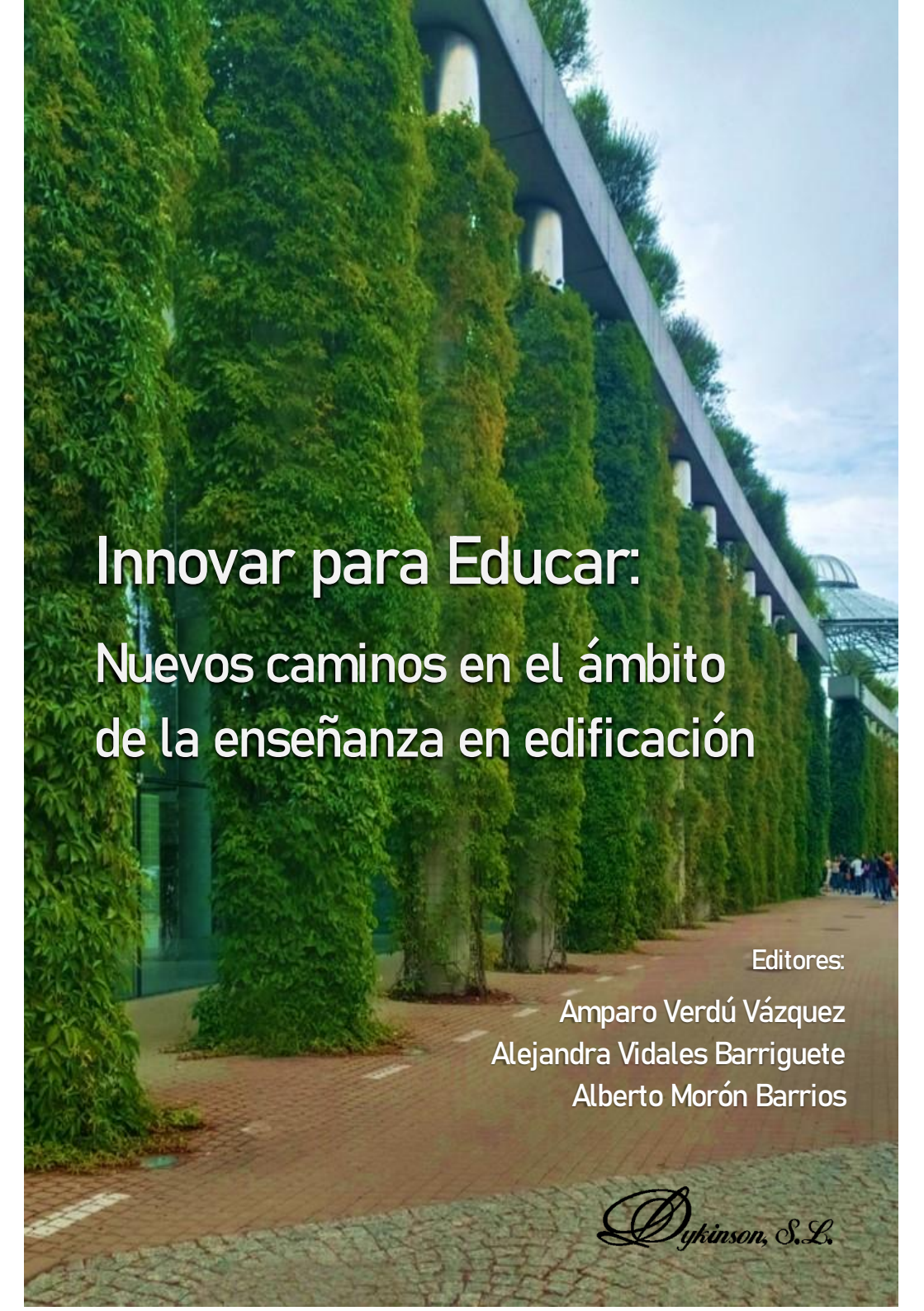


The background image shows a modern building with a prominent green living wall. A paved walkway runs alongside the wall, and a glass-domed structure is visible in the distance under a cloudy sky.

Innovar para Educar:

Nuevos caminos en el ámbito de la enseñanza en edificación

Editores:

Amparo Verdú Vázquez
Alejandra Vidales Barriguete
Alberto Morón Barrios

Dykinson, S.L.

**INNOVAR PARA EDUCAR:
NUEVOS CAMINOS EN EL ÁMBITO DE LA
ENSEÑANZA EN EDIFICACIÓN**

Editores

Amparo Verdú Vázquez
Alejandra Vidales Barriguete
Alberto Morón Barrios

Dykinson, S.L.

2024

Como citar esta obra:

Verdu-Vazquez, A; Vidales-Barriguete, A.; Moron-Barrios, A. (Editores).

Innovar para Educar: Nuevos caminos en el ambito de la ensenanza en edificacion.
Dykinson. 2024

INNOVAR PARA EDUCAR: NUEVOS CAMINOS EN EL AMBITO DE LA ENSEÑANZA EN
EDIFICACION

Fotografía de cubierta: Alejandra Vidales Barriguete

© de los textos: los autores

© de la presente edición: Dykinson S.L. Madrid 2024

ISBN 978-84-1070-709-2

NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión de Dykinson S.L ni de los editores o coordinadores de la publicación; asimismo, los autores se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar.

Prólogo

La educación es un pilar fundamental en el desarrollo de cualquier sociedad. A lo largo de la historia, hemos sido testigos de cómo las innovaciones en este ámbito han transformado la forma en que enseñamos y aprendemos. Sin embargo, en un mundo en constante cambio, donde la tecnología y las necesidades sociales evolucionan a un ritmo vertiginoso, la innovación educativa cobra más relevancia que nunca. Este libro, **INNOVAR PARA EDUCAR: NUEVOS CAMINOS EN EL ÁMBITO DE LA ENSEÑANZA EN EDIFICACIÓN**, es una invitación a explorar las posibilidades que surgen cuando nos atrevemos a mirar más allá de los métodos tradicionales de enseñanza.

En sus páginas, encontraremos un compendio de ideas, estrategias y experiencias que desafían el statu quo, que promueven un aprendizaje significativo y que preparan a nuestros estudiantes para enfrentar los retos del futuro. Desde la integración de tecnologías emergentes hasta enfoques pedagógicos centrados en el estudiante, este libro nos ofrece herramientas para reconsiderar y rediseñar nuestras prácticas educativas.

Cada capítulo es un reflejo de la realidad diversa y rica de las aulas contemporáneas. Los autores comparten sus conocimientos y experiencias, alentándonos a ser creativos y audaces en nuestra labor docente. La innovación no se trata solo de implementar tecnologías; se

trata de cultivar una cultura de aprendizaje y colaboración, donde todos los protagonistas del proceso educativo se sientan empoderados para contribuir.

Al sumergimos en este texto, debemos recordar que la innovación educativa no es un destino, sino un viaje continuo. Nos invita a cuestionar, experimentar y adaptarnos. Al final, el verdadero propósito de innovar en la educación es fomentar el pensamiento crítico, la curiosidad y la capacidad de nuestros estudiantes para que lleguen a convertirse en ciudadanos activos y responsables en un mundo en constante transformación.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los autores que han respondido a nuestra convocatoria y han decidido aportar sus valiosas investigaciones a la realización de esta obra. Los artículos incluidos en los diferentes capítulos han sido elegidos mediante un proceso de evaluación por pares ciegos y reflejan las diversas inquietudes y desafíos que enfrentan a diario los profesionales del sector de la edificación. Asimismo, deseamos agradecer a la Escuela Técnica Superior de Edificación de Madrid por los recursos y apoyos brindados, los cuales han sido fundamentales para llevar a cabo esta iniciativa; sin su colaboración, no habría sido posible.

Esperamos que este libro inspire a todos aquellos que tienen un papel en la formación de nuevas generación. La educación del mañana empieza hoy, y cada uno de nosotros tiene el poder de ser un agente de cambio.

Amparo Verdú Vázquez
Alejandra Vidales Barriguete
Alberto Morón Barrios
Editores

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	4
ÍNDICE	7
CAPÍTULO 1. LA ELECCIÓN DEL COLOR EN EL DISEÑO DE PISCINAS.....	11
JORGE A. ALIENDRE PÉREZ	
SANDRA MOYANO SANZ	
AMPARO VERDÚ VÁZQUEZ	
TOMÁS GIL LÓPEZ	
MERCEDES VALIENTE LÓPEZ	
CAPÍTULO 2. TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN II, FORMACIÓN PRÁCTICA EN ARCILLAS A TRAVÉS DE RÉPLICAS A ESCALA COMO MATERIAL VERNÁCULO EN LA ARQUITECTURA.....	35
AIMEE DEL ROCÍO DELGADO CRUZ	
MARÍA JOSÉ DELGADO CRUZ	
CAPÍTULO 3. EXPLORANDO MÉTODOS DE ENSEÑANZA INNOVADORES EN TECNOLOGÍAS DE LA GEOINFORMACIÓN: EVALUACIÓN A TRAVÉS DE UN MODELO OBJETIVO	52
FRANCISCO JAVIER REBOLLO CASTILLO	
LOURDES REBOLLO MOYANO	
JOSÉ MANUEL NARANJO GÓMEZ	
CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE APLICACIÓN DE USOS BIM EN LA INTERVENTORÍA TÉCNICA PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS EN COLOMBIA	68
MANUEL FLÓREZ SUAREZ	
RAFAEL LOZANO DIEZ	
CAPÍTULO 5. OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA UNA CULTURA AMBIENTAL INNOVADORA EN LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA	85
SUSAN ÁVILA ACOSTA	
CÉSAR ROBERTO JIMÉNEZ RAMÍREZ	
JOSÉ Mª GUERRERO VEGA	
CRISANTO SALAZAR GONZÁLEZ	

CAPÍTULO 6. MARCO METODOLÓGICO PARA INTEGRAR FLUJO DE TRABAJO PROFESIONAL A TRAVÉS DE BIM DENTRO DE UN TALLER EXPERIMENTAL DE INFOGRAFÍA Y MODELADO GEOMÉTRICO.....99

MANUEL RAMOS MARTÍN

CAPÍTULO 7. LAS ROCAS Y SUS TRATAMIENTOS CON NANOPARTÍCULAS EN LA CONSTRUCCIÓN COMO PUNTO DE PARTIDA EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN DENTRO DE LA ETAPA ESCOLAR123

ÁLVARO ALONSO DÍEZ

VERÓNICA CALDERÓN CARPINTERO

RAQUEL ARROYO SANZ

CAPÍTULO 8. SUSTAINABLE DEVELOPMENT. IMMERSION AND GAMIFICATION.....139

CARLOS MORALES-POLO

KATIA HUESO-KORTEKAAS

MARTA REVUELTA-ARAMBURU

AMPARO VERDÚ-VÁZQUEZ

CAPÍTULO 9. ACTUALIZACIÓN E INNOVACIÓN DE ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS DOCENTES EN EL PLAN DE ESTUDIOS DEL GRADO EN INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN (FASE DIAGNÓSTICO)154

JESÚS GONZÁLEZ-ARTEAGA; MARÍA SEGARRA; JOSÉ MANUEL CAÑIZARES; ALMA PATRICIA DOMÍNGUEZ; MARÍA DIONISIA ELCHE; JESÚS ALFARO; JOAQUÍN FUENTES; PEDRO HUERTAS; JORGE LINUESA; MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ; RAQUEL MARTÍNEZ; VÍCTOR JOSÉ PÉREZ; JUAN PEDRO RUIZ; JOSÉ LUIS SERRANO; ENRI-QUE TORRERO; DAVID VALVERDE; NELIA VALVERDE; JUAN VICENTE VISIER, DAVID SANZ

CAPÍTULO 10. INVESTIGACIÓN DE MERCADO COMO ACTIVIDAD EDUCATIVA EN CÁTEDRAS DE INGENIERÍA CIVIL170

ROBERTO ALEJANDRO ROJAS HOLDEN

CAPÍTULO 11. FENOMENOLOGÍA DE LA AUTORREPRESENTACIÓN EN LA ERA DEL SELFIE193

PILAR SAN PABLO MORENO

CAPÍTULO 12. MEJORA DE LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA EN EL ÁMBITO DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN Y LA INDUSTRIA A TRAVÉS DE ACCIONES DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL.....203

RAÚL BRIONES-LLORENTE
GABRIEL RUBIO-PÉREZ
MOHAMED LIFI
NATALIA MUÑOZ-RUJAS
FERNANDO AGUILAR ROMERO
ALEXANDER MARTÍN-GARÍN
JOSÉ ANTONIO MILLÁN-GARCÍA
ÁNGEL RODRÍGUEZ SAIZ

CAPÍTULO 13. INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA NO PROGRAMADORES CON KNIME: ANÁLISIS DE BIENES INMUEBLES DE LUJO.....230

JORGE PABLO DÍAZ VELILLA
DANIEL FERRÁNDEZ VEGA
ALICIA ZARAGOZA BENZAL
ALBERTO LEAL MATILLA

CAPÍTULO 14. ANÁLISIS DE LA MOTIVACIÓN DEL ESTUDIANTADO UNIVERSITARIO EN ENTORNOS TRANSFRONTERIZOS248

LINDSAY MICHELLE VÁZQUEZ
SERGIO ESCALANTE-GONZÁLEZ
SARA ARENAS-CARRANZA
LIONEL SÁNCHEZ BOLÍVAR

CAPÍTULO 15. ENHANCING SKILLS IN THE STUDY OF REAL ESTATE VALUATION SUBJECT. THE COLLABORATIVE WORK AS A ACTIVE METHODOLOGY OF LEARNING265

MARÍA PAZ SÁEZ PÉREZ

CAPÍTULO 16. APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS CON GENERACIÓN COLABORATIVA DE GRUPOS DE TRABAJO BASADA EN LA ASIGNACIÓN DE ROLES DE COMPORTAMIENTO290

MARÍA LINARES SERRANO
GISELA ORCAJO RINCÓN
Mª IGNACIA FERNÁNDEZ SERRANO
Mª ELADIA FERNÁNDEZ SERRANO

**CAPÍTULO 17. NUEVO MÉTODO PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE SOBRE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO
CONSTRUIDO: RUINAS DEL MONASTERIO SANTA MARÍA DE RIOSECO
(BURGOS).....309**

MERCEDES GONZÁLEZ REDONDO

JAVIER GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO

ENRIQUE RABASA DÍAZ

**CAPÍTULO 18. ENERGY EDUCATION: FOSTERING SUSTAINABLE LEADERSHIP
FROM VOCATIONAL TRAINING TO UNIVERSITY LEVEL.....322**

PATRICIA AGUILERA BENITO

ISABEL BACH BUENDÍA

JAVIER GARCIA MARTIN

DAVID BENZO SOTODOSOS

**CAPÍTULO 19. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO COLABORATIVO Y EL
USO DEL VIDEO COMO RECURSO DIDÁCTICO EN UN DIPLOMA DE POSGRADO
EN DISEÑO ESTRUCTURAL.....338**

DIEGO VILLAGÓMEZ

**CAPÍTULO 20. METODOLOGÍA BIM EN LA ESTIMACIÓN DE COSTES PARA LA
REHABILITACIÓN Y MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA EN EL GRADO DE
ARQUITECTURA TÉCNICA.....361**

ZIGOR ITURBE MARTIN

LA ELECCIÓN DEL COLOR EN EL DISEÑO DE PISCINAS

JORGE A. ALIENDRE PÉREZ, SANDRA MOYANO SANZ, AMPARO VERDÚ VÁZQUEZ,
TOMÁS GIL LÓPEZ, MERCEDES VALIENTE LÓPEZ
Universidad Politécnica de Madrid, España

RESUMEN

En este trabajo se estudia la importancia de la elección del color del revestimiento interior del vaso de una piscina y en qué afecta a las características físicas de agua y a su propia estética. En primer lugar, se analiza el color que adquiere la lámina del agua en función del color del vaso y, seguidamente, se observan los resultados obtenidos en los ensayos realizados, donde se determina la diferencia de la temperatura del agua y la velocidad de evaporación de la misma, en una piscina de color negro frente a una de color blanco. Para ello, se fabrican dos prototipos de piscina en tamaño reducido donde la única diferencia entre ellos es el color del acabado interior. Por lo tanto, podemos cuantificar el incremento de temperatura del agua entre ambas muestras, así como, la velocidad de pérdida de agua por evaporación provocada en cada uno de los casos.

PALABRAS CLAVE

Temperatura del agua, Evaporación del agua, Piscinas sostenibles, Absorción de calor, Ensayo de colorimetría.

INTRODUCCIÓN

El agua es incolora, transparente, pero debido a determinados factores, ésta puede alcanzar tonos azules o verdosos, sobre todo cuando se trata de un espacio abierto, como puede ser una piscina. Esto se debe al efecto de “Dispersión de Rayleigh” donde explica que el agua absorbe las frecuencias de longitud de onda larga, es decir, los tonos rojizos, amarillos y anaranjados, antes que las de onda corta, como son los tonos azules. Por tanto, estas longitudes de onda que no absorbe el agua se reflejan y, al hacerlo, las capta el ojo humano. Aunque este fenómeno, también, depende de la profundidad del vaso, de la luz que incida y del entorno.

