

09-006

**THE TEACHING INNOVATION PROJECT PROJECT-BASED EDUCATION-EBP WITH BIM  
METHODOLOGY WITHIN THE MASTER'S DEGREE IN INDUSTRIAL ENGINEERING UJAEN.**

**PIMED34\_202123**

Hermoso-Orzáez, Manuel Jesús <sup>(1)</sup>; Carazo Alvarez, Daniel <sup>(1)</sup>; Amezcua Ogáyar, Juan Manuel <sup>(1)</sup>;  
Montiel Santiago, Francisco Javier <sup>(2)</sup>; Terrados Cepeda, Julio <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Jaén, <sup>(2)</sup> Servicio Andaluz de Salud

In recent years, new ways of understanding the teaching-learning process oriented towards collaborative BIM (Building Information Modeling) projects have begun to be applied together with others such as PROJECT-BASED EDUCATION (EBP) / PBL (PROJECT BASED LEARNING) focusing the teaching in the practical learning of the student, simulating real problems and situations. The students, organized by groups, learn by researching and working collaboratively on projects, the concepts of the subjects. It is essential to start introducing the industrial engineering student to the use of project-specific tools with the BIM/PBL methodology, key in the comprehensive training of the Industrial Engineering Master's student. With this work we analyze the results of the (PIMED-UJA 2019-2023 Plan) (Teaching Innovation Project) promoted by the UJA and a BIM SERVER CENTER (CYPE). In this way, the students work collaboratively on four subjects of the 2nd year of the Master's in Industrial Engineering, (Industrial Structures and Constructions, Industrial Facilities, Integrated Production Systems) and Project Management and Management. We highlight the excellent results and the high degree of satisfaction perceived by the students, within the framework of their training in the field of the four subjects involved with this PID.

*Keywords:* BIM (Building Information Modeling); EBP (Educacion Basada en Proyectos); BIM Server Center; BIM 4D 5D and 6D; ; industrial facilities

**EL PROYECTO INNOVACION DOCENTE EDUCACIÓN BASADA EN PROYECTOS-EBP CON  
METODOLOGÍA BIM DENTRO DEL MASTER DE INGENIERIA INDUSTRIAL UJAEN.**

**PIMED34\_202123**

En los últimos años nuevas formas de entender el proceso de enseñanza-aprendizaje orientadas a los proyectos colaborativos BIM (Building Information modeling) han comenzado a aplicarse junto a otras como la EDUCACIÓN BASADA EN PROYECTOS (EBP) / PBL (PROJECT BASED LEARNING) centrando la docencia en el aprendizaje práctico del alumno, simulando problemas y situaciones reales. Los alumnos, organizados por grupos, aprenden investigando y trabajando colaborativamente por proyectos, los conceptos de las asignaturas. Es fundamental empezar a introducir al alumno de ingeniería industrial en el manejo de herramientas específicas de proyectos con metodología BIM/PBL clave en la formación integral del alumno de Master de Ingeniería Industrial. Con este trabajo analizamos los resultados del (Plan PIMED-UJA 2019-2023) (Proyecto de Innovación docente) propiciado por la UJA y un espacio BIM SERVER CENTER (CYPE). De forma que los alumnos trabajan cuatro asignaturas del 2<sup>a</sup> curso del Master de Ingeniería Industrial de forma colaborativa, (Estructuras y Construcciones Industriales, Instalaciones Industriales, Sistemas integrados de Producción) y Dirección y Gestión de Proyectos. Destacamos los excelentes resultados y el alto grado de satisfacción percibida por los alumnos, en el marco de su formación en el ámbito de las cuatro asignaturas involucradas con este PID.

*Palabras clave:* BIM (Building Information Modeling); EBP (Educacion Basada en Proyectos); BIM Server Center; BIM 4D 5D and 6D; ; industrial facilities



© 2023 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

En los últimos años algunas nuevas formas de entender el proceso de enseñanza-aprendizaje orientadas a los proyectos colaborativos han comenzado a aplicarse. Entre estas propuestas destaca la EDUCACIÓN BASADA EN PROYECTOS (EBP) / PBL (PROJECT BASED LEARNING) que intenta minimizar las limitaciones de la docencia tradicional, centrar la docencia en el aprendizaje del alumno y a la vez crear una situación mucho más aproximada a la real (la del futuro trabajo del alumno). El Aprendizaje Basado en Proyectos es una metodología didáctica en la que los alumnos, organizados por grupos, aprenden investigando y trabajando colaborativamente los conceptos de la asignatura. Dichos conocimientos son aplicados a la realización de un proyecto o la resolución de un problema. Este proyecto sólo estará adecuadamente diseñado cuando para concluir de manera exitosa sea necesario adquirir todos los conocimientos que el profesor desee transmitir. Por lo tanto, el papel del profesor se modifica, pasando a ser un supervisor o guía. Su labor se centra en encaminar al estudiante para que encuentre la mejor solución al problema. La EBP ha ido incorporándose a la vida universitaria durante los últimos 50 años, especialmente en el mundo anglosajón. Las primeras experiencias se deben a la McMaster University en Ontario (Woods, 1994), la cual hizo uso (y en la actualidad continua haciéndolo) de este tipo de metodología para la enseñanza de la carrera de medicina. Algunas universidades del centro y el norte de Europa también han aplicado estos modelos en sus estudios: Aalborg o Roskilde en Dinamarca, Maastricht y Twente en Holanda o Linköping en Suecia. En España también existen experiencias de este tipo, algunas de las cuales usan también herramientas de trabajo colaborativo (Labra et al, 2006). Diversos estudios muestran que la EBP fomenta habilidades tan importantes como son: el trabajo en grupo, el aprendizaje autónomo, la capacidad de autoevaluación, la planificación del tiempo, el trabajo por proyectos o la capacidad de expresión oral y escrita. (Hermoso-Orzáez et al. 2021) Por otro lado definimos (BIM) «Building Information Modeling», es una metodología de trabajo basada en la digitalización y en la colaboración entre agentes a lo largo de todo el ciclo de vida de una edificación o infraestructura. Estos son los elementos clave que han hecho que BIM esté cada vez más presente en todo el mundo y especialmente en los países de nuestro entorno europeo. (Charehzeh et al, 2017). Desde la perspectiva de las partes interesadas públicas, BIM puede proporcionar importantes beneficios de eficiencia a las obras públicas, al valor público para el dinero y ser un motor para el crecimiento y la competitividad. (Tang, et al., 2019). La Metodología BIM engloba el modelado completo con información a distintos niveles LOD (Level Of Development), la dirección, el seguimiento y control del proyecto y la gestión de toda la información que se genera a lo largo del desarrollo del proyecto; desde las fases iniciales de planificación, pasando por de diseño conceptual y selección de alternativas, las adquisiciones a proveedores, el establecimiento de las fases más avanzadas que incluyen el diseño estructural e instalaciones. Sin olvidarnos, por supuesto, del seguimiento, el control y la gestión de la construcción y del mantenimiento futuro de las instalaciones, 4D, 5D, 6D y 7D (Ver figura 1). Etapa, esta última, crucial en aspectos clave como la seguridad y la sostenibilidad de edificaciones e infraestructuras. (Mirzaei, et al., 2018). La Metodología BIM permite reducir el costo de los proyectos de construcción financiados con fondos públicos por un lado y por otro en el marco de la Unión Europea permitirá a las empresas el presentarse a licitaciones para la obtención de contratos internacionales de construcción. (Mónica & María, 2018).

