencia de los resultados de investigación al entorno socioeconómico

Por su parte, la creatividad e invención son pilares del emprendimiento empresarial en materia de ciencia, tecnología e innovación (Gutiérrez, Asprilla & Gutiérrez, 2016). El emprendimiento a través de la innovación se relaciona con el desarrollo económico y el fortalecimiento del tejido productivo del entorno (Parra & Argote, 2015). En este contexto, el “Aprendizaje Basado en Proyectos” (Blumenfeld, 1991; Waks, 1997), donde el protagonista es el alumno, adquiriendo competencias a través de la experimentación, permite acometer incentivos dinámicas emprendedoras y/o innovadoras, intentando combinar, de manera explícita, contenidos formativos de emprendimiento e innovación. Esta formación implica, cada día, superar nuevos retos, para desarrollar futuros profesionales capaces de abordar los retos que se planteen (Misle & Gómez, 2014), por lo que surge la necesidad, latente, de implementar nuevas metodologías y modelos de enseñanza que permitan a los estudiantes enfrentarse a problemas y liberar todo su potencial.

Dada la situación -española, andaluza y gaditana- de profunda crisis social y económica (Caravaca & González, 2014; 2017), con baja tasa de crecimiento y alta tasa de desempleo juvenil, entre otros elementos diferenciales, se ha ido fomentando el emprendimiento, creatividad e innovación en los sistemas educativos, como propuestas para salir de la crisis. La vinculación entre emprendimiento y educación se percibe tanto en la legislación económica como en la legislación educativa:

- Real Decreto-Ley 4/2013 de Medidas de Apoyo al Emprendedor y de Estímulo del Crecimiento y de la Creación de Empleo (España, 2013a)
- Ley 14/2013 de Apoyo a los Emprendedores y su Internacionalización, que hace referencia al fomento del emprendimiento en las diferentes etapas del sistema educativo y en la formación del profesorado (España, 2013b)
- Ley Orgánica de Educación -LOE- (España, 2006), modificada por la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa -LOMCE- (España, 2013c), para mejorar la empleabilidad y estimular el espíritu emprendedor de los estudiantes, incorporando el emprendimiento a los objetivos de las etapas educativas y reforzando su carácter transversal

## 2. Objetivos

Con el diseño de esta investigación se pretenden lograr los siguientes propósitos:

- Propiciar una reflexión sobre el ecosistema andaluz de innovación
- Identificar iniciativas y acciones para fomentar y mejorar la educación para la innovación y emprendimiento
- Analizar la situación actual. Detectar las limitaciones, carencias y necesidades del ecosistema español
- Identificar las mejores prácticas que desarrollen competencias para promover el emprendimiento, la innovación y la creatividad

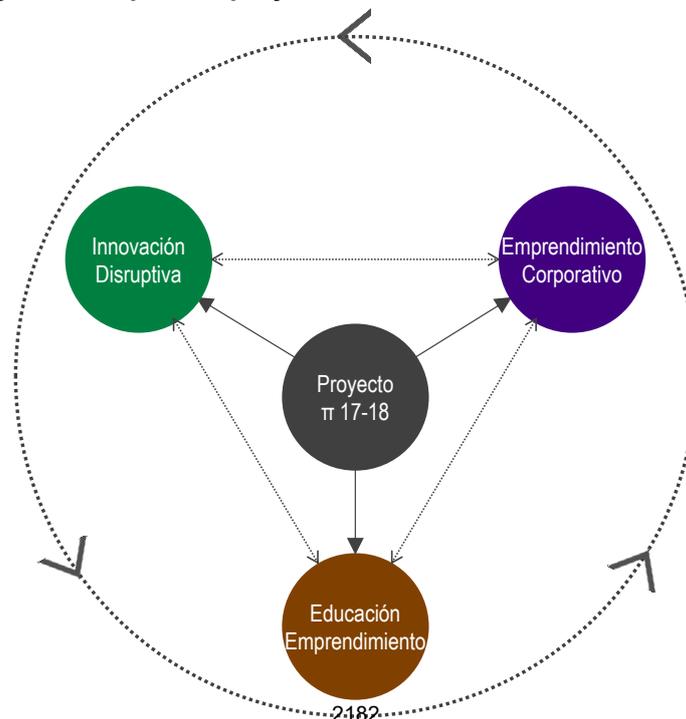
## 3. Metodología

La metodología utilizada es el estudio de caso, que no separa el fenómeno de su contexto, partiendo de un modelo teórico preliminar para construir una teoría y alcanzar un modelo explicativo más completo, y permite crear nuevos marcos teóricos, comprobando su aplicación práctica, analizar en profundidad la complejidad del fenómeno objeto de estudio y considerar los puntos de vista de los involucrados (Hernández, Pérez & Rangel, 2016).