Asimismo, en función del color elegido para el revestimiento del vaso, el agua alcanzara determinados matices dentro de esas tonalidades.

También es importante destacar que, la elección del color influye directamente en la temperatura de su agua, además de otros elementos como la ubicación, dirección, franja horaria, viento, temperatura ambiente, uso, caudal, geometría, proyección, sombras de los elementos adyacentes, los materiales que los componen y su conductividad térmica con el suelo, etc.

La temperatura del agua, en particular, es un factor clave para garantizar su rango de confort, aunque este dato es muy subjetivo ya que depende de las condiciones ambientales y de la tolerancia de cada individuo. En el caso de los bebés, el agua debe estar a una temperatura lo más cercana posible a la corporal, lo mismo ocurre con las personas con movilidad reducida. En general, la temperatura ideal del agua debe estar entre 24°C y 30°C. C, según el Real Decreto 742/2013, de 27 de septiembre, por el que se establecen normas técnicas de higiene de piscinas.

La elección de la temperatura también depende del uso que se le dará a la piscina. En particular, nadar a temperaturas muy altas puede provocar deshidratación, fatiga excesiva y desequilibrio hídrico debido al aumento de la sudoración. Por otro lado, cuando el agua está fría, el cuerpo pasa por un proceso de termorregulación que puede derivar en hipotermia, como ocurre en los adultos mayores.

El origen de las piscinas surge de la necesidad de acercar zonas de agua natural a aquellos lugares que carecían de ella, por lo que se buscó una alternativa para bajar la temperatura corporal durante los meses y zonas más calurosas.

Actualmente, nuestro país cuenta con más de 1,2 millones de piscinas, una por cada 37 habitantes, siendo Madrid la ciudad con mayor número de piscinas. Esto se debe a su distancia de las zonas costeras más cercanas y a la densidad de población.

Hoy en día es muy común construir piscinas personalizadas para uso particular en viviendas unifamiliares, por lo que es un mercado en desarrollo y con clientes cada vez más exigentes.

En concreto, la piscina negra presenta una notable novedad estética, que le permite integrarse perfectamente en el entorno paisajístico durante todo el año, consiguiendo un efecto natural a la vez que aporta elegancia y sofisticación al entorno.

Aunque, la ventaja más significativa de las piscinas negras es el aumento de la temperatura del agua debido al principio científico de refracción, lo que explica por qué los colores claros reflejan la luz mientras que los colores oscuros la absorben. Además, siguiendo el mismo principio, las piscinas blancas se utilizan en zonas más cálidas donde la temperatura es más estable.

En este caso se realizan varios estudios donde se analizan las características estéticas y físicas de una piscina en función del color elegido para el revestimiento interior del vaso y qué otros factores inciden directamente en ella.

1. OBJETIVOS

Este estudio trata de analizar las características estéticas del agua de una piscina según su diseño y de realizar los ensayos pertinentes para determinar la diferencia de la temperatura del agua y la velocidad de evaporación, en función del color del revestimiento del vaso, para poder cuantificar ambos parámetros, en igualdad de condiciones externas. En estos ensayos se ha tenido en cuenta la dimensión de las probetas, las condiciones climatológicas, el tipo de agua a ensayar y, por supuesto, el color del material empleado.

El objetivo de esta investigación es dar a conocer el comportamiento del agua si se escoge un color u otro como acabado interior y qué

otras ventajas están asociadas. En función de los resultados obtenidos, se podría estudiar la posibilidad de, manteniendo los colores, sustituir los materiales elegidos por otros similares empleados a tal uso y verificar si existe una diferencia significativa.

2. CARACTERÍSTICAS ESTÉTICAS

En este apartado se realiza una comparación entre cuatro piscinas de diferentes tonalidades y se comprueba el color que alcanza el agua interior, suponiendo que el resto de factores, como pueden ser la profundidad, la luz y el entorno, guardan cierta similitud.



Figura 1: Piscina interior color blanco. Fuente. Autor

En el caso de las piscinas revestidas interiormente por baldosa blanca, el agua se ve azul, dando una sensación de pureza y relajación.



Figura 2: Piscina interior color beige. Fuente. Autor

Cuando la piscina se reviste de color beige el agua tiene tonos verdes, similares a las playas de Centroamérica.

Si se desea conseguir un verde más intenso, la solución está en buscar una tonalidad de marrón más oscuro.



Figura 3: Piscina interior color gris. Fuente. Autor

En cambio, cuando el color elegido es el gris el agua se ve turquesa, donde se potencia la sensación lago.



Figura 4: Piscina interior color negro. Fuente. Autor

Y por último, la piscina de color negro crea un efecto espejo, con reflejos del propio paisaje rodeando la piscina.

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

En este apartado se compara el comportamiento del agua en una piscina en función del color del material del revestimiento interior.



Figura 5: Detalle de fabricación de las muestras. Fuente. Autor

Se van a realizar dos ensayos; uno que determina la diferencia de temperatura que alcanza el agua, en idénticas condiciones, y el segundo que compara la velocidad de evaporación. Para ello, se han fabricado dos muestras de dimensiones 60x30x16 cm, con material porcelánico fabricado por ALMACENES POVEDA S.L., serie OYC, unido mediante pletinas de aluminio angulares 30*30*1 mm, dobladas en las esquinas y sellado con adhesivo elástico, resistente al agua, en las juntas. El color blanco corresponde al modelo LUNA-ADZ y el negro pertenece al modelo PLOMO-ADZ y cuyas características técnicas se muestran a continuación:

Classificazione secondo i requisiti previsti dalle norme CEN/ISO gruppo BIa UNI EN 14411/ISO 13006 (Appendice G)

Caratteristica Tecnica	Norma	Valore prescritto	Valore ottenuto
Lunghezza e larghezza	ISO 10545.2	$\pm 0,6 \%$ (± 2 mm)	Conforme
Spessore		$\pm 5 \%$ ($\pm 0,5$ mm)	
Rettilinearità spigoli		$\pm 0,5 \%$ ($\pm 1,5$ mm)	
Ortogonalità		$\pm 0,5 \%$ (± 2 mm)	
Planarità		$\pm 0,5 \%$ (± 2 mm)	
Assorbimento d'acqua	ISO 10545.3	$\leq 0,5 \%$	Conforme
Resistenza a flessione	ISO 10545.4	≥ 35 N/mm ²	Conforme
Dilatazione termica lineare tra 20° e 100° C	ISO 10545.8	Metodo di prova disponibile	$\approx 7 \times 10^{-6}$ °C ⁻¹
Resistenza agli sbalzi termici	ISO 10545.9	Nessuna alterazione	Conforme
Resistenza al gelo	ISO 10545.12	Nessuna alterazione	Conforme
Resistenza all'attacco chimico	ISO 10545.13	Secondo i dati del costruttore	Resistente
Resistenza alle macchie	ISO 10545.14	$\geq$ Classe 3	Conforme
Scivolosità	DIN 51130 DIN 51097		R11 A+B+C

Figura 6: Características técnicas gres porcelánico. Fuente. Almacenes Poveda S.L.

En la figura 6 se puede observar que, la absorción de agua del material es inferior al 0,5% y, por lo tanto, cumple con lo establecido en la norma ISO 10545.3 para este tipo de material y considerándose un dato despreciable para la realización del ensayo.

El lugar escogido para la elaboración de estos ensayos es el término municipal de Griñón (Madrid) donde los veranos son cortos, cálidos y en su mayoría despejados; en cambio, los inviernos son fríos y semi nublados.

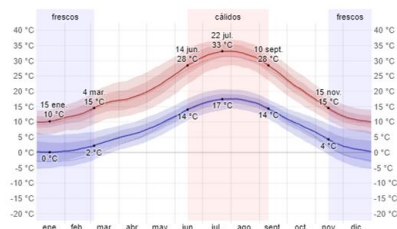


Figura 7: Temperatura máxima y mínima promedio Griñón. Fuente: Warther Spark

La temporada más calurosa dura 2,9 meses, de mediados de junio a mediados de septiembre, y la temperatura máxima, de media, diaria es más de 28 °C. El mes donde se registran las temperaturas más altas del año, en Griñón, es julio, con una temperatura máxima de 33 °C y mínima de 17 °C.

La temporada más fresca dura 3,7 meses, de mediados de noviembre a principios de marzo, donde la temperatura máxima promedio diaria es inferior a 15 °C. El mes donde se registran las temperaturas más bajas del año, en Griñón, es enero, con una temperatura mínima promedio de 0 °C y máxima de 10 °C.

Por lo tanto, la temperatura durante todo el año varía de 0 °C a 33 °C.

Para la realización de estos ensayos se eligen los últimos días del verano, en concreto, la segunda y la última semana del mes de septiembre, y la primera semana de octubre.

3.1. ENSAYO DE EVAPORACIÓN DE AGUA

En primer lugar, se realiza el ensayo cuantitativo de pérdida de agua por evaporación. Para ello, se comprueba que los prototipos están bien sellados y que no presentan fugas de agua por las uniones. A continuación, se llenan las piscinas con agua potable, a temperatura ambiente, comprobando que se introduce la misma cantidad en cada una de ellas, en total 21168 cm³ o 21,17 litros. Esto se hace mediante la colocación de una regla milimétrica, por el interior del vaso, comprobando el volumen de agua existente y, posteriormente, la pérdida de agua por evaporación en cada piscina. Las muestras se encuentran en terreno firme y horizontal, en espacio abierto, libre de sombras y sin añadir ningún tipo de desinfectante al agua.

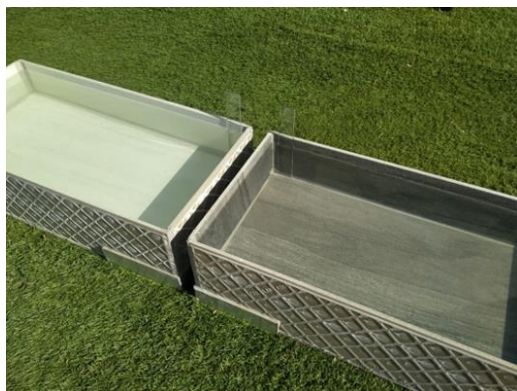


Figura 8: Inicio del ensayo de evaporación de agua. Fuente. Autor

Existen multitud de parámetros que influyen en la velocidad de evaporación del agua, entre ellos, la temperatura del aire, la del agua, la radiación solar, la humedad del aire y la velocidad del viento. Según la escala de la temperatura, el agua pasa de estado líquido a estado gaseoso cuando alcanza los 100°C , datos que nunca se van dar en la lámina de agua de una piscina, a pesar de ello, el agua se evapora igual. Esto se debe a que existen pequeñas moléculas de agua en la superficie capaces de generar la energía cinética suficiente para convertirse en vapor.



Figura 9: Colocación de reglas milimétricas. Fuente. Autor

Existen varias maneras de evitar esta evaporación en las piscinas, una de ellas es mediante la colocación de cubiertas de doble burbuja, que evitan la pérdida de agua superficial, a la vez que aumentan la temperatura del agua. También, mediante el vertido de alcohol estearílico, a modo de capa protectora líquida, creando una película mono molecular en la superficie del agua, evitando la evaporación y la pérdida de calor a la atmósfera.



Figura 10: Registro de en la piscina luna el día 05/09/23. Fuente. Autor

En las fotografías adjuntas se muestra la preparación del ensayo, colocando las reglas milimétricas y llenando las piscinas hasta el valor indicado, como se ha comentado anteriormente. Seguidamente, se puede observar la diferencia de pérdida de agua existente dependiendo del color del revestimiento, en el día indicado.



Figura 11: Registro de en la piscina plomo el día 05/09/23. Fuente. Autor



Figura 12: Diferencia de altura de lámina de agua día 11/09/23. Fuente. Autor



Figura 13: Diferencia de altura de lámina de agua día 14/09/23. Fuente. Autor

Para cuantificar la pérdida de agua en cada una de las muestras, se registran los valores obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 1. Resultados del ensayo de evaporación de agua

Toma de datos					
Prototipo	Fecha	TA (°C)	Medición (cm)	Valor Relat.	Valor Absol.
P. Luna	05/09/2023	27-18	12,00	0,00	0,00
P. Plomo			12,00		
P. Luna	06/09/2023	29-19	11,70	0,20	0,30
P. Plomo			11,50		0,50

P. Luna	07/09/2023	29-18	11,00	0,20	1,00
P. Plomo			10,80		1,20
P. Luna	08/09/2023	30-18	10,40	0,20	1,60
P. Plomo			10,20		1,80
P. Luna	09/09/2023	28-18	9,40	0,20	2,60
P. Plomo			9,20		2,80
P. Luna	10/09/2023	29-18	9,00	0,20	3,00
P. Plomo			8,80		3,20
P. Luna	11/09/2023	26-16	8,60	0,30	3,40
P. Plomo			8,30		3,70
P. Luna	12/09/2023	27-16	7,80	0,30	4,20
P. Plomo			7,50		4,50
P. Luna	13/09/2023	28-17	7,20	0,30	4,80
P. Plomo			6,90		5,10
P. Luna	14/09/2023	29-18	6,30	0,40	5,70
P. Plomo			5,90		6,10

Fuente: (Autor)

Se toma como referencia los datos obtenidos en la piscina color luna, y se determina la diferencia de medición respecto a los datos registrados en la piscina color plomo.

Así mismo, se calcula la pérdida de agua de cada una de las probetas respecto al origen.

3.2. ENSAYO DE TEMPERATURA DEL AGUA

Para comenzar el ensayo, y como se hizo anteriormente, se llenan las probetas con agua potable a temperatura ambiente, volviendo a comprobar que se introduce la misma cantidad en cada una de ellas, en total 21168 cm³ o 21,17 litros, mediante la colocación de una regla milimétrica en el interior del vaso, hasta alcanzar los 12 cm de altura en ambos recipientes. Seguidamente, se toman los datos de temperatura del agua con un termómetro infrarrojo láser, modelo ETEKCITY, siguiendo las indicaciones del fabricante y guardando las distancias de medición oportunas.

Este termómetro es capaz de medir la temperatura superficial sin contacto, mediante el escáner infrarrojo, con un rango de la medición de la temperatura que supera el punto de ebullición.

La distancia recomendada entre el termómetro y la superficie de medición es 36 cm, lo que crea un área de medición puntual que tiene un diámetro de 3 cm.

Al igual que en el ensayo anterior, las muestras se encuentran en terreno firme y horizontal, en espacio abierto, libre de sombras y sin añadir ningún tipo de desinfectante al agua.

En las figuras 14 y 15, se muestran las características del instrumento a utilizar para realizar el ensayo y las distancias óptimas para realizar una medición correcta de la temperatura del agua.



Figura 14: Características termómetro láser. Fuente. Etekcity

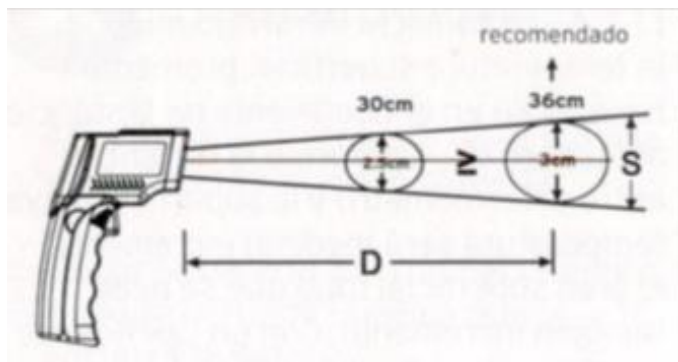


Figura 15: Coeficiente de distancia al punto. Fuente. Etekcity

La temperatura del agua se mide, en ambas probetas, durante 5 días, en intervalos de 1 hora y en el transcurso de la mañana o a primera

hora de la tarde. De esta forma, se puede observar la diferencia existente entre cada una de ellas, cuando la única diferencia es el color del revestimiento interior del vaso.



Figura 16: Medición de temperatura del agua día 27/09/23. Fuente. Autor

Se mide la temperatura superficial del agua en ambas probetas para verificar la diferencia de temperatura existente entre la probeta color plomo y la probeta color luna, existiendo una variación de la velocidad de absorción de energía calórica del líquido distinta en cada una de ellas. Los datos obtenidos se registran en las siguientes tablas y se calcula la diferencia de temperatura de cada una de ellas, dentro de la franja horaria estipulada.

Tabla 2. Resultados del ensayo de temperatura del agua (27/09/23) - TA1 28/13

Prototipo	Hora	Medición (°C)	Diferencia (°C)
P. Luna	9:00	16,70	0,30
P. Plomo		17,00	
P. Luna	10:00	18,30	0,50
P. Plomo		18,80	
P. Luna	11:00	20,70	0,50
P. Plomo		21,20	
P. Luna	12:00	23,30	0,60
P. Plomo		23,90	
P. Luna	13:00	26,00	0,80
P. Plomo		26,80	

¹ Temperatura ambiente, máxima y mínima en C°.