En julio de 2015, se crea la «Comisión BIM». La Comisión BIM es una Comisión Interministerial, es decir un órgano colegiado, de carácter temporal, cuya finalidad es impulsar y garantizar la coordinación de la Administración General del Estado (en adelante, AGE), y sus organismos públicos y entidades de derecho público vinculados o

dependientes, en la implantación de la metodología BIM en la contratación pública. Comenzó a trabajar con el objetivo de difundir la metodología y el uso de la misma y elaborar un plan de acción y documentación que permitiera un acercamiento paulatino y seguro al momento en que se exigiera el uso de BIM. Esta iniciativa ha propiciado la creación de la web (EUBIM,2018) (<http://www.esbim.es/>), sitio donde se introduce información sobre jornadas, casos de éxito, encuestas y donde también se incluyen los documentos elaborados por los grupos de trabajo, una vez obtenida la conformidad de los miembros. (Real Decreto 1515/2018, de 28 de diciembre, por el que se crea la Comisión Interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública). Así mismo la Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE, la Unión Europea insta a sus Estados miembros a considerar el uso de la tecnología BIM .El interés público derivado de la implantación de la metodología BIM aplicada a la contratación pública se fundamenta en la necesidad de tener una herramienta que permita un mejor control de los Proyectos. Conforme datos del observatorio BIM (Observatorio BIM, 2023) en España en los últimos años 5 años , de los 2549 proyectos licitados que aplicaban metodología BIM en alguna fase del proyecto, 1138 proyectos ya lo incorporan para la dirección y asistencia técnica del control de obras, consiguiendo desviaciones en precio y plazo por debajo del 5%. Lo que demuestra que la gestión el seguimiento y control de proyectos y en particular de los plazos y costes que se van produciendo, lo que repercutirá en un ahorro de los mismos, resultado que se obtiene al contemplar todo el ciclo de vida de los proyectos de construcción y va a suponer un aumento y mejora de la eficiencia y la eficacia de la gestión de los proyectos públicos de edificación u obra civil incluyendo las instalaciones intrínsecamente proyectadas y su posterior explotación y sostenibilidad y un mayor y más eficaz mantenimiento y mejor conservación. (Lozano-Lozano et al, 2018).Para conseguir esta finalidad, de forma coordinada entre las distintas instituciones implicadas, se ha creado un órgano colegiado que establezca un plan de implantación de la metodología BIM y supervise su ejecución. (Honic, et al. 2019)

Todo este impulso a la Metodología BIM y a la necesaria eficaz dirección y gestión de los proyectos , hace necesario el formar ingenieros, proyectistas y directores de obra en esta nueva forma de proyectar y dirigir proyectos orientada hacia el BIM Management, por lo que desde el Departamento de Ingeniería Gráfica Diseño y Proyectos, nos propusimos lanzar como proyecto de innovación docente, la **Educación basada en proyectos (EBP/PBL) Project Based Learning aplicada a Proyectos Industriales con Metodología BIM (Building Information Modeling)** denominado **PIMED34\_202123**, dentro del Master de Ingeniería Industrial UJAEN para alumnos de 2ª curso de 1ª Cuatrimestre



Figura 1. Dimensiones del BIM Project Management. Elaboración Propia

Por otro lado hasta hace relativamente poco, segunda mitad del siglo XX, y como consecuencia del desarrollo de la informática y los computadores, será a partir de los años 90 del pasado siglo, cuando comienzan a aparecer softwares específicos aplicados para el diseño, CAD (Computer – Aided Design o Diseño asistido por ordenador) como por ejemplo el software Autocad (AUTODESK®, 2020), ampliamente utilizado en ingeniería y