El estudio de caso parte de un proyecto de innovación docente -proyecto  $\pi$  17-18-, de gran utilidad en todos los grados en ingeniería ofertados por la UCA -aeroespacial, civil, diseño y desarrollo de producto, eléctrica, electrónica industrial, informática, mecánica, naval, química, radioelectrónica y tecnologías industriales-, por su relación con la innovación y la tecnología. Como resume la Figura 1, el desarrollo de este proyecto consta de tres etapas:

- Educación para el emprendimiento. Fomento de la educación en el emprendimiento, no sólo en lo relativo a los estudiantes, sino también en la formación impartida por el profesorado universitario
- Emprendimiento corporativo. Promoción de la cultura del emprendimiento innovador, propiciando las condiciones para la “creación” potencial -simulada- de nuevas empresas innovadoras y su crecimiento
- Innovación disruptiva. Selección de propuestas de proyectos innovadores, que ayuden a Cádiz mejorar su déficit empresarial en sectores de media y alta tecnología

Figura 1: Etapas del proyecto de innovación docente  $\pi$  17-18



#### 4. Caso de estudio

En una primera fase -curso 2017-2018-, el proyecto  $\pi$  se implanta en la asignatura "Proyectos de Ingeniería", en las 4 ramas industriales -eléctrica, electrónica industrial, mecánica y tecnologías industriales-, en las que se pretende trabajar y, posteriormente, evaluar, de entre las competencias contempladas en las memorias de los títulos -alineadas con los Libros Blancos de la ANECA y los RD 861/2010, 1027/2011-, las siguientes:

- Competencias básicas -CB-:
  - CB1. Aplicar conocimientos por medio de la elaboración y defensa de argumentos y de la resolución de problemas
  - CB2. Transmitir información, ideas, problemas y soluciones al público
- Competencias generales -CG-:
  - CG1. Dirigir las actividades objeto de los proyectos de ingeniería
  - CG2. Aprender nuevos métodos y teorías en materias básicas y tecnológicas, que le permita adaptarse a nuevas situaciones
  - CG3. Resolver problemas con iniciativa, tomar decisiones, ser creativo y razonar críticamente en el campo de la ingeniería
  - CG4. Comunicar y transmitir conocimiento, habilidades y destrezas en ingeniería
- Competencias específicas comunes -CC-:
  - CC1. Organizar y planificar en el ámbito de la empresa
  - CC2. Conocer el marco institucional y jurídico de una empresa
- Competencias específicas comunes a la rama industrial -CI-:
  - CI1. Aplicar conocimientos de organización de empresas, sistemas logísticos y de la producción
  - CI2. Realizar e interpretar esquemas en el ámbito industrial
  - CI3. Organizar y gestionar proyectos
  - CI4. Conocer la estructura organizativa y funciones de una oficina de proyectos
- Competencias transversales -CT-:
  - CT1. Comunicar vía oral y/o escrita
  - CT2. Trabajar autónomamente
  - CT3. Trabajar en equipo
  - CT4. Tener iniciativa y espíritu emprendedor

A continuación, es necesario determinar los criterios de evaluación, como resume la Tabla 4, utilizados para medir el grado de desempeño de los estudiantes en la asignatura.

**Tabla 4. Criterios de evaluación relacionados con las competencias a entrenar**

Criterios de evaluación		Competencias				
		CB	CG	CC	CI	CT
EV1. Defensa del Caso Práctico	(Comunicación y Presentación)	CB2	CG4	-	-	CT1
EV2. Emprendimiento e Innovación	(Generación de Valor)	-	-	-	-	CT4
EV3. Organización Empresarial	(Gobernanza e Interesados)	-	-	CC2	CI4	-
EV4. Dirección y Gestión del Proyecto	(Organización del Trabajo)	-	CG1	CC1	CI3	CT3
EV5. Definición Técnica	(Requisitos, Plazos y Costes)	-	-	-	CI1/2	-
EV6. Autogestión	(Planificación y Ejecución de Tareas)	-	-	-	-	CT2
EV7. Resolución Creativa de Problemas	(Cambios y Riesgos)	CB1	CG2/3	-	-	-
EV8. Conocimiento	(Gestión por procesos y por competencias)	Conocimientos teóricos				