P. Luna	14:00	28,00	0,90
P. Plomo		28,90	
P. Luna	15:00	29,10	1,10
P. Plomo		30,20	

Tabla 3. Resultados del ensayo de temperatura del agua (28/09/23) - TA 29/15

Prototipo	Hora	Medición (°C)	Diferencia (°C)
P. Luna	9:00	16,20	0,20
P. Plomo		16,40	
P. Luna	10:00	17,10	0,40
P. Plomo		17,50	
P. Luna	11:00	20,80	0,50
P. Plomo		21,30	
P. Luna	12:00	23,40	0,60
P. Plomo		24,00	
P. Luna	13:00	26,60	0,80
P. Plomo		27,40	
P. Luna	14:00	29,60	1,00
P. Plomo		30,60	
P. Luna	15:00	30,90	1,30
P. Plomo		32,20	

Tabla 4. Resultados del ensayo de temperatura del agua (02/10/23) - TA 31/14

Prototipo	Hora	Medición (°C)	Diferencia (°C)
P. Luna	9:00	15,00	0,20
P. Plomo		15,20	
P. Luna	10:00	16,60	0,40
P. Plomo		17,00	
P. Luna	11:00	18,80	0,50
P. Plomo		19,30	
P. Luna	12:00	21,70	0,50
P. Plomo		22,20	
P. Luna	13:00	24,20	0,60
P. Plomo		24,80	
P. Luna	14:00	28,40	1,00
P. Plomo		29,40	
P. Luna	15:00	30,90	1,30
P. Plomo		32,20	

Tabla 5. Resultados del ensayo de temperatura del agua (03/10/23) - TA 31/15

Prototipo	Hora	Medición (°C)	Diferencia (°C)
P. Luna	9:00	14,80	0,20
P. Plomo		15,00	
P. Luna	10:00	16,50	0,30
P. Plomo		16,80	
P. Luna	11:00	17,50	0,40
P. Plomo		17,90	
P. Luna	12:00	24,80	0,70
P. Plomo		25,50	
P. Luna	13:00	27,10	0,90
P. Plomo		28,00	
P. Luna	14:00	29,80	1,00
P. Plomo		30,80	
P. Luna	15:00	31,40	1,30
P. Plomo		32,70	

Tabla 6. Resultados del ensayo de temperatura del agua (04/10/23) - TA 28/17

Prototipo	Hora	Medición (°C)	Diferencia (°C)
P. Luna	9:00	14,80	0,20
P. Plomo		15,00	
P. Luna	10:00	17,40	0,40
P. Plomo		17,80	
P. Luna	11:00	20,30	0,50
P. Plomo		20,80	
P. Luna	12:00	22,10	0,50
P. Plomo		22,60	
P. Luna	13:00	26,50	0,80
P. Plomo		27,30	
P. Luna	14:00	28,20	1,00
P. Plomo		29,20	
P. Luna	15:00	30,20	1,10
P. Plomo		31,30	

Se toma como referencia los datos obtenidos en la piscina modelo luna, y se determina la diferencia de medición respecto a los datos registrados en la piscina color plomo. Así mismo, se calcula la diferencia de temperatura del agua, de cada una de las probetas, en función del incremento de la temperatura ambiente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ELABORACIÓN DE GRÁFICOS Y TABLAS DEL ENSAYO DE EVAPORACIÓN DE AGUA

En la tabla 7 se muestra la diferencia de altura en la lámina de agua diaria y, por lo tanto, la pérdida de agua por evaporación de ambas piscinas, volumétrica y porcentualmente. Como se observa en la tabla, la pérdida de agua existente es contante, en igualdad de condiciones, entre ambas muestras los primeros días del ensayo. A medida que se va evaporando el agua, la superficie porcelánica en contacto con la radiación solar es superior y, por ende, la absorción de calor es mayor. Esto provoca que se trasmita más calor por conducción a la lámina de agua y, ésta, se evapore con mayor rapidez.

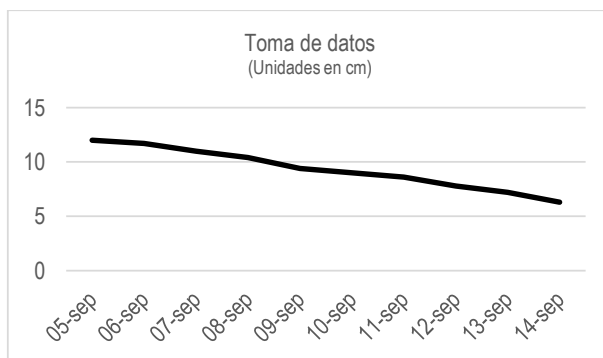
Tabla 7. Resultados del ensayo de evaporación de agua – Análisis comparativo

Discusión de datos					
Prototipo	Fecha	Valor Ab.	Diferencia		Decremento (%)
			(cm)	(l)	
P. Luna	05/09/2023	0,00	0,00	0,00	0,00
P. Plomo					
P. Luna	06/09/2023	0,30	0,20	0,3528	1,65
P. Plomo		0,50			
P. Luna	07/09/2023	1,00	0,20	0,3528	1,65
P. Plomo		1,20			
P. Luna	08/09/2023	1,60	0,20	0,3528	1,65
P. Plomo		1,80			
P. Luna	09/09/2023	2,60	0,20	0,3528	1,65
P. Plomo		2,80			
P. Luna	10/09/2023	3,00	0,20	0,3528	1,65
P. Plomo		3,20			
P. Luna	11/09/2023	3,40	0,30	0,5292	2,50
P. Plomo		3,70			
P. Luna	12/09/2023	4,20	0,30	0,5292	2,50
P. Plomo		4,50			

P. Luna	13/09/2023	4,80	0,30	0,5292	2,50
P. Plomo		5,10			
P. Luna	14/09/2023	5,70	0,40	0,7056	3,33
P. Plomo		6,10			

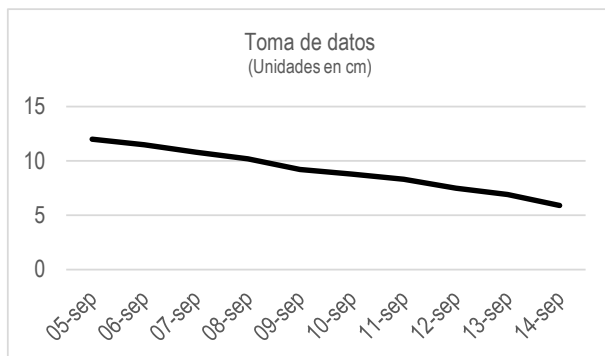
A continuación, se muestran los gráficos del ensayo de evaporación de agua para cada una de las muestras. En el gráfico 1 se observa la pérdida de agua en la muestra de color luna dónde se observa una línea descendiente constante atribuible a las condiciones climatológicas del mes de septiembre.

Gráfico 1. Resultados del ensayo de evaporación de agua – Piscina luna



Asimismo, en el gráfico 2 se recogen los datos obtenidos para la piscina de color plomo, cuya línea, prácticamente paralela a la anterior, representa la pérdida de agua producida por la luz solar durante los días anteriormente descritos.

Gráfico 2. Resultados del ensayo de evaporación de agua – Piscina plomo



Por último, en los gráficos 3 y 4, se comparan los resultados de ambas probetas y se analiza la diferencia existente entre ellas.

Como se observa, los valores registrados en la piscina color plomo son inferiores y, por lo tanto, la pérdida de agua es mayor.

Gráfico 3. Resultados del ensayo de evaporación de agua – Análisis comparativo

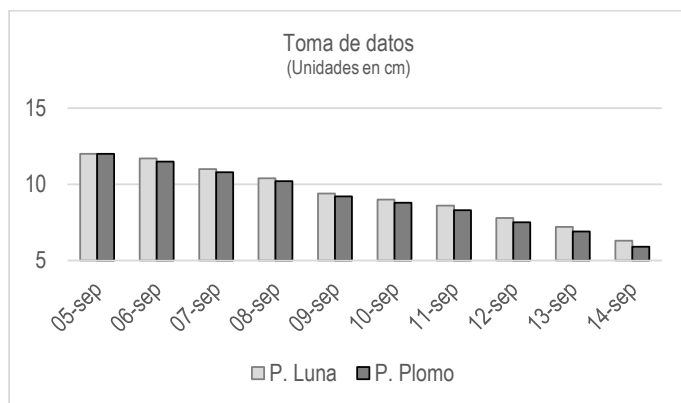
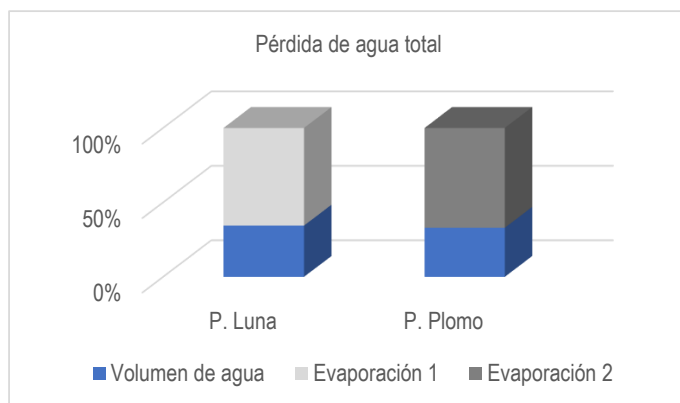


Gráfico 4. Resultados del ensayo de evaporación de agua – Discusión de datos



4.2. ELABORACIÓN DE GRÁFICOS Y TABLAS DEL ENSAYO DE TEMPERATURA DEL AGUA

A continuación, se elabora una tabla resumen donde se observa la velocidad de calentamiento del agua, dentro de la franja horaria destinada al estudio, cada uno de los días que dura el ensayo.

Tabla 8. Resultados del ensayo de temperatura del agua – Análisis comparativo

Prototipo	Fecha	Incremento (°C)	Dif. (°C)	Duración (H)	Velocidad (°C/H)
P. Luna	27/09/2023	12,40	0,80	7	1,77
P. Plomo		13,20			1,89
P. Luna	28/09/2023	14,70	1,10	7	2,10
P. Plomo		15,80			2,26
P. Luna	02/10/2023	15,90	1,10	7	2,27
P. Plomo		17,00			2,43
P. Luna	03/10/2023	16,60	1,10	7	2,37
P. Plomo		17,70			2,53
P. Luna	04/10/2023	15,40	0,90	7	2,20
P. Plomo		16,30			2,33

Con estos valores, en la tabla 9 se calcula la media de temperatura que alcanzan las probetas durante los días que se realiza el ensayo, así como, la velocidad de incremento de temperatura por hora, en

cada una de ellas, y el valor porcentual que se incrementa en la piscina color plomo, respecto de la piscina color luna.

Tabla 9. Resultados del ensayo de temperatura del agua – Discusión de datos

Prototipo	Incremento Medio (°C)	Duración (H)	Velocidad Media (°C/H)	Incremento (%)
P. Luna	15,00	7	2,14	6,25
P. Plomo	16,00		2,28	

Gráfico 5. Resultados del ensayo de temperatura de agua – Análisis comparativo

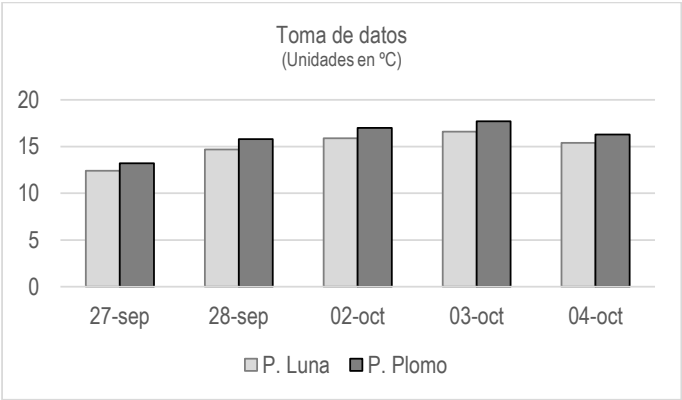
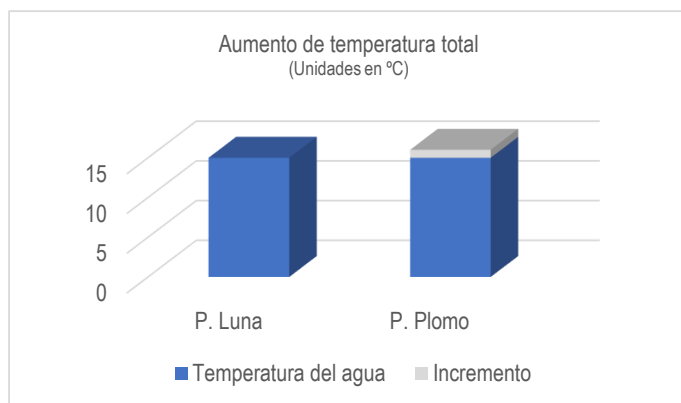


Gráfico 6. Resultados del ensayo de temperatura del agua –Discusión de datos



Por último, en los gráficos 5 y 6 se observan los incrementos de temperatura del agua que experimentan las muestras y la diferencia que existe en función del color interior de las mismas.

5. CONCLUSIONES

Una vez desarrollado el trabajo de investigación, se tiene información suficiente sobre las características estéticas y físicas principales de las piscinas fabricadas y cómo se puede aumentar la temperatura del agua desde el proceso de diseño, así como valorar la pérdida de evaporación de la misma observando su comportamiento en los ensayos realizados.

Por lo anteriormente descrito se concluye que, en el desarrollo del presente estudio, se han alcanzado los objetivos propuestos.

Una vez elegidos los diseños y fabricadas las probetas, se deben someter a ensayo para estudiar el comportamiento del agua de una piscina frente a los agentes externos, principalmente su exposición a los rayos solares, y qué características térmicas se obtienen en función del color del revestimiento interior.

Analizados los resultados obtenidos, se puede retroceder cíclicamente, al inicio de una futura investigación, y modificar las premisas iniciales de diseño y fabricación, intuyendo el resultado final.

En cuanto a la fase de experimentación, es necesario que las dos muestras tengan las mismas dimensiones para que los datos obtenidos puedan ser comparables entre sí, ya que éstos no se consideran proporcionales.

En el ensayo de evaporación de agua se observa que, desde el inicio, se produce una mayor pérdida de agua por evaporación en la piscina de color plomo respecto a la piscina de color luna.

Esta diferencia se mantiene constante durante los primeros días del ensayo y, en condiciones ambientales invariables, a medida que las muestras presentan menos volumen de agua, esta diferencia se incrementa. Esto es debido a que la superficie del material porcelánico en contacto con el ambiente es mayor y, por lo tanto, se absorbe más cantidad de calor en función del color elegido, transmitiéndolo por conducción al líquido que está en contacto con él.

En cuanto al ensayo de temperatura del agua se observa que, la velocidad de absorción de energía calorífica del agua en la piscina color plomo es mayor que en la piscina color luna y que cuanto más temperatura ambiental existe, mayor es la diferencia entre ambos líquidos.

Según las leyes de conservación de energía lumínica, los colores oscuros absorben más energía luminosa que los colores claros y, por ende, más calor. Por lo tanto, los colores solo absorben el calor de la luz, y no de otras fuentes térmicas.