arquitectura y que contribuyó claramente, a mejorar la calidad y efectividad del proyecto. No obstante los planos referenciados al mismo proyecto, no estaban directamente conectados ni entre ellos, ni al proyecto, y si se producía algún tipo de cambio en una de las partes del mismo, era necesario modificar todos los planos, ocasionando trastornos y retrasos en la fase de diseño (Rojas-Sola, et al , 2017). Aspecto que perfectamente podría ser solucionable bajo un intercambio de información constante en un entorno colaborativo. Para resolver esa falta de comunicación, nace la metodología BIM (Building Information Modeling), (Tang, et al , 2019) que se basa en la creación, diseño, cálculo, y supervisión de control de ejecución de construcción y mantenimiento de un modelo central o base de datos e información compartida de forma colaborativa. En la que todos los agentes que intervienen en el proyecto, pueden acceder fácilmente a toda su información, incluso crear nueva o modificar la actual, optimizando así los intercambios de información entre ellos y evitando las posibles errores, pérdidas o duplicados, facilitando su supervisión (Zhenzhong, Jianping, & Ziyin, 2008); permitiendo y control efectivo del proyecto en la figura del BIM Manager.(Project Management Institute, 2017) Actualmente la comunicación de información durante la fase de Diseño y Modelado 3D del Proyecto (BIM) es una herramienta fundamental que debe ser conocida, desarrollada y aplicada por los alumnos en el marco de su formación como futuros Ingenieros Industriales (Prieto, 2017).El desarrollo de softwares específicos desde la nube “Open BIM”, permiten al alumno trabajar inter-operando en grupo en la nube, diseñando y calculando todo tipo de instalaciones (Oliver, 2015).Especialmente interesante resulta esta herramienta aplicada al docente permitiéndole revisar, corregir y evaluar a los alumnos on-line a través de la plataforma(Hermoso-Orzáez,et al 2019) Es muy destacable el cambio de patrón tanto académica como profesional que supuso la pandemia COVID. (Pavón, Arcos Alvarez, & Alberti, 2020). El modelado de información de construcción (BIM) proporciona un modelo visual y una base de datos útiles que se pueden utilizar como repositorio de todos los datos capturados o realizados durante el ciclo de vida del proyecto (Valinejadshoubi, Moselhi, & Bagchi, 2021).Sobre el ámbito docente se han realizado diversos trabajos, en las que se estudia cómo la introducción de asignaturas que utilicen BIM en los grados y postgrados de ingeniería industrial o arquitectura, motiva claramente de forma muy positiva en los alumnos, mejorando el interés, la motivación del alumno y su percepción de utilidad técnica y profesional en el futuro (Prieto, 2017). El reto tecnológico, la necesidad de formarse y utilizar herramientas colaborativas, permite que los egresados y alumnos del Master desarrollen una base metodológica y conocimientos suficientes para poder desarrollar su labor profesional de forma óptima, colaborativa y eficiente (Blanco Caballero, 2016) (Montiel-Santiago, Hermoso-Orzáez, & Terrados-Cepeda, 2020). Por tanto es fundamental empezar a introducir al alumno de ingeniería industrial en el manejo de herramientas específicas de proyectos con metodología BIM aplicada al diseño arquitectónico, constructivo, estructural y de instalaciones como asignaturas clave en la formación integral del alumno de Master de Ingeniería Industrial, naciendo este PID (Proyecto de Innovación Docente) **EDUCACIÓN BASADA EN PROYECTOS (EBP/PBL) PROJECT BASED LEARNING APLICADA A PROYECTOS INDUSTRIALES CON METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) DENTRO DEL MASTER DE INGENIERIA INDUSTRIAL UJAEN (PIMED34\_202123, 2022)**” con este objetivo principal.Con este PID se pretende implementar la metodología BIM proponiendo al alumno trabajar en equipo por proyectos - (EBP/PBL) compartiendo un espacio común propio (PLATEA, 2023) propiciado por la UJA y un espacio BIM externo aportado por el distribuidor del software especializado BIM SERVER CENTER (CYPE, 2023 ).De forma que los alumnos trabajen de forma colaborativa en la nube, diseñando, modelando en 3D y calculando (Estructuras y Construcciones Industriales e Instalaciones Industriales), procesando la información orientada a los procesos productivos (Sistemas integrados de Producción) ; controlando y gestionando tiempos y costes , así como generando la parte documental y de seguimiento del proyecto (Dirección y Gestión de Proyectos ). La figura 2 está recogida de la Memoria

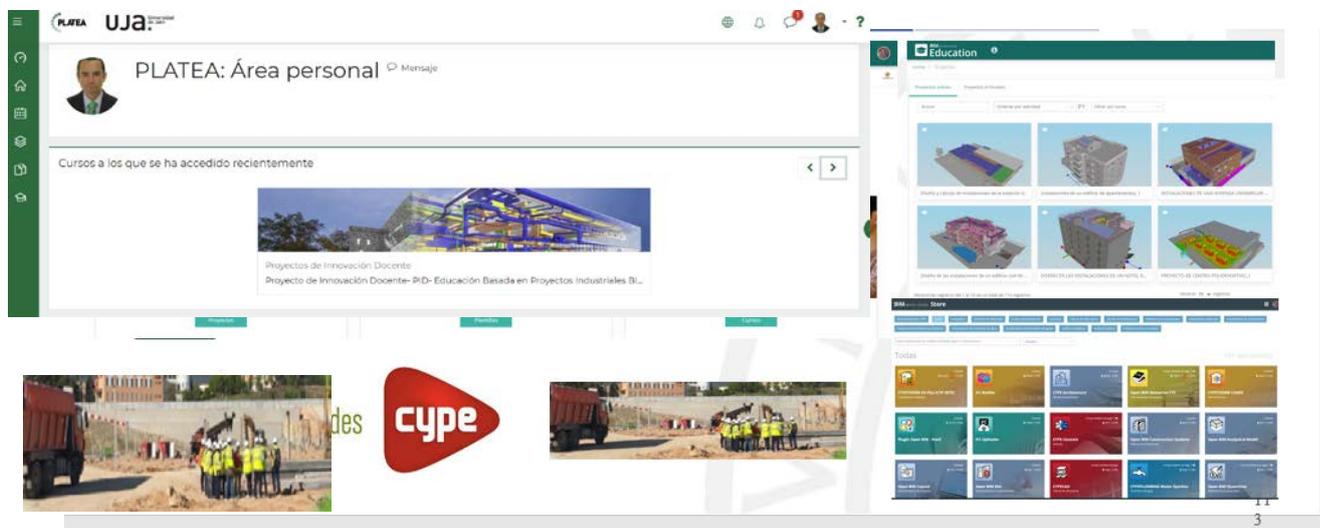
RUCT, de la página de la Universidad de Jaén, que hace referencia a las 4 Asignaturas Implicadas Propuesta de Innovación docente PIMED34\_202123. (Figura 2)