Al iniciarse el curso, se presenta la asignatura, se comunican las competencias que se desea que adquieran, los resultados de aprendizaje que se pretende que logren, las actividades formativas y su contenido. Asimismo se informa que se realizará un test individual, al finalizar el curso para pulsar el grado de adquisición de conocimientos de base para la dirección e ingeniería de proyectos, y un caso práctico en el que, en grupo de 4 personas, se tendrá que resolver un proyecto de emprendimiento a partir de una innovación tecnológica, organizacional y/o mercadotécnica. También se exponen los criterios de evaluación para su valoración.

Durante el curso académico, los estudiantes reciben 20 sesiones en las que se transmiten los conceptos fundamentales de base, que se evalúan mediante el criterio EV8, y 10 sesiones prácticas en las que se aplican los conocimientos adquiridos en los casos prácticos, que han de ser defendidos en una sesión extraordinaria en la que los equipos disponen de 20 minutos para presentar y defender sus propuestas finales. Además, previo consentimiento de los estudiantes, las sesiones son grabadas y subidas a la plataforma del campus virtual de la asignatura, para que puedan obtener retroalimentación tanto de los docentes como de sí mismos, tras re-visionado. La Tabla 5 lista todas las propuestas que han sido aprobadas para su desarrollo, ordenadas en base a su tipología -generación y almacenamiento de energía, realidad aumentada / realidad virtual, artefactos y dispositivos mecatrónicos, seguridad, tanto ciberseguridad como protección de la salud, aplicaciones informáticas móviles, impresión 3D y alimentación e higiene-.

Los casos prácticos, una vez tienen el visto bueno de los docentes, que actúan con el rol de patrocinador, tienen que abordar una serie de puntos: proposición de valor, viabilidad técnica, económica y contextual, tanto legal como medioambiental, formulación del proyecto, gobernanza, organización del trabajo, definición técnica, control de cambios y gestión de riesgos y oportunidades. Durante el curso, con objeto de involucrar activamente a los estudiantes, se programa una jornada de emprendimiento en ingeniería a través de la innovación, como muestra la Figura 2, para la que se invita a la dirección general de empleo y emprendimiento de la UCA y a la Cátedra de Emprendedores, los cuales presentan el programa atréBT! 2018, así como a 2 empresas del entorno, constituidas por egresados de la UCA, que emprenden, innovan y aplican principios en dirección de proyectos para el desarrollo de sus líneas de negocio, en los sectores de las ingeniería civil, industrial y aeroespacial. La jornada pretende, además, motivar a los estudiantes para que sus casos prácticos participen en atréBT! 2018.

**Figura 2: Carteles: -Seminario de Emprendimiento e Innovación en Ingeniería - 5/4/2018-  
 -Programa atréBT! 2018 - Ideas para Empresas de Base Tecnológica-**