En consecuencia, al realizarse los ensayos en espacio abierto, se ha podido comprobar que la muestra fabricada con material porcelánico de color plomo absorbe más cantidad de luz, lo que se transforma en más calor. De esta manera, se puede concluir que las piscinas oscuras alcanzan una temperatura superior del agua, a la vez que experimentan una velocidad de evaporación superior que las piscinas de color claro, cuantificando dicha afirmación con este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERROCAL COLLADO, J. J. (2023). CREACIÓN DE UN NUEVO MÓDULO DE MANTENIMIENTO DE PISCINAS EN EL CFGM DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y AUTOMÁTICAS. TRABAJO FIN DE MÁTER. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

- BRITO, J. C. (2006). ESTUDIO SOBRE PISCINA SOLAR. TESIS DOCTORAL. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA. BRASIL.
- CABALLERO, B. T. (2012). LA PISCINA. CARIBE: REVISTA DE CULTURA Y LITERATURA, 15(1), 147.
- DROBNIC, F. (2009). IMPACTO SOBRE LA SALUD DE LOS COMPUESTOS UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LAS PISCINAS. ESTADO DE LA CUESTIÓN. APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT, 44(161), 42-47.
- ESPAÑA. REAL DECRETO 742/2013, DE 27 DE SEPTIEMBRE, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS TÉCNICO-SANITARIOS DE LAS PISCINAS. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO, 11 DE OCTUBRE DE 2013, NÚM. 244, PP. 83123-83135.
- HISBALIT. ¿DE QUÉ COLOR VERÉ AL AGUA DE LA PISCINA SEGÚN EL MOSAICO UTILIZADO?. [HTTPS://HISBALIT.ES/BLOG/TENDENCIAS/AGUA-DE-LA-PISCINA-SEGUN-EL-MOSAICO-UTILIZADO-2/](https://hisbalit.es/blog/tendencias/agua-de-la-piscina-segun-el-mosaico-utilizado-2/) (CONSULTA 21/08/2023).
- IAGUA. MÉTODOS PARA EVITAR QUE EL AGUA SE EVapore. [HTTPS://WWW.IAGUA.ES/BLOGS/LUIS-MARTIN-MARTINEZ/METODOS-EVITAR-QUE-AGUA-SE-EVapore#:~:TEXT=MEDIOS%20qu%C3%ADMICOS%2C%20EL%20ALCOHOL%20ESTEAR%C3%ADLICO&TEXT=HABITUALMENTE%20VIENE%20EN%20FORMA%20DE,BARRERA%20QUE%20DIFICULTA%20LA%20EVAPORACI%C3%B3N](https://www.iagua.es/blogs/luís-martín-martínez/metodos-evitar-que-agua-se-evapore#:~:text=Medios%20qu%C3%ADmicos%2C%20el%20alcohol%20estear%C3%ADlico&text=Habitualmente%20viene%20en%20forma%20de,barrera%20que%20dificulta%20la%20evaporaci%C3%B3n) (CONSULTA 25/08/2023).
- IAGUA. SPAIN SMART WATER SUMMIT 2023. MADRID MARRIOTT AUDITORIUM HOTEL & CENTER. [HTTPS://WWW.IAGUA.ES/SPAIN-SMART-WATER-SUMMIT-2023](https://www.iagua.es/spain-smart-water-summit-2023). (CONSULTA 25/08/2023).
- JIMÉNEZ, S. A., CARRILLO, V. M. & ALVARADO, M. A. (2015). SISTEMAS DE CALEFACCIÓN DE PISCINAS: UNA REVISIÓN DE LOS MODELOS APLICADOS. [HTTP://HDL.HANDLE.NET/11371/4001](http://hdl.handle.net/11371/4001) (CONSULTA 14/08/2023).
- LAWRIE & GREEN, A. (1966). CUBIERTA MÓVIL PARA PISCINA, EN PENSILVANIA. INFORMES DE LA CONSTRUCCIÓN, 18(179), 73-78. [HTTPS://DOI.ORG/10.3989/IC.1966.V18.I179.4254](https://doi.org/10.3989/ic.1966.v18.i179.4254).
- MARTÍNEZ GARCÍA, J.A., MARTÍNEZ CARO, L. (2008). DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA VARIANZA PARA EL CÁLCULO DEL FACTOR DE IMPRECISIÓN SOBRE LA ESCALA DE MEDIDA, Y EXTENSIÓN A DIFERENTES TIPOS DE MUESTREO. PSICOTHEMA, VOL. 20 (2): 311-316.

- McNAMARA, M., MURPHY, A., DOWLER, F. Y FOLEY, R. (2020). BLUE SPACES AS RESOURCES FOR HEALTH AND WELLBEING: SURVEY COMPARISONS OF INDOOR AND OUTDOOR SETTINGS FROM IRELAND. REVISTA DE ESTUDIOS ANDALUCES, 39, 8-22.
- PABLO GOZALO, V. (2003). ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LA INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS FLOTANTES EN PISCINAS. TESIS DOCTORAL. E.T.S.I. TELECOMUNICACIÓN. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.
- POOLNATURAL. ¿CUÁL ES LA TEMPERATURA IDEAL PARA UNA PISCINA?. [HTTPS://WWW.POOLNATURAL.COM/2019/11/20/CUAL-ES-LA-TEMPERATURA-IDEAL-PARA-UNA-PISCINA/](https://www.poolnatural.com/2019/11/20/cual-es-la-temperatura-ideal-para-una-piscina/) (CONSULTA 17/08/2023).
- RESTREPO CATANO, D. M. (2017). EL PROCESO CORRECTO PARA REHABILITAR PISCINAS. TRABAJO FIN DE CARRERA. INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO. FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y APLICADA. TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIÓN DE ACABADOS ARQUITECTÓNICOS. MEDELLIN. COLOMBIA.
- RODRIGO-CARDA, J., FOHRER, M.. (2007). ACS Y CLIMATIZACIÓN DE VIVIENDA Y PISCINA CON ENERGÍA SOLAR. DYNA, 82(3). 50-52.
- ROMERO GARCÍA, R. (2023). CONTROL AUTOMÁTICO DE UNA PISCINA DOMÉSTICA. TRABAJO FIN DE MÁSTER INÉDITO. UNIVERSIDAD DE SEVILLA, SEVILLA.
- ROMERO, M., & PÉREZ, J. M. (2015). RELATION BETWEEN THE MICROSTRUCTURE AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PORCELAIN STONEWARE. A REVIEW. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, 65(320), E065. [HTTPS://DOI.ORG/10.3989/MC.2015.05915](https://doi.org/10.3989/mc.2015.05915).
- SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, J. J. (2011). ESTUDIO DE LA IMPLANTACIÓN DE PISCINAS ECOLÓGICAS EN LAS PISCINAS MUNICIPALES DE CATALUÑA. TRABAJO FIN DE CARRERA. UNIVERSITAT POLITÉCNICA DE CATALUNYA.
- WEATHER SPARK. EL CLIMA Y EL TIEMPO PROMEDIO EN TODO EL AÑO EN GRIÑÓN. [HTTPS://ES.WEATHERSPARK.COM/Y/36869/CLIMA-PROMEDIO-EN-GRI%C3%B1%C3%B3N-Espa%C3%B1a-DURANTE-TODO-EL-A%C3%B1o](https://es.weatherspark.com/y/36869/CLIMA-PROMEDIO-EN-GRI%C3%B1%C3%B3n-Espa%C3%B1a-DURANTE-TODO-EL-A%C3%B1o) (CONSULTA 04/09/2023).

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN II, FORMACIÓN PRÁCTICA EN ARCILLAS A TRAVÉS DE RÉPLICAS A ESCALA COMO MATERIAL VERNÁCULO EN LA ARQUITECTURA

¹⁻²Aimee del Rocío Delgado Cruz

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Manabí, Portoviejo

² Universidad Regional Amazónica IKIAM, Ecuador

³⁻⁴María José Delgado Cruz

³ Universidad Politécnica de Madrid, España

⁴ Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

RESUMEN

La asignatura de Tecnologías de la Construcción II, es parte de la formación de los estudiantes de Arquitectura Sostenible de la Universidad Regional Amazónica IKIAM ubicada en la Amazonía ecuatoriana; presentando un nivel de complejidad y siendo una materia básica en la formación del arquitecto, por lo cual debe incorporar actividades prácticas para su aprendizaje, pero únicamente hasta al momento se ha dictado teóricamente, generando un desfase en el aprendizaje técnico constructivo en materiales vernáculos. Ante esto, la propuesta se justifica al incorporar actividades como talleres prácticos que hagan que el estudiante relacione la teórica con la práctica, generando un aporte formativo por medio de diversas actividades como el desarrollo de ensayos básicos y sistemas constructivos a escala con la arcilla como material vernáculo usado en la construcción. Los resultados fueron un aprendizaje más dinámico, vivencial y experimental, la idea es seguir implementado esta práctica en el transcurso del tiempo y realizar una verificación y evaluación al término de la materia.

PALABRAS CLAVE

Arcillas, construcción, vernáculo, arquitectura, escalas

INTRODUCCIÓN

La universidad Regional Amazónica IKIAM es un centro universitario de educación superior público con una ubicación privilegiada en la Amazonía ecuatoriana situada en la provincia de Napo, cantón Tena parroquia Muyuna-Ecuador; en el año 2018 se conforma la única carrera de arquitectura sostenible del Ecuador que sea (IKIAM, 2024) “innovadora, activa y dinámica donde rescata el conocimiento ancestral encontrando respuestas a problemas globales”; cuyo enfoque se enmarca en la sostenibilidad; siendo una carrera técnica cuyo grado de complejidad incorpora materias de construcciones convirtiéndola en un componente básico en la formación del arquitecto (Alba, 2016) por ello se considera complementar su aprendizaje por medio de talleres prácticos (Delgado Cruz et al., 2023) aplicando varias actividades (González & Casals, 2001).

En la malla curricular en lo que corresponde al cuarto semestre se contempla la asignatura Tecnologías de la Construcción II, las cuales se distribuyen entre dos a tres grupos de estudiantes. En la planificación se desarrolla contenidos teóricos-ilustrativo-técnico durante el ciclo académico; lo que significa una transición de entendimiento técnico constructivo arquitectónico, cuyos contenidos mínimos abarca el uso de materiales vernáculos con énfasis en tierras como materia primaria. La focalización del componente conlleva aprender los diferentes sistemas constructivos y la gran variedad de funciones que pueden tener las tierras “arcillas” para generar una construcción sostenible y resiliente.

Pero el sistema social, económico y geográfico ha manifestado e insertando en la mente de muchos futuros estudiantes de arquitectura que la tierra o arcilla es un material con un sinónimo que expresa pobreza o debilidad constructiva; convirtiéndose en un material poco convencional en la construcción contemporánea, lo que genera un reto pedagógico al momento de entender todos sus aspectos positivos desde panoramas constructivos e innovación tecnológica.

Al trabajar en la enseñanza de la arquitectura sostenible, el énfasis que debe tener el componente de Tecnologías de la Construcción (Labarta, 2017) “presenta un carácter constructivo, lo que constituye una de las ramas principales del área de la construcción como una asignatura transversal que sobrepasa el ámbito técnico, si no se interrelaciona con otros, principalmente de índole compositiva y proyectual”, el entendimiento que se plantea al componente será nulo y el carácter constructivo técnico no será el óptimo para los estudiantes en formación. En la docencia de la arquitectura, este tipo de componentes; “busca la motivación del estudiantado hacia materias técnicas que conllevan un elevado grado de concentración, contrario a la inmediatez de contenidos y de exigencias digitales” (Barbero et al., 2021) pág. 164.

Al considerarse que la asignatura es de carácter técnico-constructivo lo cual complica el proceso de aprendizaje los estudiantes no le dan la importancia respectiva como parte de la formación de un “arquitecto” sostenible; que “requiere tener un conocimiento de las características y propiedades de los materiales y proceso constructivos, pues a partir de ellas se puede reflexionar acerca de la utilización de un material en sus diferentes aspectos, tanto en la fase del proyecto como los correspondientes a la fase de ejecución, e incluso a la de su posterior mantenimiento” (Navarro Moreno & Lanzón Torres, 2018) pág. 46.

Referente a la construcción (González & Casals, 2001) una técnica es un sistema de acciones humanas intencionalmente orientado a la transformación de materiales en objetivos concretos (p. 6) y este (Hegger et al., 2010) se basa en “el proceso de elección de los materiales que se rige por sus propiedades relativas a la percepción, asociadas al uso y aspectos ecológicos y económicos, correspondientes a las prestaciones técnicas”. Por lo tanto, la asignatura técnico-constructivo pierde el interés e importancia frente al estudiante de arquitectura sostenible, quienes no conciben su importancia como eje primordial de la arquitectura y proceso constructivo tecnificado; más solo se fundamenta a un nivel teórico cuando el panorama de entendimiento es otro.

Es por lo cual, al determinar la necesidad, se debe contemplar una visión diferente del docente para transmitir los conocimientos (Delgado Cruz et al., 2023) pretendiendo realizar un “cambio de modelos de enseñanza-aprendizaje y las rutinas diarias del aula en esencia

para favorecer una transformación en el ámbito de cualquier disciplina” (pág.11). Al tener una formación arquitectónica de carácter espacial-constructivo, (González & Casals, 2001) no existe una experiencia directa a la actividad que se pretende enseñar; en donde el docente tiene un reto de generar procedimientos mediante el alumno sin salir de las aulas o casi, pueda capturar cuál es el papel del componente tecnologías de la construcción (pág.7).

Aprender (Alba, 2016) a construir, es aprender a desarrollar esa síntesis creativa el cual haga posible que la idea sea proyectada y se materialice como una idea construida y permita pasar a su construcción material y convertirse en arquitectura.

Con ello, la existencia de una brecha académica hace que los profesores universitarios mantengan una ambigua tradición de enseñanza focalizada en medio de la teorización memorista como fundamento de transmisión de conocimientos y evaluación, y se está obviando la implementación de metodologías más dinámicas las cuales respondan y permitan un aprendizaje significativo del estudiante (Delgado Cruz et al., 2023).

El nuevo enfoque es mejorar las condiciones del campo cognoscitivo; (Rudolf Arnheim, 1986) los sentidos de la vista y el oído son los órganos por excelencia para el ejercicio de la inteligencia, y además bajo este mismo autor, la vista tiene la capacidad de recoger y brindar la información del mundo exterior, que se constituye, por tanto, en un elemento necesario para el óptimo funcionamiento del cerebro, se puede indicar que el pensamiento visual es aplicable como una alternativa didáctica en el aprendizaje de materias técnicas, el cual busca atraer y generar interés por el contenido impartido y la actividad práctica que se va a ejecutar, considerando que las réplicas a escala conllevan un análisis de procesos, protocolos de seguridad, uso materiales y herramientas para obtener un resultado, logrando que relacionen la teoría con la práctica de manera más efectiva.

Considerando lo mencionado, se fundamenta que dentro de la formación del estudiante de arquitectura sostenible se generen prácticas asociadas a los contenidos impartidos dentro del salón de clases de manera teórica y se respalden posterior a ello la actividad práctica, lo que permite generar un entendimiento de cómo se comporta el material terroso “arcilloso” y las diferentes aplicaciones que puede realizarse en la construcción, ya sea como sistemas constructivo portante

o elementos divisorios de espacios, además de considerar las diferentes propiedades térmicas, acústicas que el material posee.

Se busca generar un aprendizaje basado en 6 meses, el nivel educativo es universitario y podrá ser replicable a los otros componentes de tecnologías de la construcción I, III, IV, acompañándose con el respectivo grado de complejidad (Delgado Cruz et al., 2023). El principal objetivo de dicha innovación docente busca, construir réplicas a escalas, considerando los procesos reales y de innovación aplicados a los sistemas constructivos como tapia y quinchá, que conlleven tener un modelado a medidas reducidas y la ejecución a corto tiempo, de esa forma se determinará la incidencia en la formación de los estudiantes sobre el componente de tecnologías de la construcción II. Para ello se pretende medir dicho objetivo bajo la selección de materiales, ensayos iniciales, moldes, dimensiones y herramienta estudiada desde la clase teórica y aplicada en la práctica. Al final del ciclo académico se evalúan los resultados.

La metodología considerada es la aplicación de aula invertida, desarrollada en 3 etapas; la primera corresponde al aprendizaje asistido por el profesor (ASP), la segunda actividad planificación colectiva práctica (PCP), tercera práctica de aplicación y experimentación (PAE) y finalmente la evaluación de grado de satisfacción de los estudiantes sobre todo lo relacionado (Delgado Cruz et al., 2023). En cuanto al escrito, este se organiza en una introducción referenciada a un marco teórico, metodología y desarrollo del apartado de resultados y discusión, culminando en conclusiones.

METODOLOGÍA, MATERIALES O MÉTODO

En la carrera de arquitectura sostenible, el funcionamiento del sílabo es un elemento esencial de planificación, además de ser el canal de comunicación de tareas y actividades previstas en la materia de tecnologías de la construcción II, se distribuye en 16 semanas: aprendizaje asistido por el profesor (AAP) 1 hora; práctica de aplicación y experimentación (PAE) 1 hora; aprendizaje autónomo (AA) 3 horas. Siendo un total de 5 horas semanales, las cuales conforman 80 horas durante el semestre académico.

Con lo mencionado, el trabajo de innovación docente de carácter práctico se desarrolla en (PAE) y (AA), tomando como premisa que

siempre arranca con el acompañamiento del docente. Con lo mencionado anteriormente, se describen las etapas e insumos requeridos para las réplicas a escala como: tapia y quinchita, describiendo generalizadamente el proceso de cada una.

Primera etapa

Partimos de la aplicación de aula invertida, donde se exponen los contenidos previos planificados dentro de las semanas establecidas y se desarrollan el aprendizaje asistido por el docente (AAP). El estudiante analiza mediante fuentes bibliográficas facilitadas que ayudan a su comprensión gráfica, analítica y constructiva.

Análisis y revisión de los procesos constructivos y uso de estabilizantes para desarrollar un tapial y quinchita.

Búsqueda de información adicional referente al tema a estudiar, ya sea mediante recursos de aprendizaje abiertos, digitales o tradicionales.

Traslado del conocimiento mediante infografías, aquí ya se considera la réplica bajo una escala que permita la manipulación del objeto, armado de estructura o molde figura 1 y 2.