- Estructuras y Construcciones Industriales
- Instalaciones Industriales
- Dirección y Gestión de Proyectos.
- Sistemas Integrados de Producción



**Figura 2. Asignaturas Implicadas Propuesta de Innovación docente Memoria RUCT PIMED34\_202123 . Elaboración Propia**

Este PID se complementará con visitas a Fábricas y Plantas de la Provincia de Jaén donde se desarrollen actividades industriales relacionadas con cualquiera de las cuatro asignaturas involucradas en el PID, antes mencionadas.(Figura 3)



**Figura 3. Herramientas y software empleados. BIM Project Management. PLATEA uja INTRANET –CYPE BIM Store . Elaboración Propia**

Se pretende implementar como experiencia piloto de innovación docente, PID la metodología BIM por proyectos, y analizar los resultados de aprendizaje de la experiencia de innovación docente aplicada, mediante la utilización de herramientas educativas (encuestas) y profesionales "Open BIM" para el modelado, diseño, cálculo, supervisión y control de los proyectos de Estructuras y Construcciones Industriales, instalaciones industriales, Dirección y Gestión de Proyectos y Sistemas Integrados de Producción , de 2ª Curso del Master de Ingeniería Industrial de la Escuela Politécnica Superior de Ingenieros

de la Universidad de Jaén. Destacamos los excelentes resultados académicos y el alto grado de satisfacción percibida por los alumnos, a través de las encuestas realizadas, en el marco de su formación, donde se aplicó esta metodología el curso pasado con esta experiencia piloto en forma de PID. Utilizando para ello herramientas como la plataforma docente PLATEA (UJA) y el servidor BIM-SERVER-CENTER-EDUCATION desarrollada por CYPE .

## 2. Objetivos.

El objetivo principal de esta comunicación es presentar una Propuesta de innovación docente aplicada en el Master de Ingeniería industrial que se imparte en la UJA- (Universidad de Jaén)

**Objetivo principal:** Realización y evaluación de una experiencia piloto de docencia basada en EBP/BIM que implique a cuatro asignaturas de 2ª Curso del Master de Ingeniería Industrial. Mediante la realización de un Proyecto completo utilizando Metodología BIM. (Figura 2)

### **Objetivos secundarios:**

Desarrollo de un proyecto por los alumnos en grupos de 4 alumnos común a las 4 asignaturas que se adapte convenientemente a los objetivos de las asignaturas implicadas y a los objetivos finales de aprendizaje.

Objetivos generales del estudio:

- Realización de un estudio cuantitativo y cualitativo de los resultados de la experiencia, mediante la realización de encuesta y análisis de resultados de evaluación y satisfacción de alumnos y profesores. Identificación de ventajas, inconvenientes y dificultades de este nuevo modelo.
- Estudio del software de apoyo para gestión de proyectos y para trabajo colaborativo existente en el mercado, especialmente el de uso libre, e identificación de las capacidades de estas herramientas. (BIM SERVER CENTER EDUCATION/PLATEA). Integración de las herramientas EBP/BIM para su uso por parte de otros profesores del Master de Ingeniería Industrial.

Objetivos para los estudiantes:

- Familiarizar al alumno con la Metodología BIM y el uso de herramientas colaborativas apoyándonos en la EBP, como herramienta de uso en su futuro desarrollo profesional. Permitir al alumno tomar contacto con fábricas y plantas Industriales próximas para captar ideas y conocimiento práctico aplicable a su proyecto
- Conocer la **Normativa y Reglamentos** aplicables a cada tipología de **Instalación industrial**. Ser capaces de representar en **2D y 3D** de forma modelada **cualquier edificio o planta industrial** incluyendo sus **instalaciones industriales**, justificando su **dimensionamiento y cálculos** en base a la **reglamentación** específica aplicable a cada tipología de instalaciones.
- Trabajar y ser capaces de redactar de forma completa en un **proyecto completo de Edificación o planta industrial de forma colaborativa**, desde la fase de diseño hasta la fase de ejecución, utilizando herramientas BIM, on line en la nube internet para trabajar de forma colaborativa.
- **Simular** situaciones reales de trabajo profesional y desarrollar habilidades para el la proyección **modelado, dimensionamiento y calculo** de instalaciones industriales aplicadas a **edificio y planta industriales**

- Conocer el proceso para **diseñar, modelar y dimensionar** instalaciones industriales
- Criterios de diseño y explotación de plantas industriales. Seguridad contra incendios.
- Manejo de herramientas BIM (Building Information Modeling) aplicadas a entornos colaborativos , trabajando on line en estudio virtual, utilizando la plataforma **BIM SERVER CENTER** y las herramientas software practicos adaptados a cada tipología de instalación del Store de CYPE

### 3. Metodología, Competencias y Modulación

La metodología BIM/EBP aplicada en este PID pretende familiarizar al alumno con herramientas open BIM, que le permitan proyectar, gestionar y dirigir proyectos. Figura 4