**Tabla 5. Casos prácticos π 17-18**

Tipo de Proyecto		Descripción del Resultado
Generación y almacenamiento de energía	CIEgades	Cargador de electricidad estática para dispositivos electrónicos, a partir del movimiento propio, mediante hilo textil superconductor para confección.
	eLumination	Bombilla incandescente eLight, de gran reproductibilidad cromática, con amplio flujo luminoso y larga vida útil, a partir del filamento m89.
	energySTEP	Plantilla para calzado con batería autorrecargable mediante el movimiento y almacenamiento a partir del material "solar aid floor", con salida tipo USB.
	SKYlight	Pantalla solar para dispositivos electrónicos, con capacidad de absorción y almacenamiento y propiedades traslúcidas con baja aberración óptica.
	WELLcorp	Lámina de conductita, material que mejora la conductividad y transferencia de calor a partir de Conductena, Cobre y Litio e inmune a la corrosión.
RA RV	HELMETnova	Casco para conducción con visera de realidad aumentada, con control por voz y geolocalización e información que mejore la autonomía y seguridad.
	TECNOLÉ	Digitalización del espacio museístico español, para su incorporación a gafas de realidad virtual que permita llevar las obras a instituciones educativas.
Artefactos y dispositivos mecatrónicos	abrigaT	Prenda de abrigo, con aportación de calor extra a través de un circuito de resistencias, regulable, recargable, uso unisex y diseño personalizable.
	AMT	Botella de material termoeléctrico para mantener líquidos fríos, generando electricidad por diferencia de temperatura entre interior y exterior.
	COOL-fridge	Nevera inteligente capaz de guardar, conservar, organizar, gestionar y elaborar multitud de recetas de manera autónoma y programable.
	GRAflex	Tejido con capacidad para resistir cortes y desgarros y absorber golpes, de gran flexibilidad, durabilidad y bajo peso, que permite amplia movilidad.
	hidroGINN	Respirador de oxígeno subacuático portátil para la mejora de la seguridad y comodidad y ampliación del rango de actuación del usuario.
	LAWNcleaner	Máquina para jardinería para recoger semillas, hojas, desperdicios y otros elementos de pequeño tamaño encampos de golf, jardines, parques, etc.
	resetHEART	Chaleco de tejido NeoFlex para la realización autónoma de reanimación cardiopulmonar frente a paradas cardíacas, controlado mediante chip.
	warm&COLD	Envase con capacidad de autoregular su temperatura mediante elementos de control electrónicos y actuadores, para bebidas y comidas.
Seguridad -Ciberseguridad, Salud-	ALL-1card	Tarjeta inteligente para acoger la funcionalidad de hasta 20 tarjetas distintas y geolocalización mediante sistema de navegación Galileo.
	CMS	Dispositivo electrónico con funciones multimedia y de seguridad, activa y pasiva, para su instalación en el emplazamiento de la radio de un automóvil.
	ECOmatic	Acceso de seguridad «contactless» jerarquizado y automatizado, con detección por proximidad e información identificativa analógica y digital.
	memoryCARD	Tarjeta para transporte y almacenamiento de datos de forma rápida, cómoda y sin contacto entre dispositivos con tecnología NFC.
	safetyDRIVE	Sistema de detección de consumo de sustancias psicoactivas mediante lectura de huella dactilar, bloqueando vehículo en caso de lectura positiva.
	uSAFE	Pulsera para recopilar datos del ritmo cardíaco y tensión arterial del usuario, determinar su ubicación y visualizar y transmitir dicha información.
Aplicaciones informáticas móviles	localiza2	Aplicación informática para dispositivos móviles para ayudar al usuario del transporte público a conocer datos, ubicación y servicios en tiempo real.
	meetAPP	Aplicación informática para dispositivos móviles para recomendar lugares y actividades de ocio personalizados y fomentar encuentros sociales.
	pickAPP	Aplicación informática para dispositivos móviles para el transporte colaborativo de paquetería mediante los desplazamientos de particulares.
	UCAshare	Aplicación informática para dispositivos móviles para la compartición de transporte particular entre la comunidad universitaria de Cádiz.
Impresión 3D	printIT	Diseño, producción y venta de piezas realizadas mediante técnicas de impresión 3D, con material ABS, para particulares y PYMES
	scanTEX	Diseño y confección de prendas textiles hipoalergénicas, ergónomicas, adaptativas mediante sistemas de escaneado e impresión 3D.
Alimentación e higiene	goldenOIL	Línea de productos dermocosméticos a partir de aceite de argán 100%, rico en esteroides, con propiedades antiinflamatorias y antienvjecimiento.
	KIWANO	Golosina a partir de la sabia de la naranja, kiwano y agar agar, con alto contenido de potasio, fitoesterol, vitaminas A y C y reductor de colesterol.
	Suaviza2	Lavado, secado, planchado y doblado de ropa, sólo planchado y lavado en seco, con envío y recogida a domicilio, clasificado en BN, color y delicado.

## 5. Resultados

Por otro lado, con objeto de poder evaluar la consecución de los objetivos planteados, se realiza una encuesta a los 132 estudiantes matriculados en 2 momentos puntuales concretos del curso: al empezar el curso -momento 1- y al finalizar el mismo -momento 2-, cuyos resultados se muestran en la Tabla 6. En ella, se pide una valoración, de 0 a 10 -siendo 0 la peor puntuación y 10 la mejor-, en relación a las siguientes preguntas:

- UTILIDAD que usted le da a la dirección de proyectos, como parte de su formación para ser graduad@ en ingeniería
- IMPORTANCIA que usted le da a la dirección de proyectos, para su futuro como profesional de la ingeniería
- INTERÉS que despierta en usted, la dirección de proyectos de ingeniería como parte de su futuro profesional
- CONOCIMIENTO que usted tiene en dirección de proyectos de ingeniería, para empezar su carrera profesional