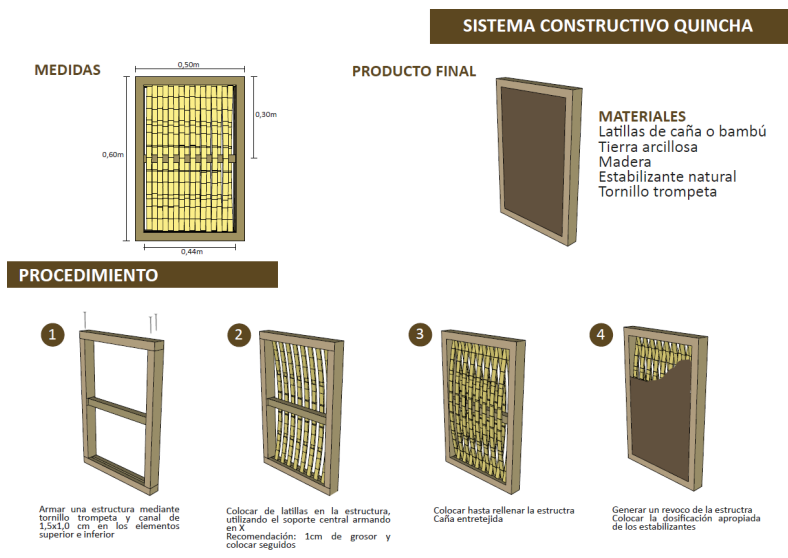
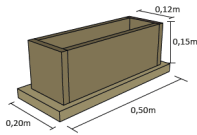


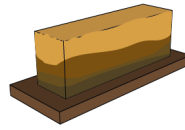
Figura 1. Infografía del proceso de la quinchita

SISTEMA CONSTRUCTIVO TAPIAL

MEDIDAS



PRODUCTO FINAL



MATERIALES
Tierra arcillosa
Madera
Vaselina
Tornillo trompeta

PROCEDIMIENTO

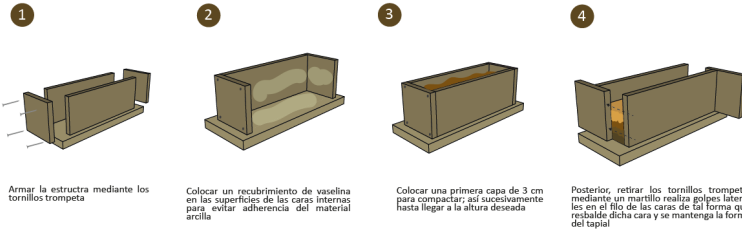


Figura 2. Infografía del proceso de la tapia

Segunda etapa

Se considera una planificación colectiva y uniforme de esfuerzos físicos, según el número de integrantes por grupo de trabajo, grado de dificultad, adquisición de materiales, herramientas, etc. Se estable los tiempos de ejecución, el tipo de material que se debe obtener para la práctica, procurando generar una estandarización de cantidad de arcilla, agua, estabilizantes naturales, dimensiones de los moldes para todos los grupos.

Se parametriza las actividades, considerando la infografía como base el cual permite tener una aproximación gráfica y escrita sobre los procesos a realizar.

Se prevé el tiempo de ejecución de dos horas clases, identificando materiales, herramientas; además se realiza unos ensayos básicos previos sobre el tipo de arcilla óptima para la actividad práctica ver figura 3.

La universidad facilita el laboratorio de arquitectura, siendo el espacio destinado para la ejecución de la segunda etapa.



Figura 3. Ensayos previos de caracterización de tierra en el laboratorio de arquitectura

Tercera Etapa

En esta etapa se ejecuta la actividad, se consideran las variables estandarizadas de la segunda etapa, se unificarán para realizar la réplica a escala del tapial y quincha tabla 1, figura 4 y 5.

Cuadro 1 Instrumentos y especificaciones requeridas para las réplicas a escala

Réplica a escala 1		Réplica a escala 2	
Tapial <i>Sin estabilizantes</i>		Quincha <i>Uso de estabilizantes</i>	
Uso de infografía			
Materiales, herramientas			
Materiales	Herramientas	Materiales	Herramientas
Arcilla	Taladro	Arcilla	Taladro
Agua	Broca guía	Agua	Broca guía
Madera de encofrado 3cm	Punta tipo estrella ó desarmador de estrella	Tornillo trompeta 3"	Punta tipo estrella ó desarmador de estrella
Listones de madera 3x3x20cm	Bandeja plástica	Cáscara de arroz, aserrín,	Bandeja plástica

		paja de pá- ramo	
Base de madera 40x15x3cm	Sacos o fundas de basura	Listones de madera 3x5x60 y la central de 3x3x40cm	Sacos o fundas de basura
Tornillos trompe- tas de 2"	Pisón de madera	Latillas de cana o bambú (seca)	
Vaselina			



Figura 4. Desarrollo de la práctica para tapial



Figura 5. Desarrollo de la práctica para quincha

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se desarrollaron dos modelados a escala estructurados con materiales vernáculos reales; y paralelamente, se acompañaron el uso de la infografía. Para medir el impacto de la práctica desarrolladas en la

asignatura de Tecnologías de la Construcción II, se aplicó una encuesta en línea, cuya finalidad era evaluar el grado de satisfacción del estudiante.

Medir el impacto de incidencia en la ejecución práctica de las dos réplicas a escala, se consideró la revisión de fuentes bibliográficas, elaboración de una infografía como recurso de orientación del proceso y el propio taller práctico para conocer la repercusión de las actividades prácticas en la asignatura y saber la perspectiva y percepción de los alumnos en el proceso de enseñanza.

Las preguntas estuvieron estructuradas; de la uno a la cuatro se desarrollaron bajo criterios específicos de respuesta (sí, tal vez, no); la quinta pregunta se expone para conocer el grado de complejidad estructurada en materiales, trabajo colaborativo entre alumnos o construcción; la sexta pregunta se focalizó sobre el grado de complejidad percibida de la réplica y por último la séptima pregunta abierta.

La muestra se aplicó a 23 estudiantes distribuidos en dos grupos (G01, G02), donde la cantidad de inscritos no superaba (G01 con 13 alumnos; G02 con 10 alumnos), siendo una participación completa del estudiantado, contestando las preguntas planteadas; por ello que expondrán los resultados obtenidos.

Los resultados de la pregunta 1, permiten identificar que existe una aceptación del 100% en cuanto a que la práctica permitió el entendimiento en relación con materiales y sistemas vernáculos aplicados en las clases teóricas durante el ciclo académico, ver figura 6.

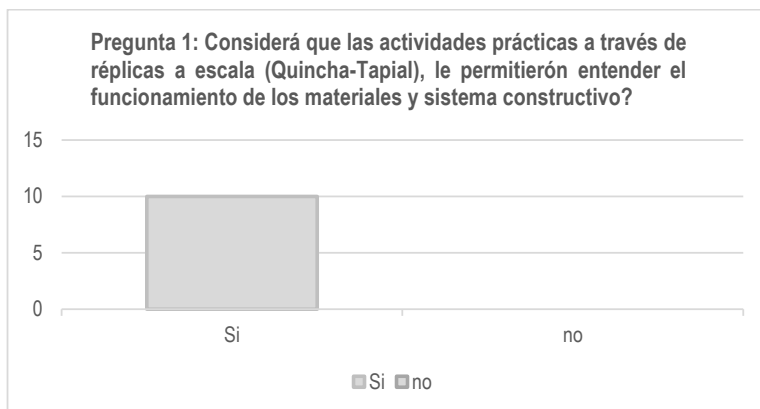


Figura 6. Resultado de la evaluación de entendimiento de la función de materiales vernáculos

La pregunta 2, se identifica que el resultado sobre el 100%, el cual permite conocer previamente el comportamiento de la tierra con ensayos básicos, ha desarrollado en los estudiantes la capacidad de entendimiento y toma de decisiones para seleccionar materiales vernáculos “arcilla” óptimos para el desarrollo de quincha y tapial figura 7.

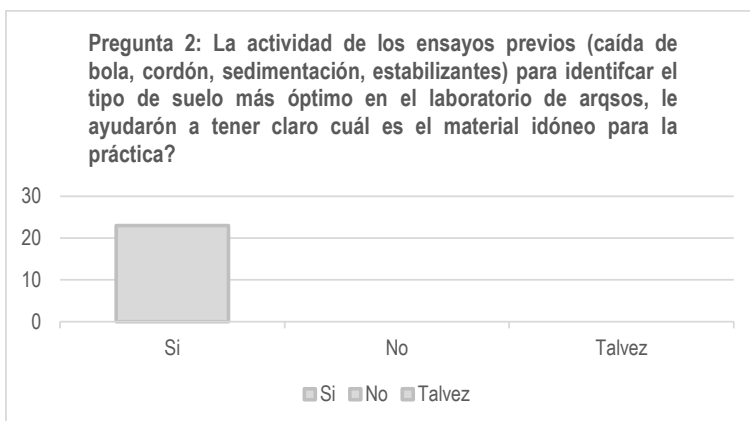


Figura 7. Resultado sobre ensayos previos de identificación de suelo

Lo que corresponde la pregunta 3, el insumo de la infografía que se desarrolló como el primer preámbulo de la práctica, ayudo a identificar y reforzar la teoría explicada y analizada en el salón de clases, lo que permite que un 97,5% del grupo de estudiantes entienda previamente el proceso que conlleva realizar la práctica a escala del sistema constructivo en quinchá y tapia, considerando medidas, materiales e insumos necesarios para la ejecución figura 8; mientras que un 2,5% es decir 1 alumno, no lo considera relevante.

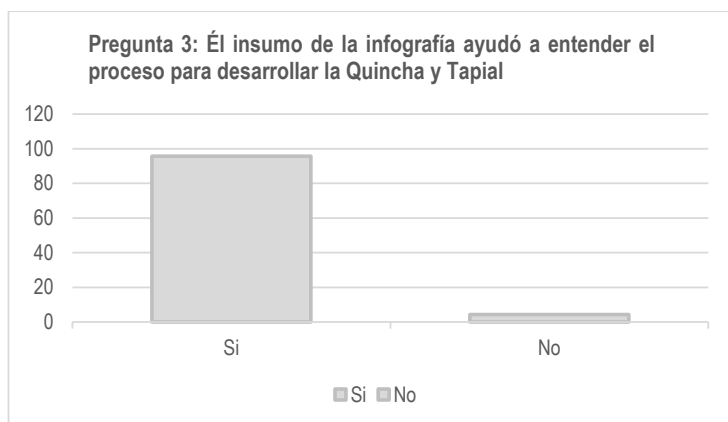


Figura 8. Resultados sobre el uso de la infografía

Para la pregunta 4, cuenta con un 100% de aceptación, siendo el taller práctico de réplicas a escala un acercamiento y manipulación real de materiales vernáculos “arcilla”; además de permitir aterrizar la teórica expuesta en el salón de clase sobre el proceso a realizar en la construcción de la quinchá y tapia; así como identificar materiales, procesos, tiempo de ejecución asimilando su realidad constructiva a escala.

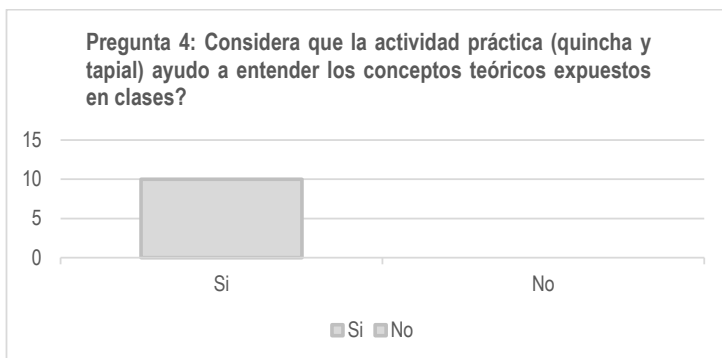


Figura 9. Resultados sobre el entendimiento de la teoría aplicada en la práctica

En las preguntas anteriores los resultados han sido positivos; por lo cual en la pregunta 5 se analiza el grado de complejidad, identificado en tres líneas (materiales, cantidad de personas para desarrollar la actividad y construcción) obteniendo los siguientes resultados: la obtención de material prima (tierra) corresponde una dificultad del 60,9%, siendo el tema de traslado y almacenamiento de la arcilla en el campus; con un 26,1 % el trabajo colaborativo y cooperativo de los estudiantes dado que la actividad tienen un grado de complejidad solo dos personas no es un número suficiente para desarrollar la actividad, y por último la complejidad de construcción de las réplicas con un 13%; siendo un porcentaje bajo figura 10.

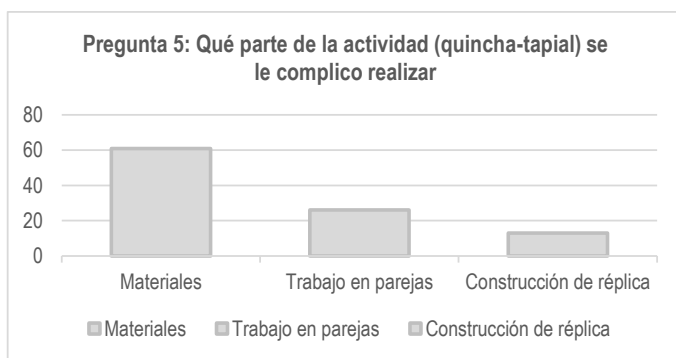


Figura 10. Resultados sobre la complejidad según las tres actividades

Para la pregunta 6, con un 52,2% de los estudiantes consideran que la dificultad del taller práctico es moderada. Esto se concatena con el grado de dificultad en la obtención de los materiales realizado en la pregunta 5; y con una baja escala se identifica un 21,7% con dificultad difícil, figura 11.

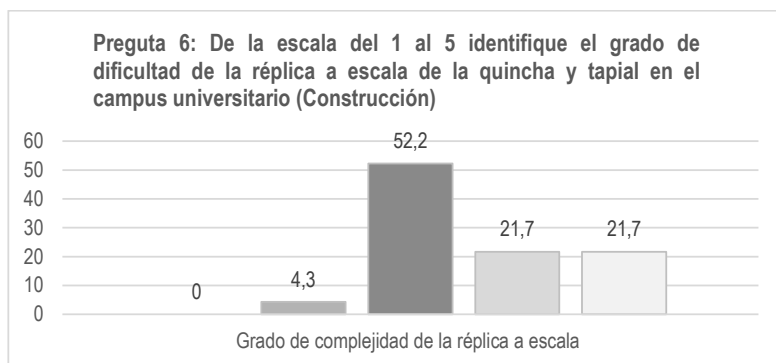


Figura 11. Resultados sobre el grado de complejidad de la réplica a escala

Finalmente, en la pregunta 7 se realizó de forma abierta para conocer recomendaciones emitidas por los estudiantes a la actividad con el fin de mejorarla. En términos generales, se manifiesta tener un lugar más acorde para la práctica y con sombra dadas las condiciones ambientales que son notorias en la amazonía ecuatoriana y tener más tiempo para elaborar dicha actividad.

CONCLUSIONES

La presente innovación docente logro desarrollar las réplicas a escala con materiales vernáculos “arcillosos”, los cuales se vinculan a los conocimientos teóricos impartidos en el aula de clases, siendo el resultado de procesos de análisis, sistematización por medio de los procesos detallados en la metodología desde una aproximación teórica hasta llegar al elemento construido en escala lo cual aportan a entender el desarrollo de los diferentes sistemas constructivos como

es la quinchita y tapial para la formación de futuros arquitectos sostenibles con responsabilidad hacia utilizar lo disponible en sus lugares de trabajo en el futuro de manera consiente y responsable.

También al finalizar el periodo académico los estudiantes fueron sometidos a las evaluaciones semestrales, lo cual aportó significativamente a los resultados de aprendizaje sobre todo aquella pregunta formulada en explicar cuál es el proceso de construcción del sistema constructivo de la quinchita y tapial, mediante la descripción y bocetaje y detalles constructivos necesarios para su construcción, obteniendo resultados significativos.

Se concluye que para dicha actividad es importante considerar el factor de tiempo, el cual les permita con mayor tranquilidad a los estudiantes ejecutar la misma; y sobre todo contar con un espacio adecuado que permita la manipulación de los materiales vernáculos “tierra-madera-paja, etc.” para el desarrollo de la misma; también al estudiante una vez socializada las actividades al inicio del periodo académico, se motiva al estudiante a tener la aproximación más real de los sistemas constructivos, pero se aterrizan a una escala manejable y generar esa sinterización de procesos tanto teóricos como prácticos en la arquitectura por medio de réplicas a escala con materiales vernáculos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los estudiantes inscritos en el componente de Tecnologías de la Construcción II grupo 1 y 2 del periodo académico 1PAO2023 quienes motivados y con optimismo se ejecutó la actividad y ayudaron a enriquecer la práctica, mi agradecimiento más sincero a cada uno de ellos. A Monserrath Freire, Jennifer Vinuela y Meilly Guin quienes se desarrollaron como ayudantes de cátedra y apoyaron en la logística de las actividades y por último a la universidad IKIAM.



Figura 12. Estudiantes del grupo 1 y 2, inscritos en el componente

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba, M. (2016). La enseñanza de la Arquitectura. Iniciación al aprendizaje del proyecto arquitectónico. *Revista Española de Pedagogía*. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/6188>
- Barbero, M., Sánchez, L., & Gayoso, M. (2021). Pedagogía de la construcción: combinación de técnicas de aprendizaje. *IX Jornadas Sobre Innovación Docente En Arquitectura*. https://www.academia.edu/107329220/Pedagog%C3%ADa_de_la_construcci%C3%B3n_combinaci%C3%B3n_de_t%C3%A9cnicas_de_aprendizaje
- Delgado Cruz, M. J., Cuenca Soto, F. G., & Noriega Armijos, V. (2023). Aprendiendo de la historia de la arquitectura mediante el análisis y modelado a escala de ejemplos arquitectónicos. *Advances in Building Education*, 7(2), 9–22. <https://doi.org/10.20868/abe.2023.2.5111>
- González, J. L., & Casals, A. (2001). *Las estrategias docentes de la construcción arquitectónica*. <https://doi.org/10.3989/ic.2001.v53.i474.658>
- Hegger, M., Drexler, H., & Zeumer, M. (2010). *Materiales*. GG.
- IKIAM. (2024, April 4). *Arquitectura Sostenible*. Universidad Regional Amazónica IKIAM.