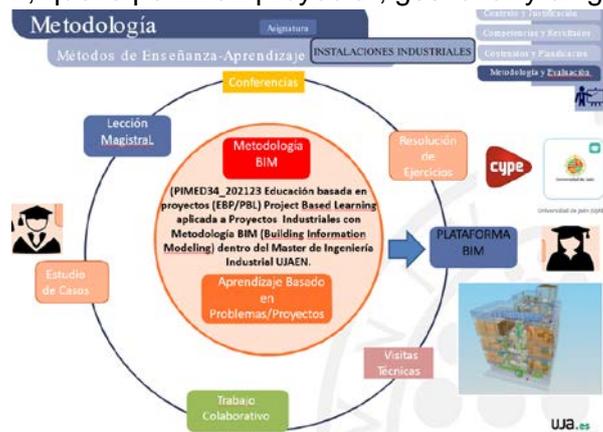


Figura 4.Herramientas Propuesta de Innovación docente PIMED34\_202123 . Elaboración Propia

Para ello el alumno será capaz de utilizando herramientas de diseño en 3D,( REVIT, CYPE 3D y CYPE Arquitectura y los paquetes concretos del Store de CYPE para las distintas instalaciones CYPE, dentro del paquete de software CYPE STORE, modelar estructural y arquitectónicamente edificios industriales, utilizando plataformas externas colaborativas como CYPE EDUCATION del BIM SERVER CENTER EDUCATION (CYPE, 2021). Compaginado y conectando estas aplicaciones con herramientas propias de la UJA, como PLATEA, creando un espacio propio común para este PID con acceso a los alumnos y profesores implicados. El alumno, a través de estas plataformas podrá resolver trabajos en forma de Ejercicios, Prácticas y Proyectos, en grupo. Interactuando de forma colaborativa a través de la nube.. Figura 5

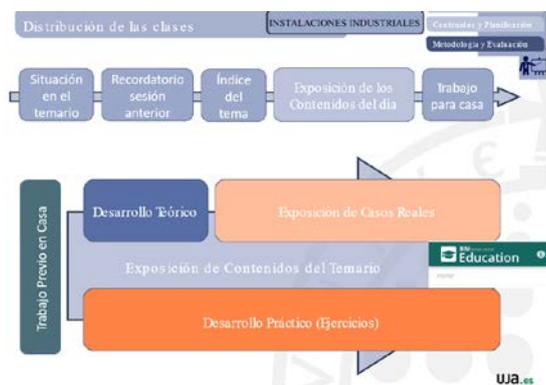


Figura 5. Metodología PID Propuesta de Innovación docente PIMED34\_202123 . Elaboración Propia

En esta plataforma los alumnos emplean diferentes softwares de modelados constructivos, de instalaciones, de definición de Layout y de gestión de proyectos, que integran esta

metodología aplicada a las 4 asignaturas implicadas en este PID, del Master de Ingeniería Industrial. Con este PID se pretende implementar la metodología BIM proponiendo al alumno trabajar en equipo por proyectos - (EBP/PBL) compartiendo un espacio común propio PLATEA propiciado por la UJA y un espacio BIM externo aportado por el distribuidor del software especializado BIM SERVER CENTER (CYPE). De forma que los alumnos trabajen de forma colaborativa en la nube, diseñando, modelando en 3D y calculando (Estructuras y Construcciones Industriales e Instalaciones Industriales), procesando la información orientada a los procesos productivos (Sistemas integrados de Producción) ; controlando y gestionando tiempos y costes , así como generando la parte documental y de seguimiento del proyecto (Dirección y Gestión de Proyectos ). (Figura 6). Materias o grupos de asignaturas (4) involucradas en el proyecto de 2º Curso del Master de Ingeniería Industrial como PID

- **Estructuras y Construcciones Industriales**
- **Instalaciones Industriales**
- **Dirección y Gestión de Proyectos.**
- **Sistemas Integrados de Producción**

### 3.1. Competencias adquiridas con el PID

Reguladas en el Catálogo de Competencias Básicas, Generales y Transversales de los Títulos de la Universidad de Jaén, Aprobado por el Consejo de Gobierno en su Sesión 17, de 21 de julio de 2016. Memoria RUCT

#### 3.1.1. Competencias Básicas y Generales.

**3.1.2. CG02** - Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas. **CG12** - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial. **CB10** - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

#### 3.1.3. Competencias Transversales

- **CT2:** Capacidad para la gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnica y la legislación necesaria para la práctica de la ingeniería en el proceso diseño y calculo, mediante modelos BIM. **CT05** - Capacidad para la transmisión oral y escrita de información adaptada a la audiencia. Comunicación, interacción y colaboración entre alumnos e el marco del proyecto

#### 3.1.4. Competencias Específicas.

- **CE17** Capacidad para el diseño, construcción y explotación de plantas procesos y e instalaciones industriales orientadas al layout . **CE18** Conocimientos sobre construcción, edificación, instalaciones, infraestructuras y urbanismo en el ámbito de la ingeniería industrial. **CE20** Conocimiento y capacidades para el proyectar y diseñar y modelar en 3D BIM instalaciones industriales de todo tipo eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de Seguridad

En cuento al sistema de Evaluación, con los criterios de valoración, herramientas y pesos, lo pasamos a describirlo en la Tabla 1 .

ASPECTO	CRITERIOS	INSTRUMENTO	PESO
---------	-----------	-------------	------

<b>Asistencia participación en Actividades presenciales virtuales</b>	y/o	S1 - Partición activa en clase, debates y trabajo grupal - Asistencia a conferencias, seminarios y visitas	Observación. Notas del profesor	5%
<b>Conceptos teóricos de la materia</b>	la	S2 Dominio de los conocimientos teóricos prácticos	PROYECTO (Equivalente a Examen teórico-práctico)	FINAL. 70%
<b>Realización de trabajos, casos o ejercicios</b>	de	S3 Estructuración, calidad, Originalidad, capacidad de análisis y síntesis, redacción y presentación	PRACTICAS individuales y en grupo	Trabajos 25%

**Tabla 1 .Sistema de Evaluación Instrumentos de evaluación. Aspectos, criterios y pesos**

### 3.2 Resultados esperados evaluables del aprendizaje del Título Master BIM-DGP.

El alumno debe de ser capaz de Modelar de forma integral en 3D un Proyecto constructivo de edificación o industrial, incluyendo los distintos elementos y fases del mismo, tanto estructural como constructivamente.