**Tabla 6. Resultados de la “autoevolución”**

Autoevaluación (0-10)	Antes del Curso		Después del Curso		Diferencia
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\Delta$
Utilidad	4,78	1,99	8,35	1,26	+3,57
Importancia	4,90	2,05	8,60	1,42	+3,70
Interés	4,14	2,34	8,10	1,59	+3,96
Conocimiento	2,18	1,76	7,14	1,36	+4,96

La estadística al empezar el curso, mediante la autoevaluación, sitúa a los estudiantes en un nivel determinado de “madurez”, y al finalizar el mismo, puede baremarse su propia “autoevolución”.

Además, en relación al grado de competencia -conocimiento, actitudes, aptitudes, destrezas, habilidades, pericia, etc.-, al tener los resultados de aprendizaje -los 8 criterios de evaluación, 7 para competencias, 1 para conocimientos-, que aglutinan las 16 competencias presentadas -CB, CG, CC, CI, CT-, como se recoge en la Tabla 7, puede estudiarse la brecha existente y proponerse, por parte del equipo docente “coordinador” un plan de brechas personal e individualizado para los 132 estudiantes.

**Tabla 7. Calificaciones**

Evaluación (0-10)		Calificación	
		$\bar{x}$	$\sigma$
EV1. Defensa del Caso Práctico	(Comunicación y Presentación)	6,02	1,26
EV2. Emprendimiento e Innovación	(Generación de Valor)	7,71	1,48
EV3. Organización Empresarial	(Gobernanza e Interesados)	6,87	1,39
EV4. Dirección y Gestión del Proyecto	(Organización del Trabajo)	7,24	1,02
EV5. Definición Técnica	(Requisitos, Plazos y Costes)	6,97	1,16
EV6. Autogestión	(Planificación y Ejecución de Tareas)	7,65	1,25
EV7. Resolución Creativa de Problemas	(Cambios y Riesgos)	6,23	1,35
EV8. Conocimiento	(Gestión por procesos y competencias)	6,89	0,83

## 6. Discusión

Gracias a la encuesta de autoevaluación al comenzar el curso y al finalizar el mismo, puede medirse la “autoevolución” de los 132 alumnos matriculados en “Proyectos de Ingeniería” a partir de su situación inicial particular. Resulta relevante que, en relación a la dirección de proyectos, si bien tanto la utilidad como parte de su formación, como la importancia e interés para su futuro profesional, no llegan ni al 50% -un 46% de promedio- en el momento de la presentación de la asignatura; una vez terminada ésta, la utilidad, importancia e interés superan el 80% -un 84%-, lo que supone un incremento de casi un 40% -un 37%-, casi duplicándose su valor.

En relación a los conocimientos adquiridos, es necesario destacar el grado de convergencia entre la autoevaluación y la calificación obtenida en los exámenes. Si los conocimientos de que disponían al comienzo, eran autoevaluados con un paupérrimo 22%, la “autoevolución” culmina en un 71%, similar al 69% obtenido en las pruebas de evaluación.

Asimismo, en relación a los 7 indicadores que miden la adquisición de las competencias entrenadas, consiguen una puntuación del 70% -desde un 60% en la presentación a un 77% en la generación de valor-, alineándose tanto con las pruebas teóricas como con la “autoevolución” de los estudiantes.

## 7. Conclusiones

La evaluación por competencias permite alinear las memorias de los títulos universitarios de los grados en ingeniería de la rama industrial de la UCA con los proyectos DeSeCo de la OCDE y Tuning del EEES, y la ECD 65/15 de la LOMCE, así como con los estándares profesionales en dirección de proyectos más contrastados -PMI e IPMA-, logrando una trazabilidad que vincula lo que se empieza a enseñar/aprender en la adolescencia -y se continua en la Universidad- con los estándares de excelencia internacional en ingeniería -como el Sello EUR-ACE de la ENAEE-, de acuerdo con los principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el EEES y con el mercado laboral -empleabilidad-, a través del fomento del emprendimiento e innovación, gracias a la dirección e ingeniería de proyectos.