- Labarta, C. (2017). *Proyecto arquitectónico y materia: lecciones integradas*. PUZ presas de la universidad de Zaragoza.
- Navarro Moreno, D., & Lanzón Torres, M. (2018). Materiales de construcción Estrategias para su enseñanza en las escuelas de arquitectura. *Estoa. Revista de La Facultad de Arquitectura y Urbanismo de La Universidad de Cuenca*, 7(14), 45–53. <https://doi.org/10.18537/est.v007.n014.a03>
- Rudolf Arnheim. (1986). *EL PENSAMIENTO VISUAL* (Ediciones Paidós).

EXPLORANDO MÉTODOS DE ENSEÑANZA INNOVADORES EN TECNOLOGÍAS DE LA GEOINFORMACIÓN: EVALUACIÓN A TRAVÉS DE UN MODELO OBJETIVO¹

DR. FRANCISCO JAVIER REBOLLO CASTILLO

ING. LOURDES REBOLLO MOYANO

DR. JOSÉ MANUEL NARANJO GÓMEZ

Universidad de Extremadura, España

RESUMEN

Este trabajo se centra en la evaluación de la enseñanza en asignaturas de tecnologías de geoinformación, específicamente en Sistemas de Información Geográfica, impartidas en programas de ingeniería. Se propone una metodología basada en pruebas de evaluación para comprender las dificultades de los estudiantes y mejorar la enseñanza mediante un análisis de los resultados de aprendizaje con el modelo de Rasch [1].

El modelo de Rasch identifica áreas con mayores y menores tasas de éxito entre los estudiantes [2], revelando también el perfil de quienes obtienen un rendimiento sobresaliente [3]. Además, utiliza desajustes para identificar asignaturas y estudiantes que no cumplen expectativas según las mediciones obtenidas [4], proporcionando información clave para estructurar los cursos según el nivel de dificultad detectado [5].

¹ Este capítulo parte del Proyecto Titulado: Aplicación de metodologías STEAM y aprendizaje basado en proyectos en aulas invertidas, para la didáctica de las tecnologías de la geoinformación. Nombre del IP: Francisco Javier Rebollo Castillo. Entidad Financiadora: Universidad de Extremadura.

En resumen, el modelo de Rasch no solo analiza el rendimiento estudiantil, sino que también ayuda a comprender anomalías en el plan de estudios y los estudiantes, mejorando la enseñanza.

PALABRAS CLAVE

Innovación. Tecnologías de geoinformación. Modelo de Rasch.

INTRODUCCIÓN

La dificultad, entendida como inconveniente, oposición o contrariedad que impide conseguir, ejecutar o entender bien algo y pronto, está siempre presente en la labor de aprendizaje. Son los alumnos los que determinan la dificultad de la materia impartida correspondiente a la asignatura Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esta asignatura tiene como objetivo principal introducir al alumno en los sistemas de información geográfica, el análisis espacial y técnicas geoestadísticas como herramientas básicas para el conocimiento y análisis del territorio. Los SIGs constituyen un instrumento elemental para el ingeniero agrónomo; fuente de información, herramienta de análisis y medio de expresión de la información geográfica.

En la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura, y con objeto de evaluar a los alumnos de la asignatura Sistemas de Información Geográfica (SIG) de tercer curso, se propusieron una serie de preguntas tipo test (Tabla 1). La prueba estaba compuesta por 20 cuestiones. Las preguntas se construyeron a partir de los contenidos de los libros de texto recomendados en la bibliografía básica de la asignatura. Cada pregunta se compone de un enunciado y cuatro opciones de las que una es correcta. Las opciones de respuesta fueron ordenadas cuando correspondían a cantidades. En el resto de los casos, fueron aleatorias.

Tabla 1: Preguntas de la prueba

Nº	Tema	Cuestión
1	5	Las estructuras raster jerárquicas son...
2	5	Las estructuras raster simples son...
3	8	Una base de datos relacional es...

4	3	En el ajuste exacto, las variables...
5	4	Cuando las propiedades constituyen un
6	2	Los errores en el proceso de modeliza-
7	2	Mapa convencional como modelo analó-
8	2	Un modelo icónico conserva...
9	3	Cuestión investigada por un SIG de tenden-
10	4	La aproximación vectorial la individuali-
11	4	Un modelo de datos es...
12	5	Las estructuras raster simples presentan...
13	6	La operación de reclasificación supone...
14	7	Los centros de los triángulos de Delaunay
15	6	En el álgebra de mapas encuadramos...
16	6	La operación de suavizado supone...
17	6	La operación de realce es...
18	7	En la primera fase de evolución de los
19	3	En la matriz geográfica de Berry...
20	1	Las proyecciones equivalentes con-

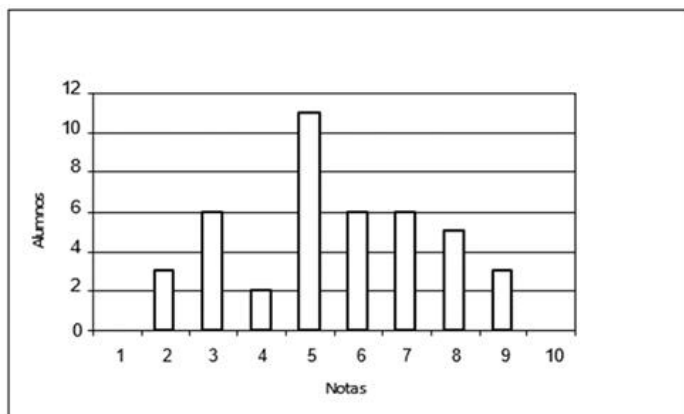
La aplicación de la prueba tuvo lugar en el mes de enero de 2024. Se impartieron detalladamente las instrucciones, seguidas por varias cuestiones de práctica. Se insistió especialmente en que las preguntas fueran resueltas mentalmente, usándose el bolígrafo sólo para marcar la respuesta. Una vez impartidas las instrucciones y contestados los ítems de práctica, se informó a los alumnos de que disponían de 20 minutos para contestar el examen. El tiempo de realización fue suficiente, puesto que el 100% de los participantes terminó la prueba.

Cada una de las cuestiones se puntuó como 1 si la respuesta era correcta y como 0 si era incorrecta, las no contestadas no puntuaban ni restaban. La frecuencia de cada una de las notas se recoge en la tabla 2; y en la figura 1, el gráfico de barras de correspondiente a estas.

Tabla 2: Frecuencia de notas. Fuente: Elaboración propia.

Nota	Nº de alumnos
0	0
1	0
2	3
3	6

4	2
5	11
6	6
7	6
8	5
9	3
10	0



*Figura 1: Notas correspondientes a las 20 cuestiones planteadas.
Fuente: Elaboración propia.*

De la figura anterior destaca que más de la cuarta parte son suspensos (un 26%), un 41% obtiene entre 5 y 6, un 26% entre 7 y 8, y un 7% obtiene un 9. Nadie obtiene 0, 1 ó 10.

Los resultados alcanzados permiten obtener una clasificación de los alumnos según el número de respuestas acertadas, sin embargo, no aportan información alguna acerca de la dificultad de las cuestiones del examen. Este supuesto grado de dificultad vendría dado por las respuestas de los alumnos y depende del número de respuestas acertadas y, por tanto, del conocimiento de la asignatura.

El presente trabajo desarrolla una metodología que nos posibilita determinar de manera simultánea cual es el conocimiento que tienen los alumnos de la asignatura y el grado de dificultad de las cuestiones planteadas.

Este grado de dificultad de las cuestiones nos permite detectar los temas que resultan más complejos en el proceso de aprendizaje. Se clasificó a todos los alumnos según si eran de primera matrícula o no, y si son hombres o mujeres.

Cuestiones como las siguientes, encuentran respuesta en el trabajo que se presenta:

- ¿Tienen el mismo grado de dificultad las cuestiones del tema 1 que las del tema 8?
- ¿Son más difíciles las cuestiones para los no repetidores que para los repetidores?
- ¿La temporización de la asignatura está en consonancia con el grado de dificultad de cada una de las partes?
- ¿Es la asignatura preceptiva para alumnos con un determinado nivel de destreza?

El presente trabajo desarrolla una metodología que nos permite determinar el grado de dificultad de las materias que conforman la asignatura SIG, y la interrelación entre ellas, mediante el número de aciertos de una prueba formada con cuestiones referentes a las distintas partes del programa. Esta información nos permite no sólo estructurar la asignatura en términos de su grado de dificultad, sino también determinar las causas que identifican dicha dificultad, reseñando los requisitos necesarios para un aprendizaje menos dificultoso.

1. METODOLOGÍA

La metodología diseñada y desarrollada en este trabajo está basada en la formulación del modelo de Rasch, considerado como un instrumento de medida conjunta [6].

Sea la variable latente (referente común) dificultad/habilidad (X_{ni}) definida por un conjunto de ítems (n hace referencia a los alumnos, e i a las cuestiones). Estos ítems son las cuestiones con las que se evalúa a los alumnos. Como cualquier otra variable latente, el conocimiento de los SIGs puede visualizarse como una línea con una dirección a lo largo de la cual se sitúan las cuestiones y los alumnos. A medida que un alumno esté situado más a la derecha de la línea, implicará más conocimiento de la asignatura. Se trata entonces de encontrar una

manera de establecer la ubicación apropiada de las cuestiones planteadas a lo largo de la línea en términos de la respuesta de los alumnos, representando de forma simultánea el grado de conocimiento de los alumnos en la asignatura respecto de la dificultad de las cuestiones planteadas y viceversa.

La siguiente figura (Fig. 2) ilustra la manera en la que el alumno β_0 y las cuestiones δ_1 , δ_2 , δ_3 , y δ_4 se sitúan a lo largo de la línea que representa el grado de dificultad de la asignatura.

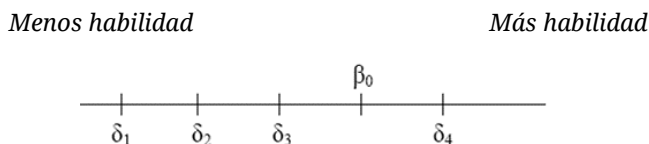


Figura 2: Dificultad/habilidad 1. Fuente: Elaboración propia.

En este caso, las preguntas, están más próximas al extremo de la izquierda que el alumno β_0 . Por tanto, el alumno β_0 ha contestado correctamente a las tres cuestiones representadas por δ_1 , δ_2 y δ_3 , mientras que no ha respondido correctamente a la cuestión δ_4 .

Si observamos la figura 3, el alumno β_0 tendría menos habilidad en la asignatura.

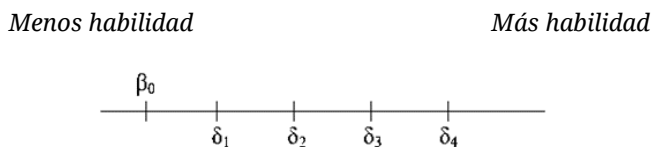


Figura 3: Dificultad/habilidad 2. Fuente: elaboración propia

Mientras que, si analizamos la figura 4, podremos deducir que el alumno β_0 tendría más habilidad en la asignatura.

Menos habilidad

Más habilidad

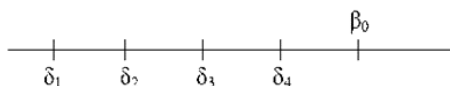


Figura 4: Dificultad/habilidad 3. Fuente: elaboración propia

Si hubiera dos o más alumnos analizados, su diferencia en términos de dificultad en la asignatura vendría dada por sus posiciones relativas con respecto al número de cuestiones que han acertado. Así, la variable latente dificultad/habilidad de la asignatura sería el continuo, representado en una línea, a lo largo de la cual se sitúan los parámetros δ_i para las cuestiones y los β_n para los alumnos.

Menos habilidad

Más habilidad

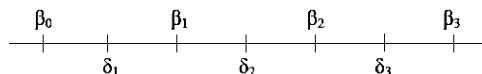


Figura 5: Dificultad/habilidad 4. Fuente: elaboración propia.

La representación anterior (Fig. 5) muestra que el alumno β_0 no ha acertado ninguna pregunta. El alumno β_1 ha resuelto la cuestión δ_1 . El alumno β_2 ha resuelto las cuestiones δ_1 y δ_2 . El alumno β_3 ha sido el que ha resuelto las tres cuestiones. Por tanto, β_0 es el alumno menos aventajado y β_3 es el más aventajado en la asignatura. La cuestión δ_1 (la de menor medida), ha sido resuelta correctamente por los alumnos β_1 , β_2 y β_3 , es decir, es la más fácil; mientras que la cuestión δ_3 (la de mayor medida, está más a la derecha) y solo ha sido resuelta por el alumno β_3 , y por tanto es la más difícil.

Para expresar lo enunciado anteriormente en términos matemáticos, se procede de la siguiente manera:

Consideremos X_{ni} la variable dicotómica “dificultad/habilidad de la asignatura SIG”, que describe la situación de que un alumno n resuelve correctamente la cuestión i . Si $X_{ni} = 1$, entonces el alumno n se dice que ha respondido correctamente; por el contrario, si $X_{ni} = 0$ el alumno ha respondido incorrectamente. Una manera de relacionar

las posiciones de los alumnos y de las cuestiones planteadas con la variable de forma dicotómica en términos de probabilidad es:

Si $(\beta_n - \delta_i) > 0$, entonces $P[X_{ni} = 1] > 0.5$

Si $(\beta_n - \delta_i) < 0$, entonces $P[X_{ni} = 1] < 0.5$

Si $\beta_n = \delta_i$, entonces $P[X_{ni} = 1] = 0.5$

Con los cálculos apropiados se obtiene:

$$P[X_{ni} = 1] | [\beta_n, \delta_i] = \frac{e^{(\beta_n - \delta_i)}}{1 + e^{(\beta_n - \delta_i)}}$$

Que nos da la probabilidad de que el alumno n , referido a la cuestión i , la resuelva (tiene conocimiento de ella), dados los parámetros β_n y δ_i . Esta es la fórmula que George Rasch [7] obtuvo en su tratado de las variables latentes.

2. RESULTADOS.

Obtención de las medidas de la dificultad de las cuestiones, y de la habilidad de los alumnos. Identificación de los perfiles de los alumnos con las medidas de habilidad alta. Estudio de los desajustes de los datos que hacen referencia a las respuestas correctas cuando, según la baja medida habilidad del alumno, se esperaba que fueran incorrectas; y respuestas incorrectas cuando, según la alta medida de habilidad de los alumnos, se esperaba que fueran correctas.

Los datos utilizados son las respuestas a las preguntas, de 40 alumnos correspondientes al examen final de SIG de tercer curso de la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura. Las respuestas fueron codificadas dicotómicamente y los datos analizados mediante el programa informático WINSTEPS V. 3.35. En primer lugar, presentaremos los resultados del análisis del ajuste al modelo de las cuestiones (ítems) y de los alumnos. Como ya se ha comentado, el ajuste es crucial; en su ausencia, los valores carecen de significado teórico y las ventajas del modelo de Rasch se desvanecen. Aplicando la metodología descrita anteriormente se obtiene la representación gráfica siguiente (Fig.6), que pone de manifiesto el logro de haber conseguido que de forma conjunta las cuestiones (ítems) discriminen a los alumnos y viceversa.

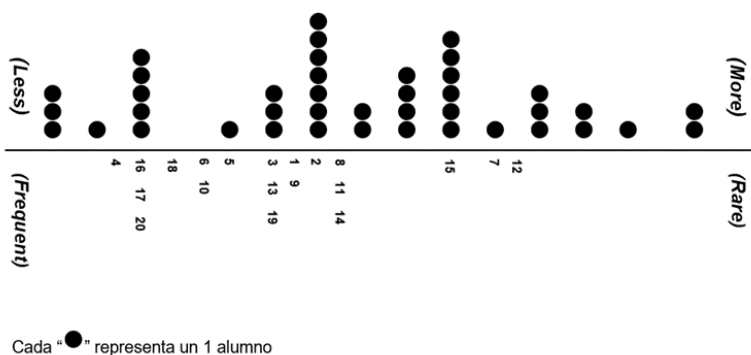


Figura 6: Discriminación de los alumnos por la medida de las cuestiones y viceversa. Fuente: propia

En la representación gráfica anterior se observa que algunos alumnos (los ubicados a la izquierda) no han sido capaces de resolver muchas cuestiones, del mismo modo son muy pocos los alumnos capaces de resolver casi todas las cuestiones (los ubicados a la derecha). Contabilizando las notas como suspensos y aprobados, el 26% de los alumnos presentados han suspendido el examen, de ellos el 91% son de la primera convocatoria y el 9% son repetidores. De estos suspensos el 73% son hombres frente al restante 27% de mujeres.