El alumno debe ser capaz de Planificar, Gestionar y Controlar Proyectos de forma integral desde la fase de iniciación, Planificación, Seguimiento y Control y Cierre. Gestionando Recursos, materiales y personales. Controlando y gestionando aspectos económicos y contractuales del Proyecto. Realizando una gestión integral del Proyecto en todos sus ámbitos.



**Figura 7: Plataforma de interacción de Practicas y Proyecto final BIM SERVER CENTER EDUCATIONAL**

El resultado final del PID será la elaboración de un proyecto completo ejecutable, de una planta industrial por equipos de 3-4 alumnos. El proceso de diseño y cálculo es guiado por el docente de forma secuencial en las sesiones de teoría (diseño) y prácticas (cálculo). El proyecto se comparte con las asignaturas. Que se imparten en el mismo cuatrimestre del Máster, de manera que en cada asignatura se van planteando partes del proyecto ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos) y se van incorporando mediante el software al modelo BIM, trabajando en paralelo. En cada asignatura se plantean trabajos-prácticas-entregables relacionados con el proyecto, de forma que cada profesor puede “graduar” la incorporación del proyecto y el ABP a la asignatura. El BIM resulta ser la tecnología apropiada para disponer de un modelo del proyecto compartido al que ir añadiendo diferentes aspectos (estructura, cimentación, instalaciones,...) según el equipo los va realizando. Figura 7.

### 3.3 Encuestas iniciales y finales realizadas a los alumnos desde PLATEA y sistema de Evaluación.

Los alumnos son sometidos a una encuesta inicial y a otra final para que sean autocríticos con el PDI y los resultados esperados y obtenidos por el alumno. Figura 8

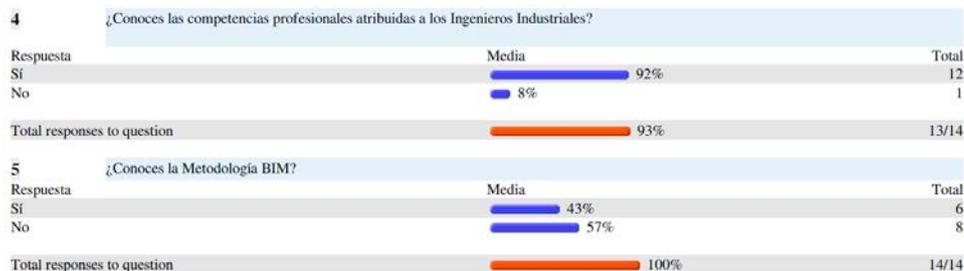


Figura 8: Ejemplos de preguntas y respuestas de la encuesta inicial (4,5) y final (14) realizada en el espacio Docente en PLATEA

### 3.4 Resultados de Evaluación de PIMED34\_202123

Los resultados obtenidos son claramente satisfactorios con una tendencia hacia la excelencia. Los trabajos y prácticas evaluados a través de la plataforma BIM SERVER EDUCACION, por el profesor de la asignatura, de los ejercicios prácticos, y el proyecto final, podemos constatar, el alto grado de satisfacción y motivación, observado en el seguimiento de la asignatura por parte de los alumnos como tendencia general en los tres cursos que llevamos aplicando la metodología de innovación docente descrita

Calificación	Curso 2020-2021		Curso 2021-2022		Curso 2022-2023	
	Nº.Alumnos	%	Nº.Alumnos	%	Nº.Alumnos	%
Sobresalientes	22	73,3	18	100	15	93,7
Notables	7	23,3	-	-	-	-
No presentados	1	3,3	0	0	1	6,3

Tabla 3: Resultados Calificaciones Asignatura Instalaciones Industriales PIMED34\_202123. Master Ingeniería industrial . E.P.S.J. Universidad Jaén. . Cursos 2020-2021/ 2021-2022/2022-2023

## 4. Conclusiones

Los resultados de la aplicación del PID PIMED34\_202123 arrojan unos resultados muy positivos en cuanto a calificaciones y objetivos alcanzados por alumno, así como de la valoración tanto de los temas y módulos propuestos, objetivos y profesorado participante en el mismo por parte de los alumnos matriculados. Conforme demuestran las encuestas realizadas en la plataforma intranet de la UJA PLATEA. El Análisis realizado mediante la evaluación y de las lecciones aprendidas, por parte de los profesores autores de la comunicación es claramente satisfactorio y demuestra una alta motivación del alumno a trabajar por proyectos EBP/PBL con herramientas tecnológicas y software BIM específico de alto rendimiento para la redacción de los proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial. Utilizando como material, los resultados de evaluación y percepción de las encuestas realizada a los alumnos a través de la plataforma PLATEA habilitada y tomando el pulso directamente a los alumnos durante las sesiones de formación y entrevistas personales