La coordinación de los casos prácticos se desarrolla según un modelo colaborativo entre iguales, facilitando el intercambio de información, concienciación respecto de las metas y requisitos acordados, cumplimiento de plazos y fechas, así como la resolución de los conflictos que se van produciendo durante el proceso. La asistencia a las sesiones, participación activa y compromiso de los estudiantes, además del grado de avance y progreso de los trabajos permite avanzar hacia los objetivos propuestos al inicio del curso, alcanzados de acuerdo a los resultados obtenidos.

## 7. Línea futura de investigación

Como continuación del trabajo iniciado, se propone proseguir con la investigación hasta la finalización del programa atréBT! y poder valorar el número y calidad de las propuestas presentadas, constatando de que tanto la innovación como el emprendimiento son posibles en el contexto actual, así como contrastar e interpretar la estadística de autoevaluación al final el curso con la realizada al inicio del curso, en relación a las 16 competencias seleccionadas y con los 8 resultados de aprendizaje de acuerdo a la evaluación de los docentes, documentando las lecciones aprendidas de este proyecto de innovación, de cara a ofrecer una versión mejorada a las siguientes promociones de estudiantes, además de extender su aplicación a otros grados -ciencias ambientales y del mar e ingeniería aeroespacial, diseño industrial y desarrollo de producto, naval y química- y másteres universitarios.

## 8. Referencias

- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (2018). *Libros Blancos*. Obtenido el 01/04/2018. <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Libros-Blancos>
- Andalucía (2011). Decreto 219/2011 para el fomento de la cultura emprendedora en el sistema educativo público de Andalucía. *BOJA de 14 de julio de 2011*, 137, 114-213. ISSN: 2253-802X.
- Blumenfeld P.C., Soloway E., Marx R.W., Krajcik J.S., Guzdial M., Palincsar A. (1991). Motivating project-based learning. Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26 (3-4), 369-398. DOI: 10.1080/00461520.1991.9653139.
- Bushuyev, S.D., & Wagner, R.F. (2014). IPMA Delta and IPMA Organisational Competence Baseline (OCB). *International Journal of Managing Projects in Business*, 7(2), 302–310. DOI: 10.1108/IJMPB-10-2013-0049.
- Caravaca, I.; González-Romero, G. (2014). Crisis y desarrollo territorial en las ciudades de Andalucía (España). *Revista de Estudios Regionales*, 100, 47-82. ISSN 0213-7585.
- Caravaca, I.; González-Romero, G. (2017). Crisis de la globalización neoliberal y mercados de trabajo en Andalucía (España). *Cadernos Metrópole*, 19(38), 101-125. DOI: 10.1590/2236-9996.2017-3804.
- Cerezo-Narváez, A.; Bastante, M.J.; Yagüe, J.L. (2018). *Traceability of intra- and interpersonal skills: from education to labor market*. En: Human capital and competences in project management, Otero-Mateo, M.; Pastor-Fernández, A. (Eds.). Rijeka: InTech. DOI: 10.5772/intechopen.71275.
- España (2006). Ley Orgánica de Educación -LOE- 2/2006 de Educación. *Boletín Oficial del Estado -BOE- de 4 de mayo de 2006*, 106, 17158-17207. ISSN 0212-033X.
- España (2010). Real Decreto 861/2010, para la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. *BOE de 3 de julio de 2010*, 161, 58454-58468. ISSN 0212-033X.
- España (2011). Real Decreto 1027/2011, para el establecimiento del marco español de cualificaciones para la educación superior. *BOE de 3 de agosto de 2011*, 185, 87912-87917. ISSN 0212-033X.
- España (2013a). Real Decreto-Ley 4/2013 de medidas de apoyo al emprendedor y de estímulo del crecimiento y de la creación de empleo. *BOE de 23 de febrero de 2013*, 47, 15219-15271. ISSN 0212-033X.
- España (2013b). Ley 14/2013 de apoyo a los emprendedores y su internacionalización. *Boletín Oficial del Estado -BOE- de 28 de septiembre de 2013*, 233, 78787-78882. ISSN 0212-033X.
- España (2013c). Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa -LOMCE- 8/2013. *BOE de 10 de diciembre de 2013*, 295, 97858-97921. ISSN 0212-033X.
- España (2015). Orden ECD/65/2015 para las relaciones entre las competencias, contenidos y criterios de evaluación de la educación primaria, secundaria obligatoria y bachillerato. *BOE de 29 de enero de 2015*, 25, 6986-7003. ISSN 0212-033X.
- European Network for Engineering Accreditation -ENAE- (2015). *EUR-ACE® Framework Standards and Guidelines*. Bruselas: ENAE.
- González, J., & Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe. Pilot Project - Phase 1*. Bilbao: Universidad de Deusto. ISBN 978-8474858693.
- Gutiérrez, J.A.; Asprilla, E.; Gutiérrez, J.M. (2016). Estado del arte del emprendimiento empresarial en materia de ciencia, tecnología e innovación. *Revista Universitaria Ruta*, 18(2), 1-25. ISSN 0717-1048.
- Hernández, J.G.V.; Pérez, O.E.A.; Rangel, A.C. (2016). A review of research methods in strategic management. What have been done and what is still missing. *Journal of*