Las cuestiones que han resultado de mayor dificultad han sido todas las relativas a los temas 5 y 2, mientras que las que menos dificultad presentan son las correspondientes a los temas 3 y 1. La tabla 3 recoge el total de puntos (raw score), la medida del grado de dificultad (measure) con sus errores y desajustes infit y outfit).

La materia que hace referencia a las cuestiones: “Las estructuras raster simples presentan...”, es la más difícil de todas, seguido de “Mapa convencional como modelo analógico...”, “En el algebra de mapas encuadramos...”, etc., y las más fáciles son: “En el ajuste exacto, las variables...” y “Las proyecciones equivalentes conservan...”.

Tabla 3: Medida de la dificultad de las cuestiones. Fuente: elaboración propia.

Entry Number	Raw Score	Count	Measure	Error	Infit		Outfit		Score Corr.	Cuestiones
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		
12	14	42	55.7	1.6	1.21	1.2	1.68	2.5	0.15	Las estructuras
7	15	42	55.2	1.6	1.54	3.1	1.96	3.5	-0.12	Mapa convencio-
15	19	42	53.5	1.6	1.20	1.5	1.20	1.1	0.24	En el algebra de
8	22	42	51.4	1.5	1.08	0.7	1.19	1.0	0.31	Un modelo icó-
11	22	42	51.4	1.5	1.01	0.1	0.97	-0.1	0.41	Un modelo de da-
14	22	42	51.4	1.5	0.93	-0.6	0.89	-0.6	0.48	Los centros de
2	23	42	50.9	1.5	0.95	-0.4	0.89	-0.6	0.46	Las estructuras
1	24	42	50.4	1.6	0.71	-2.6	0.66	-1.9	0.66	Las estructuras
9	24	42	50.4	1.6	0.95	-0.4	0.93	-0.3	0.44	Cuestión investi-
3	25	42	49.9	1.6	1.12	0.9	1.06	0.3	0.30	Una base de da-
13	25	42	49.9	1.6	0.92	-0.7	0.87	-0.6	0.47	La operación de...
19	25	42	49.9	1.6	0.94	-0.4	0.88	-0.6	0.45	En la matriz geo...
5	27	42	48.8	1.6	0.98	-0.1	0.88	-0.5	0.42	Cuando las prop...
6	28	42	48.2	1.6	1.05	0.4	1.66	2.0	0.26	Los errores en el
10	28	42	48.2	1.6	0.87	-0.9	0.78	-0.9	0.50	La aproximación
18	29	42	47.6	1.6	1.10	0.6	1.02	0.1	0.29	En la primera
16	30	42	47.0	1.7	0.70	-2.1	0.58	-1.6	0.63	La operación de
17	30	42	47.0	1.7	0.77	-1.5	0.67	-1.2	0.56	La operación de
20	30	42	47.0	1.7	0.80	-1.3	0.68	-1.1	0.54	Las proyecciones...
4	31	42	46.4	1.7	0.92	-0.5	0.78	-0.7	0.43	En el ajuste
MEAN	25	42	50.0	1.6	0.99	-0.2	1.01	0.0		
S.D.	5	0	2.5	0.1	0.19	1.3	0.36	1.3		

Tabla 4: Medida de la dificultad de los alumnos. Fuente: elaboración propia.

Entry Number	Raw Score	Count	Measure	Error	Infit		Outfit		Score corr.	Alum-
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		
6	19	20	64.0	4.7	0.84	-0.2	0.36	-0.8	0.52	EAA M R
19	19	20	64.0	4.7	1.07	0.1	1.66	0.5	-0.16	MLL M R
21	18	20	60.5	3.4	0.89	-0.2	0.63	-0.6	0.43	MLV M
5	17	20	58.3	2.9	0.85	-0.4	0.63	-0.8	0.53	CNL H
24	17	20	58.3	2.9	0.92	-0.2	0.76	-0.5	0.39	MMM H
2	16	20	56.7	2.6	1.00	0.0	0.86	-0.4	0.28	BGM M
33	16	20	56.7	2.6	0.91	-0.3	0.79	-0.5	0.42	PCJ H R

34	16	20	56.7	2.6	0.92	-0.3	0.85	-0.4	0.39	RVT M
37	15	20	55.3	2.4	0.80	-0.8	0.72	-1.0	0.60	SVL M
7	14	20	54.1	2.3	0.90	-0.5	0.89	-0.5	0.42	EPM M
13	14	20	54.1	2.3	0.74	-1.3	0.68	-1.4	0.72	HJJ H
30	14	20	54.1	2.3	0.86	-0.7	0.87	-0.5	0.48	PCY M
32	14	20	54.1	2.3	0.80	-1.0	0.78	-1.0	0.60	PRA H
35	14	20	54.1	2.3	1.12	0.6	1.16	0.6	0.03	RHM H R
38	14	20	54.1	2.3	0.91	-0.4	0.90	-0.4	0.04	SSM M
4	13	20	53.0	2.2	0.90	-0.6	0.89	-0.5	0.44	CPM M R
11	13	20	53.0	2.2	0.99	0.0	1.03	0.1	0.25	GRF H
12	13	20	53.0	2.2	0.88	-0.7	0.84	-0.9	0.49	GRM M R
26	13	20	53.0	2.2	1.26	1.3	1.33	1.5	-0.21	MSE H
20	12	20	51.9	2.2	1.03	0.2	1.06	0.4	0.19	MGM M
31	12	20	51.9	2.2	0.78	-1.7	0.75	-1.7	0.66	PPG M
8	11	20	50.9	2.1	1.09	0.7	1.11	0.8	0.10	GJE H
10	11	20	50.9	2.1	0.98	-0.1	0.98	-0.1	0.29	GPM M
15	11	20	50.9	2.1	1.13	1.0	1.12	0.9	0.05	LGJ H
16	11	20	50.9	2.1	1.22	1.7	1.25	1.7	-0.13	LCJH
23	11	20	50.9	2.1	0.82	-1.5	0.82	-1.4	0.57	MML M
36	11	20	50.9	2.1	1.08	0.6	1.08	0.6	0.13	SLF H
41	11	20	50.9	2.1	0.75	-2.2	0.72	-2.2	0.71	TLJ H R
14	10	20	50.0	2.1	1.03	0.3	1.04	0.3	0.21	LCM M R
17	10	20	50.0	2.1	0.84	-1.5	0.81	-1.5	0.55	LVP H
40	10	20	50.0	2.1	0.74	-2.5	0.72	-2.4	0.72	TCG H
22	9	20	49.0	2.1	1.00	0.0	0.98	-0.1	0.26	MCC M
39	8	20	48.0	2.1	1.03	0.2	1.08	0.4	0.18	TGP H
1	7	20	47.0	2.2	1.03	0.2	1.11	0.5	0.15	ALC M
3	7	20	47.0	2.2	0.90	-0.90	-0.7	0.84	0.43	BGI M
9	7	20	47.0	2.2	1.21	1.2	1.36	1.6	-0.19	GEF H
27	7	20	47.0	2.2	1.15	0.9	1.31	1.3	-0.10	NEM H
42	7	20	47.0	2.2	1.23	1.3	1.50	2.1	-0.27	VMA H
25	6	20	45.9	2.3	1.07	0.3	1.05	0.2	0.11	MAP H
18	5	20	44.7	2.4	1.38	1.3	2.01	2.4	-0.67	MTS H R
28	5	20	44.7	2.4	1.24	0.9	1.5	1.3	-0.31	OGH H
29	5	20	44.7	2.4	1.14	0.5	1.66	1.7	-0.22	OGJ H
MEAN	12.0	20	52.1	2.4	0.99	-0.1	1.01	0.0		
S.D.	4.0	0	4.7	0.6	0.16	1.0	0.32	1.1		

Los alumnos están identificados con las tres iniciales de su nombre y apellidos (en mayúsculas), seguido de la letra M o H que indican si es hombre o mujer, y por último la letra R indicando si es o no repetidor. El porcentaje de mujeres que superan la media de aciertos es de 57% y el de hombre es el 43% (estas son más propensas a superar la dificultad de las cuestiones que ellos). El 66 % de los repetidores están por encima de la media.

Tabla 5: Desajustes de la cuestión nº 6. Fuente: elaboración propia.

6. Los errores en el proceso de modelización...																													
NIVELES: 1:	1	1	1	1	1		1	1	0	0	1		1	1	1	1	0		0	0	0	0	1		1	1	1	1	1
Z- RESIDUAL:																					-5								
NIVELES: 26:	0	0	0	0	0		1	1	1	0	1		1	1	1	1	1		1	0									
Z- RESIDUAL:										-2																			

Tabla 6: Desajustes de la cuestión nº 7. Fuente: elaboración propia.

7. Mapa convencional como modelo analógico...																												
NIVELES: 1:	1	1	0	0	0		1	0	0	0	0		0	0	0	1	1		1	0	1	1	0		0	0	0	0
Z- RESIDUAL:	2																			3								
NIVELES: 26:	1	0	1	1	0		0	0	0	0	1		1	0	0	1	0		0	1								
Z- RESIDUAL:																												

Tabla 7: Desajustes de la cuestión nº 12. Fuente: elaboración propia.

12. Las estructuras raster simples presentan...																													
NIVELES: 1:	0	1	0	0	1		0	0	1	1	0		0	0	0	0	0		1	0	1	1	0		1	0	0	1	0
Z- RESIDUAL:							-2			-2										3									
NIVELES: 26:	0	1	0	1	0		0	0	1	1	0		0	0	0	0	0		0	1									
Z- RESIDUAL:	2		3																	2									

Cuando una pregunta es correcta se le asigna 1, y cuando es incorrecta se le asigna 0. La pregunta 7 (tabla 6) (Mapa convencional como modelo analógico...) es un ítem que desajusta a la hora de explicar la sinergia de las respuestas acertadas con el grado de dificultad. Solo el 36% de los alumnos han contestado correctamente, de los cuales el 40% tienen una medida de acierto muy por debajo de la media, es decir, casi la mitad de los aciertos a esta cuestión son inesperados según su bajo nivel. La identificación de este comportamiento lo denotan los residuales positivos, que expresan respuestas correctas cuando se esperaba que fueran incorrectas.

Por el contrario, la cuestión 6 (tabla 5) (Los errores en el proceso de modelización...), con un grado de dificultad por debajo de la media, es otra cuestión que desajusta; en este caso los residuales son negativos, lo que significa que habiendo dos alumnos con un alto número de aciertos se esperaba que también acertaran en esta cuestión y sin embargo no ha sucedido así.

Tabla 8: Desajustes del alumno GEF H. Fuente: elaboración propia.

9. GEF H																			
NIVELES:	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1
1:																			
Z-												2							
RESIDUAL:																			

Tabla 9: Desajustes del alumno MTS H R. Fuente: elaboración propia.

18. MTS H R																			
NIVELES:	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1:																			
Z-							3	2				3	2						
RESIDUAL:																			

Tabla 10: Desajustes del alumno MLL M R. Fuente: elaboración propia.

19. MLL M R																			
NIVELES:	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1:																			
Z-																			
RESIDUAL:						-5													

Tabla 11: Desajustes del alumno MSE H. Fuente: elaboración propia.

26. MSE H																																	
NIVELES: 1:	1	1	1	0	0		0	1	1	1	0		1	0	1	1	1		1	1	0	0	1										
Z- RESIDUAL:				-2																													

Tabla 12: Desajustes del alumno NEM H. Fuente: elaboración propia.

27. NEM H																														
NIVELES: 1:	0	0	1	1	0		0	0	0	0	1		1	1	0	0	1		0	0	1	0	0							
Z- RESIDUAL:													2																	

Tabla 13: Desajustes del alumno OGH H. Fuente: elaboración propia.

28. OGH H																																
NIVELES: 1:	0	0	1	0	0		0	1	0	1	0		1	0	0	0	0		0	0	0	1	0									
Z- RESIDUAL:								3					2																			

Tabla 14: Desajustes del alumno OGJ H. Fuente: elaboración propia.

29. OGJ H																																
NIVELES: 1:	0	0	1	1	0		0	1	0	0	0		0	1	0	0	0		0	0	1	0	0									
Z- RESIDUAL:							3						3																			

Tabla 15: Desajustes del alumno VMA H. Fuente: elaboración propia.

42. VMA H																																
NIVELES: 1:	0	0	0	1	1		0	1	0	0	0		0	1	1	0	1		0	0	1	0	0									
Z- RESIDUAL:							2						2																			

Referente a los alumnos que desajustan, por ejemplo, los alumnos 9 (tabla 8), 18 (tabla 9) y 42 (tabla 15), cuyo reducido número de aciertos (identificados con 1) corresponden a las cuestiones más difíciles y sin embargo las respuestas incorrectas (identificadas con 0) corresponden a las cuestiones más fáciles. Los residuales son positivos. No

obstante, el alumno 19 (tabla10) (repetidor) ha obtenido todas las respuestas correctas salvo una incorrecta, cuestión nº 6, cuyo grado de dificultad está por debajo de la media, este comportamiento es el significado del residual negativo -5, como se aprecia en la tabla.

3. CONCLUSIONES.

Mediante la formulación del modelo de Rasch a los datos obtenidos, nos ha permitido clasificar los distintos temas del programa de la asignatura SIG según el grado de dificultad.

Se ha demostrado que las mujeres son más propensas que los hombres, a superar las materias difíciles de la asignatura.

El control de calidad de los datos procesados nos determina el comportamiento anómalo de los alumnos en función de sus respuestas, según el grado de dificultad de las cuestiones.

La aplicación del modelo de Rasch no solo arroja luz sobre el rendimiento de los estudiantes, sino que también ayuda a entender las causas subyacentes a los comportamientos anómalos tanto en el temario impartido, como en los alumnos evaluados, proporcionando una base sólida para mejorar la enseñanza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] RASCH, G. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. *MESA Press*, 5835 S. Kimbark Ave., Chicago, IL 60637; e-mail: MESA@uchicago.edu; web address: www.rasch.org; tele, 1993. (Acceso: 9 enero 2024).
- [2] TRISTÁN-LÓPEZ, A.; CORPUS, N. (2017). La objetividad en las pruebas estandarizadas. *Revista Iberoamericana de evaluación educativa*, vol. 10, no 1, p. 11-31.
- [3] DEBELAK, R; STROBL, C.; ZEIGENFUSE, M. D. (2022). An introduction to the Rasch model with examples in r. *Crc Press*.
- [4] LIU, XIUFENG (2020). Using and developing measurement instruments in science education: a Rasch modeling approach 2nd edition. *IAP*.
- [5] BERGH, D. EM; KHYNE, M. S. (2020). Rasch Measurement: Applications in Quantitative Educational Research.

- [6] ALVAREZ, P. (2005). Several Noncategorical Measures Define Air Pollution Control (Chapter Fourteen, 277-292). Rasch Measurement in Health Sciences. *JAM Press*. Maple Grove, Minnesota.
- [7] RASCH, G. (1980). Probabilistic models for some intelligence and attainment test. Chicago: *The University of Chicago Press*.

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE USOS BIM EN LA INTERVENTORÍA TÉCNICA PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS EN COLOMBIA

DR. MANUEL FLÓREZ SUAREZ

DR. RAFAEL LOZANO DIEZ

Universidad Politécnica, España

RESUMEN

La Estrategia Nacional BIM 2026, plantea que, para ese año BIM sea obligatorio en los contratos públicos a nivel nacional, lo que conlleva la necesidad de ajustar esta metodología de trabajo a las circunstancias particulares de las normas referentes a la contratación, como es el caso de la obligatoriedad de la figura de la interventoría en la ejecución de las obras publicas.

El documento explora la conexión entre los diversos usos de la metodología BIM, con la interventoría técnica de obras.

La estrategia de trabajo aplicada es una comparativa entre las funciones principales del interventor y los usos BIM, buscando identificar los usos imprescindibles para la labor de la interventoría.

El estudio permitió determinar que los usos BIM de la interventoría, aunque dependen de los usos que requieran las entidades públicas en el BEP. El interventor tiene que poder desarrollar usos tales como: revisión de diseño, validación de norma, coordinación 3D, seguimiento de obra y modelado récord, entre otros, los cuales están relacionados directamente con sus funciones.

Se deduce que el interventor tiene que emplear estos usos para gestionar, auditar y vigilar, garantizando el flujo de trabajo colaborativo, el cumplimiento del contrato y la transparencia durante la construcción.

PALABRAS CLAVE

BIM, usos, interventoría, contratación, obra pública.

INTRODUCCIÓN

La metodología BIM ha cambiado notablemente la forma tradicional de trabajar en los proyectos de construcción y suponen un salto hacia la excelencia y la modernización del proceso constructivo, la llegada de la metodología BIM en el entorno internacional y por supuesto el contexto nacional, sugiere la necesidad en Colombia de adaptar ciertos parámetros de esta metodología de trabajo a las particularidades de las normativas y leyes referentes a la contratación de obras públicas en Colombia.

Desde la perspectiva colombiana hay muchas particularidades que deben tenerse en cuenta dentro de la estructura misma de la metodología BIM, para poder desarrollar con éxito los proyectos de obra pública y ajustarlos a las leyes colombianas.