realizadas a cada uno de ellos, durante el proceso de tutorización y seguimiento por alumno asignado, demuestran que los alumnos están integrados e interactuar de forma muy positiva con alta motivación en relación a la implementación del Proyecto de innovación docente descrito. El alumno de Master de Ingeniería Industrial después de introducirse en esta metodología aplicada a las cuatro asignaturas involucradas en el PID, demostró estar preparado para desenvolverse en la redacción completa de Proyectos en entornos BIM, desarrollando altas capacidades y prestación en entornos colaborativos. El alumno demostró ser capaz de Proyectar de forma completa documental, planificar y gestionar Proyectos completos de plantas y edificios industriales competencia de Ingeniero Industrial en entornos colaborativos con metodología BIM. Este PID PIMED34\_202123 impulsado desde el Departamento de Ingeniería Gráfica Diseño y Proyectos de la Universidad de Jaén, arroja unos resultados tanto de participación, como de consecución de los objetivos y resultados de calificación, altamente positivos. Lo que nos impulsa a tratar de repetir la metodología interdisciplinar aplicada en cursos sucesivos. El PID ha sido recibido de forma muy satisfactoria por los alumnos y profesores implicados, con alto grado de participación y motivación. Además con el éxito de la aplicación de este PID se ha demostrado la sinergia existente entre el interés despertado por la nueva forma de modelar y proyectar en BIM y la necesidad por parte del alumno y futuro profesional de complementar esta formación con capacidades y competencias en la EBP/PBL en el campo de la Dirección y Gestión de Proyectos, que conduzcan al alumno a complementar su formación académica como Expertos en BIM y DGP conducentes a la obtención del Master de ingeniería Industrial que añade un valor excepcional y único a la formación académica recibida por el alumno en este Master; posicionándolo de forma altamente competitiva ante los nuevos tiempos y retos que se avecinan en el campo del diseño y modelado BIM de los proyectos y la Dirección Gestión y Control eficiente de los mismos.

## 5. Financiación:

Este trabajo esta financiado dentro del Proyecto de Innovacion Docente PIMED34\_202123 Educación basada en proyectos (EBP/PBL) Project Based Learning aplicada a Proyectos Industriales con Metodología BIM (Building Information Modeling) dentro del Master de Ingeniería Industrial UJAEN. Con fecha 24 de mayo de 2022 se ha anunciado en el boletín UJA-INFORMA la Resolución Final de proyectos CONCEDIDOS correspondientes a la convocatoria de 24 de noviembre de 2021 del Plan de Innovación y Mejora Docente 2019-2023 (PIMED-UJA 2019).

La Resolución puede consultarse también en el siguiente enlace: <https://www.ujaen.es/gobierno/vicestudios/secretariado-de-innovacion-docente-y-ensenanza-n-presencial/innovacion-docente/plan-innovacion-y>

## 6. Bibliografía

AUTODESK®, “AUTODESK®.” p. <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?site>, 2020.

Observatorio CBIM | Comisión Interministerial BIM. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda urbana. 2023. <https://cbim.mitma.es/observatorio-cbim>

CYPE 2023, “BIM SERVER CENTER,” 2021. [Online]. Available: <https://bimserver.center/es>  
Charehzehi, A., Chai, C., Yusof, A.M., Chong, H.Y., & Loo, S.C.). (2017). Building information modeling in construction conflict management. International journal of engineering business management, vol. 9.

Deng, YC ; Gan, VJL; Das, M ; Cheng, JCP ] ; Anumba, C (2019) Integrating 4D BIM and GIS for Construction Supply Chain Management. *Journal of construction engineering and management* Volumen: 145. Número: 4. Número de artículo: 04019016. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001633

- España. 2 de Febrero de 2019 se ha publicado el Boletín Oficial del Estado definitivamente el Real Decreto 1515/2018, de 28 de diciembre, por el que se crea la Comisión Interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública.
- España.Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO Núm. 29 Sábado 2 de febrero de 2019 Sec. I. Pág. 9463 cve: BOE-A-2019-1368 Verificable en <http://www.boe.es> Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014
- EU BIM Task Group. (2018). Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo. Actuación estratégica en favor de la productividad del sector de la construcción: impulsar la creación de valor, la innovación y el crecimiento. <http://www.eubim.eu/>.
- Fan, SL ; Chong, HY ; Liao, PC ; Lee, CY .(2019) Latent Provisions for Building Information Modeling (BIM) Contracts: A Social Network Analysis Approach. *KSCE Journal of civil engineering*. Volumen: 23. Número: 4. Páginas: 1427-1435. DOI: 10.1007/s12205-019-0064-8
- F. J. Montiel-Santiago, M. J. Hermoso-Orzáez, and J. Terrados-Cepeda, "Sustainability and energy efficiency: Bim 6d. study of the bim methodology applied to hospital buildings. value of interior lighting and daylight in energy simulation," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 14, pp. 1–29, 2020.
- Honic, M, Kovacic, I, Sibenik, G ; Rechberger, H. (2019) Data- and stakeholder management framework for the implementation of BIM-based Material Passports. *Journal of building engineering*. Volumen: 23. Páginas: 341-350 DOI: 10.1016/j.jobe.2019.01.017
- H. U. Zhenzhong, Z. Jianping, and D. Ziyin, "Construction Process Simulation and Safety Analysis Based on Building Information Model and 4D Technology," *Tsinghua Science & Technology*, vol. 13, no. 1, pp. 266-272.DOI:[https://doi.org/10.1016/S1007-0214\(08\), 2008](https://doi.org/10.1016/S1007-0214(08), 2008).
- I. Oliver Faubel, "Integración de la metodología BIM en la programación curricular de los estudios de Grado en Arquitectura Técnica/Ingeniería de Edificación. Diseño de una propuesta.," *Universitat Politècnica de València, Valencia (Spain)*, 2015
- J. I. Rojas-Sola, M. J. Pérez-Serrano, M. A. López-Martín, Á. I. Aguilera-García, and M. J. Hermoso-Orzáez, "ACQUISITION OF BASIC COMPETENCES AND SKILLS ON TECHNICAL DRAWING THROUGH A PROCESS OF LEARNING AND TEACHING INNOVATION BASED ON PARAMETRIC CAD AND AUTHORING SOFTWARE," pp. 7468–7476, Nov. 2017.
- Jaime, G. (2015). Navisworks Cap20 TimeLiner Enlazando elementos en Tareas,. *Tutorial BIM Manager*. <https://www.youtube.com/watch?v=mpXORuOfMyl>
- J. M. Hermoso-Orzáez, M J; Terrados-Cepeda, J; Valderrama-Zafra and R. D. ; Orejón-Sánchez, "BIM as a didactic tool in project engineering . The methodological experience of the 1st Master BIM-DGP in UJAEN.," in 23rd International Congress on Project Management and Engineering Málaga, 10th – 12th July 2019, 2019, vol. 1, no. July, pp. 1945–1956
- Kropp, C., Koch, C., & Konig, M. (2018). Interior construction state recognition with 4D-BIM registered image sequences. *Automation in construction*, vol 86, pp.11-32.
- Labra, JP. Distance learning with ict support for environmental educators t. raining: the case of spain. trends and institutions involved. REMEA-REVISTA ELETRONICA DO MESTRADO EM EDUCACAO AMBIENTAL. Volume17 . Page358-374. Published JUL-DEC 2006. Indexed 2006-07-01. 2006
- Lozano-Lozano A. , Hermoso-Orzáez M.J. , Gago-Calderón A , De la Morena-De la Fuente E, Lozano-Miralles J.A. (2018). Establishment of a didactic methodology for the construction of a model bim 4d and 5d developed from a modeled industrial building in 3d. cost analysis and simulated execution planning. 11th annual International Conference of Education, Research and Innovation ICERI2018 Proceedings 7069-7078 ISBN: 978-84-09-05948-5 ISSN: 2340-1095 DOI: 10.21125/iceri.2018.2699
- M. Valinejadshoubi, O. Moselhi, and A. Bagchi, "Integrating BIM into sensor-based facilities management operations," *JOURNAL OF FACILITIES MANAGEMENT*, 2021.
- M. Blanco Caballero, "Análisis de la Incorporación de Metodologías Colaborativas en Materiales Projectuales en las Enseñanzas de Ingeniería Industrial.," *Universidad de Valladolid*, 2016.
- M.J. Hermoso-Orzáez, J.M. Camacho Sánchez, C. Estepa Cantero, J. Terrados-Cepeda (2021) IMPLEMENTATION OF THE BIM MANAGER FIGURE WITH CYPE'S TOOL BIM SERVER CENTER IN THE DESIGN, MODELING, DIRECTION AND PROJECT MANAGEMENT-