- Knowledge Management, Economics and Information Technology*, 6(2), 1-42. ISSN:2069-5934.
- International Organization for Standardization (2003). *ISO 10006. Quality management: Guidelines for quality management in projects*. Ginebra: ISO.
- International Organization for Standardization (2012). *ISO 10018. Quality management: Guidelines on people involvement and competence*. Ginebra: ISO.
- International Organization for Standardization (2012). *ISO 17024. Conformity assessment: General requirements for bodies operating certification of persons*. Ginebra: ISO.
- International Organization for Standardization (2015). *ISO 9001. Quality management systems: Requirements*. Ginebra: ISO.
- International Project Management Association. (2015). *Individual Competence Baseline for Project, Programme & Portfolio Management* (4ª ed). Zurich: IPMA. ISBN 978-9492338013.
- Misle, R.; Gómez, A. (2014). Jugando con Lego en la Universidad. 2º *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*, 7. Cartagena de Indias: ACOFI. ISBN 978-9586800754.
- Nabi G., Holden R. (2008). Graduate entrepreneurship: intentions, education and training. *Education & Training*, 50 (7), 545-551. DOI: 10.1108/00400910810909018.
- National Endowment for Science, Technology and the Arts -NESTA- (2008). *Developing Entrepreneurial Graduates: putting entrepreneurship at the centre of higher education*. Londres: NESTA, 40. ISBN 978-1848750272.
- Omidvar, G., Jaryani, F., Samad, Z.B.A., Zafarghandi, S.F. & Nasab, S.S. (2011). A proposed framework for project managers' competencies and role of e-portfolio to meet these competencies. *International Journal of E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning*, 1(4), 311-321. DOI: 10.7763/IJEEEE.2011.V1.51.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2005). *The definition and selection of key competencies - Executive summary*. DeSeCo. París: OCDE. DOI: 10.1080/2159676X.2012.712997.
- Ovallo, D.; Maldonado, D.; de la Hoz, S. (2015). Creatividad, innovación y emprendimiento en la formación de ingenieros: Un estudio prospectivo. *Educación en Ingeniería*, 10(19), 90-104. ISSN 1900-8260.
- Parra, L.D.; Argote, M.L. (2015). Una mirada a las empresas de los estudiantes y egresados: el caso de la Universidad EAN. *Estudios gerenciales (EG)*, 31(134), 122-134. DOI: 10.1016/j.estger.2014.06.008
- Project Management Institute. (2017). *Project Manager Competency Development Framework* (3ª ed.). Newtown Square: PMI. ISBN: 978-1628250916.
- Ripollé, M. (2011). Aprender a emprender en las universidades. *Arbor: Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 187(3), 83-88. DOI: 10.3989/arbor.2011.Extra-3n3131
- Sánchez, S.; Rodríguez, P. Fomento del emprendimiento universitario mediante la innovación docente en la asignatura Creación de Empresas. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 4, 41-50. ISSN: 2386-4303.
- Toledano N., Urbano D. (2008). Los sistemas de formación universitaria y su influencia en las actitudes empresariales de los estudiantes: un estudio de casos múltiple. *OIKOS*, 25(1), 87-103. ISSN 0717-327X.
- Unión Europea (2009). *El Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente (EQF-MEC)*. Luxemburgo: Comunidades Europeas. DOI: 10.2766/14724.
- UCA (2018). *atrÉBT! 2018*. Obtenido el 01/04/2018. <http://vrteit.uca.es/atrbt-2018/>
- Waks L. J. (1997). The Project method in postindustrial education. *Journal of curriculum studies*, 29(4), 391-406. DOI: 10.1080/002202797183964.