- UNIVERSIDAD DE JAÉN, EDULEARN21 Proceedings, pp. 2337-2347.  
<http://dx.doi.org/10.21125/edulearn.2021.0518>.
- Mónica, L.A. & María M.R. (2018). Building information modeling and safety management: A systematic review. *Safety science*. Vol.101, pp.11-18.
- Mirzaei, A., Nasirzadeh, F., Jalal, MP., & Zamani, Y.(2018). 4D-BIM Dynamic Time-Space Conflict Detection and Quantification System for Building Construction Projects. *Journal of construction engineering and management*, vol. 144.
- NAVISWORK .2019. Autodesk-Asidesk “Manual Autodesk Naviswork”.<https://www.autodesk.com/products/navisworks/overview>.
- Norma ISO 21500:2012. Guidance on Project Management Elaborada en el seno del comité ISO/PC 236 “Project Management”
- Park, J., Cai, HB., & Perissin, D.(2018). Bringing Information to the Field: Automated Photo Registration and 4D BIM . *Journal of computing in civil engineering*, vol. 32.
- PIMED34\_202123. EDUCACIÓN BASADA EN PROYECTOS (EBP/PBL) PROJECT BASED LEARNING APLICADA A PROYECTOS INDUSTRIALES CON METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) DENTRO DEL MASTER DE INGENIERIA INDUSTRIAL UJAEN). 24 de mayo de 2022 se ha anunciado en el boletín UJA-INFORMA #320 la Resolución Final de proyectos CONCEDIDOS correspondientes a la convocatoria de 24 de noviembre de 2021 del Plan de Innovación y Mejora Docente 2019-2023 (PIMED-UJA 2019).:<https://www.ujaen.es/gobierno/vicestudios/secretariado-de-innovacion-docente-y-ensenanza-no-presencial/innovacion-docente/plan-innovacion>
- PLATEA 2023. Plataforma de Enseñanza-Aprendizaje Universidad de Jaén- UJA intranet (PLATEA) <https://www.ujaen.es/servicios/platea/plataforma-de-ensenanza-aprendizaje-platea>.
- Prieto, A. P. (2017). Implantación de la tecnología BIM en la asignatura Proyectos de los Grados de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura. Estudio de competencias genéricas, 383.Tesis- <https://dehesa.unex.es/handle/10662/6142>
- Project Management Institute, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) / Project Management Institute, 4th ed., vol. 1. 2017.
- R. M. Pavón, A. A. Arcos Alvarez, and M. G. Alberti, “BIM-based educational and facility management of large university venues,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 22, pp. 1–28, 2020.
- S. Tang, D. R. Shelden, C. M. Eastman, P. Pishdad-bozorgi, and X. Gao, “Automation in Construction A review of building information modeling ( BIM ) and the internet of things ( IoT ) devices integration : Present status and future trends,” *Automation in Construction*, vol. 101, no. June 2018, pp. 127-139.DOI: 10.1016/j.autcon.2019.01.020, 2019.
- Unión Europea Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE,
- Woods, L. Abraham, raimund urwelt austrian-cultural-institute in new-york and the sphere-project in Vienna. A + U-ARCHITECTURE AND URBANISM. Issue283. Page18-&. Published APR 1994. Indexed1994-04-01
- Zou, PXW, Xu, XX, Jin, RY, Painting, N, Li, B (2019) AEC Students' Perceptions of BIM Practice at Swinburne University of Technology *Journal of professional issues in engineering education and practice* Volumen: 145. Número: 3. Número de artículo: 05019002. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000410.
- Zhou, H ; Azar, ER (2019) BIM-based energy consumption assessment of the on-site construction of building structural systems. *Built environment project and asset management*. Volumen: 9. Número: 1. Páginas: 2-14. DOI: 10.1108/BEPAM-01-2018-000

## Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