Una de las particularidades normativas más importantes dentro de la contratación, es la interventoría, ya que la ley obliga que todos los contratos de obra pública que hayan sido celebrados como resultado de un proceso de licitación pública, deben contratar una persona o empresa independiente a la entidad contratante y a él contratista adjudicatario de la obra. Esto viene a explicar el alcance que tiene la interventoría en los procesos de contratación, por lo que buscar formas para incorporarla en los proyectos gestionados con metodología BIM, es crucial para Colombia.

La interventoría es una figura muy consolidada en el sector constructivo colombiano y representa una parte fundamental en el desarrollo de las obras públicas, su importancia en los procesos constructivos se evidencia en la misma obligatoriedad normativa que exigen las leyes y que las entidades estatales deben de cumplir.

Aunque es obvio la conexión que debe tener la interventoría en la ejecución de los proyectos públicos desarrollados con BIM, actualmente existe poca información que relaciona estas dos temáticas, en parte por lo novedoso de la metodología BIM y la peculiaridad de la ley colombiana. Esto convierte esta investigación en un desafío, pero es precisamente este entorno lo que nos obliga a plantearnos ciertos interrogantes generales como; ¿De qué manera tendría que ser abordada la interventoría para la contratación de proyectos de obras Públicas gestionados con BIM?, y otros más específicos como; ¿Que usos

y herramientas de esta metodología pueden ser utilizadas por los interventores para el mejor desempeño de su labor?

Tratando de dar respuesta a parte de estos interrogantes hemos enfocado nuestra investigación en el análisis de dos componentes clave, la descripción de las particularidades de las funciones del interventor durante la fase de construcción y el tipo de información generada por la utilización de los diversos usos BIM, de manera que al relacionarlos, podamos definir los usos BIM básicos que tendría que utilizar la interventoría para el desempeño correcto de su rol, como parte involucrada en los procesos de gestión de la información BIM. En base a esto, se plantea como objetivo principal establecer una propuesta de aplicación de usos BIM que la interventoría necesitaría emplear en el modelo digital para mejorar el desempeño de su labor en la fase de construcción de los proyectos ejecutados con metodología BIM.

1. MARCO CONCEPTUAL Y PLANTEAMIENTOS TEÓRICOS

Los inicios del BIM en Colombia apuntan al año 2010, cuando algunas constructoras del país comienzan a explorar la metodología BIM utilizando softwares de modelado para mejorar los procesos dentro de sus proyectos. Pero es a partir del año 2019, que el Gobierno Colombiano inicia oficialmente los esfuerzos para la adopción de la metodología BIM, con la estrategia nacional BIM 2020-2026 con la cual el gobierno nacional, espera que en el año 2026 el 100% de los proyectos públicos adopten algún nivel de desarrollo BIM, logrando cumplir el mandato BIM Nacional, con el que se pretende impulsar la transformación digital. El documento de estrategia establece como visión nacional la “Transformación digital del sector de la construcción para un mejor uso de los recursos disponibles y una mayor productividad”. (DPN - ESTRATEGIA NACIONAL BIM 2020–2026, 2020)

1.1. LOS OBJETIVOS Y USOS BIM

La guía “Building Information Modeling Project Execution Planning Guide” elaborada por el departamento de Computer Integrated Construction de la universidad de investigación de Pensilvania (EEUU.), es una de las fuentes que clasifica y describe de mejor manera los Usos BIM. El proceso para llevar a cabo esta clasificación se esquematiza de la siguiente manera:



Figura 1: Proceso simplificado para clasificar objetivos y usos.
Fuente. Guía para la elaboración del Plan de Ejecución BIM, esBIM.

De acuerdo con la guía los “Usos” se definen de acuerdo con los objetivos del proyecto en dos grandes grupos de clasificaciones, que ordenan y agrupan el uso según el propósito de uso y características de uso de la siguiente manera:

El propósito de uso; define la aplicación específica para poder hacer una primera identificación de los usos de BIM que se pueden dar a lo largo de la vida útil del proyecto, este se desarrolla aplicando 5 componentes:

- Gather (Recolectar): Recolecta información para organizar los elementos BIM.
- Generate (Generar): Creación de nueva información para elementos del modelo BIM.
- Analyze (Analizar): Examinar elementos del modelo BIM para aportar mayor entendimiento sobre ellos.
- Communicate (Comunicar): Presentar y compartir información sobre elementos BIM.
- Realice (Ejecutar): Controlar y realizar controles sobre elementos del modelo BIM.

En cuanto a las características de uso; el documento propone las siguientes:

- Facility Element (Elementos de la instalación o infraestructura): El sistema de infraestructura sobre el cual el uso debe ser implementado.
- Facility Phase (Fase de instalación): El punto del ciclo de vida de la infraestructura en el cual el uso de BIM debe ser implementado.
- Discipline (Disciplina): Especialidad sobre la cual el uso del BIM debe ser aplicado.
- Lod-Level Of Development (Nivel de detalle): Nivel de desarrollo que el uso BIM requiere para su implementación. (The Computer Integrated Construction Research Program, 2011).

Así, en función de los objetivos generales de la administración en cuestión y de los específicos del proyecto, se definirán unos usos BIM que serán los que acoten y dirijan en gran medida el alcance y metas buscadas por la administración para ese contrato. (MESA TÉCNICA, Estrategia BIM Colombia GUÍA DE APLICACIÓN BIM V01, 2021)

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA INTERVENTORÍA

Atendiendo a la obligación de las entidades estatales de vigilar correctamente la ejecución de Obras Públicas, y sin entrar en las particularidades de la obra y la carencia de conocimientos especializados de la entidad, esta podría contratar la interventoría para cada una de las fases de la obra pública, en este sentido podríamos hablar de una interventoría del proyecto, otra durante la construcción e incluso una para operación y mantenimiento.

Para el caso de la interventoría durante la construcción (Interventoría de Obra), que es de carácter obligatorio por lo general en Colombia y en la que centramos este estudio, encontramos algunos conceptos específicos que nos dice:

El objetivo principal de este servicio es el de verificar que el desarrollo o la ejecución del proyecto se lleve a cabo de acuerdo con las especificaciones, los planos, las normas y demás elementos estipulados en el proceso de diseño. También comprende dos tipos principales de actividades, ambas dirigidas a salvaguardar los intereses del cliente: Actividades de carácter técnico, referidas al cumplimiento de normas y especificaciones, incluyendo aquí, cuando aplica, la realización de inspecciones en fábrica y la verificación de las obras

en el terreno. Actividades de carácter administrativo, relacionadas con el control de uso de recursos humanos y técnicos, control de presupuestos y costos imprevistos, tiempos de ejecución, programas y prácticas constructivas, etc.” (SÁNCHEZ HENAO, 2010).

En este sentido el servicio de interventoría durante la construcción comprende las funciones técnicas y administrativas, funciones complementarias e inseparables durante la obra, por lo cual ambas deben ser realizadas por la misma persona o entidad”. (FUNCIÓN PÚBLICA - DECRETO 2090 DE 1989). Pero de acuerdo con lo establecido en la ley la entidad estatal, puede extender la Interventoría de Obra a temas de carácter financiero, contable y jurídico, dependiendo de las circunstancias. A este tipo de interventoría se le denomina interventoría Integral.

1.3. OBLIGATORIEDAD DE LA INTERVENTORÍA EN LA CONTRATACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Para el desarrollo de obras públicas el sistema de contratación utilizado generalmente por las entidades públicas es el contrato de obra. La interventoría debe contratarse cuando la entidad requiera de un seguimiento técnico especializado, utilizando en lo posible la modalidad de selección más transparente “La Licitación Pública” y en cualquier etapa, pero obligatoriamente en la fase de Construcción o ejecución de la obra. Adicionalmente, se utilizan los sistemas de contratación por administración delegada, fiducia pública o concesión, que contemplen obras y sean de iniciativa pública.

En resumidas cuentas, la obligatoriedad de la interventoría en la contratación de obras públicas en Colombia obedece habitualmente a cuatro factores fundamentales: La carencia de capacidad técnica de la entidad pública, la modalidad de selección, el sistema de contratación y la fase del proyecto.

1.4. PLANTEAMIENTOS TEÓRICOS

Diversos aspectos como los hábitos de los agentes que intervienen en el proceso constructivo o cuestiones legales relacionados con la aprobación de proyectos, contratos, licencias y demás, obligarán a que los procesos tradicionales convivan con estos nuevos flujos de trabajo durante algún tiempo, para ir acoplándose a la metodología BIM, en este

sentido es importante entender que la documentación de un proyecto BIM, no va a ser exclusivamente el propio modelo, sino que va a ser un conjunto del modelo, más la documentación convencional en forma de planos y documentos de texto, que el interventor está acostumbrado a manejar, por lo que su nuevo rol, tendrá que ir enfocado la validación de la información BIM y en lograr el aprovechamiento del modelo, para que pueda desarrollar sus actividades en base a herramientas de análisis BIM.

En consecuencia, nos basaremos en la hipótesis que el interventor tiene que aprovechar las herramientas BIM desarrolladas por la parte designada principal, para mejorar el desarrollo de los procesos de supervisión y vigilancia en la ejecución de los proyectos públicos con BIM. Ahora bien, para poder determinar estas herramientas, primero se debe identificar cuáles de las actividades que desempeña el interventor, pueden desarrollarse aprovechando el modelo BIM, ya sea en beneficio de su labor o como resultado del mismo proceso de auditoría.

2. FUNCIONES vs. USOS. METODOLOGÍA

El desarrollo del estudio está estructurado teniendo en cuenta el análisis de uno de los componentes principales de esta metodología, los usos BIM, y la relación que estos tienen con las funciones que desempeñan la interventoría técnica de obras públicas, esperando obtener elementos que nos ayuden a aclarar, como esta figura debe adaptarse a los cambios que supone el desarrollo de los proyectos de obras públicas con metodología BIM, los cuales está demandando el sector.

Conforme a lo anterior, como primer paso se definió el nivel de participación que involucra a la interventoría en la estructura de un proyecto de obra pública con metodología BIM, para esto se realizó un análisis específico de los pilares fundamentales en los que se sustenta esta metodología, para ver de qué manera podríamos introducir a los órganos de control, en este caso la interventoría técnico- administrativa de obras, además, se examinaron la distribución de la estructura en algunos de los proyectos pilotos desarrollados en Colombia y se determinó un esquema general de aplicación.

En segundo lugar, se especificó las funciones principales de la interventoría en base a la documentación oficial. Como este estudio con-

templa el seguimiento técnico de la interventoría en la fase de ejecución se tomará para el análisis las actividades generales y de seguimiento técnico de la G-EFSICE-02 que es la “Guía para el ejercicio de las funciones de supervisión e interventoría de los contratos suscritos por las Entidades Estatales.” Luego se estableció por medio del contraste de las funciones del interventor, los objetivos generales BIM desde el enfoque de la interventoría.

Por último, se fijaron diferentes usos de aplicación a partir de los objetivos BIM de la interventoría, relacionando los aspectos claves dentro de los usos BIM más comunes, de manera que pudiesen asociarse de forma directa o indirecta con la labor del interventor.

3. USOS BIM EN LA INTERVENTORÍA. RESULTADOS

Los usos BIM definen los alcances del modelo e identifican el propósito de este, estos tienen que ir alineados a los objetivos BIM. La finalidad de alinear los objetivos del proyecto a los Usos BIM es precisamente evitar los sobre costos de la utilización BIM, priorizando su aplicación en las actividades que puedan proporcionar un mayor valor agregado al activo construido.

Para el caso de los usos de la interventoría, esto tienen que ser alineados en base a lo estipulado en el BIM Execution Plan o BEP, por lo que la interventoría tiene que adaptarse a los objetivos marcados por la entidad pública y a los requerimientos que ésta les solicita a la parte designada en el contrato, por esto la interventoría BIM se desarrollará de diferente manera según el proyecto ejecutado y los usos dependerán de los requeridos por la entidad pública en el BEP, es decir la interventoría tendrá que auditar y revisar los usos que se soliciten al contratista o parte designada principal.

Para esto, primero tenemos que conocer la posición de la interventoría en la estructura de un proyecto de obra pública con metodología BIM. Revisando diferentes proyectos públicos como el de “La Ciudadela Universitaria de Occidente” gestionado por la empresa de desarrollo urbano (EDU) en Medellín, o el proyecto de la “Primera Línea Metro de Bogotá” (PLMB), los cuales se desarrollaron mediante metodología BIM y con la contratación de una interventoría externa, se podría establecer un esquema organizacional de las partes involucradas en fase de ejecución en un proyecto BIM, como se representa en la figura 2.

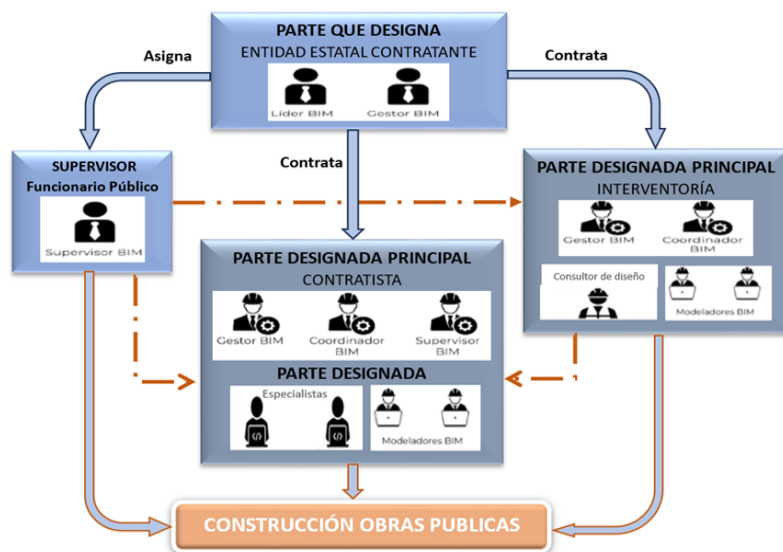


Figura 2: Esquema organizacional de las partes involucradas en fase de ejecución en un proyecto BIM con interventoría
Fuente. Elaboración propia

3.1. ENLACE ENTRE LOS OBJETIVOS GENERALES Y LAS ACTIVIDADES DEL INTERVENTOR

Los proyectos de construcción pública, ya sea que se realicen de manera tradicional o se desarrollen utilizando metodología BIM, parten del cumplimiento de unos objetivos generales de la Entidad Pública y otros específicos de cada proyecto en particular, pero una de las diferencias fundamentales que se evidencia en los proyectos BIM, es el hecho de que los objetivos del proyecto, puedan ser transformados en métodos de aplicación práctica en los modelos de información del proyecto que se pretende construir, es decir alinear esos objetivos específicos con las diferentes herramientas BIM, para definir unos “Objetivos BIM” e identificar cuáles son los “Usos BIM” que nos ayudaran a cumplir uno o más de esos objetivos durante todo el ciclo de vida del proyecto. Por lo tanto, la estrategia de las entidades públicas para desarrollar un proyecto BIM pasará necesariamente por plasmar los propósitos y las características de los usos futuros de la información que va a generar de acuerdo con los objetivos del proyecto.

Tabla 1. Funciones del interventor Vs Objetivos BIM

FUNCIONES DE LA INTERVENTORÍA	OBJETIVOS BIM
Advertir oportunamente de los riesgos que puedan afectar la eficacia del contrato y tomar las medidas necesarias para mitigarlos de acuerdo con el ejercicio de la etapa de planeación de identificación de riesgos y el manejo dado a ellos en los documentos del proceso.	Apoyar y potenciar los sistemas de seguridad durante la construcción y para el uso del activo.
Manejar la relación con el proveedor o contratista.	Garantizar la coordinación de disciplinas en el diseño y la construcción.
Administrar e intentar solucionar las controversias entre las partes.	
Solicitar los informes necesarios y convocar a las reuniones requeridas para cumplir con su función.	
Identificar las necesidades de cambio o ajuste.	Proporcionar soporte en la toma de decisiones.
Identificar las necesidades de cambio o ajuste y revisar el curso de acción con las partes.	
Estudiar las solicitudes y requerimientos técnicos del contratista y dar recomendaciones a la Entidad Estatal sobre el particular.	
Revisar si la ejecución del contrato cumple con los términos del mismo y las necesidades de la Entidad Estatal y actuar en consecuencia de acuerdo con lo establecido en el contrato	Verificar documentación, normativa y auditar los procesos información desde el diseño a la fase de construcción.
Verificar el cumplimiento de las normas técnicas aplicables	
Conocer y entender los términos y condiciones del contrato.	
Suscribir las actas generadas durante la ejecución del contrato para documentar las reuniones, acuerdos y controversias entre las partes, así como las actas parciales de avance, actas parciales de recibo y actas de recibo final.	Generar información y documentación en base a los modelos BIM, y asegurar trazabilidad en los procesos de gestión de la información y su transparencia.
Elaborar la documentación y el soporte necesario frente a la necesidad de hacer efectivas las garantías del contrato.	
Informar y denunciar a las autoridades competentes cualquier acto u omisión que afecte la moralidad pública con los soportes correspondientes.	
Informar a la Entidad Estatal de posibles incumplimientos del proveedor o contratista, elaborar y presentar los soportes correspondientes.	

Hacer seguimiento del cumplimiento del plazo del contrato y de los cronogramas previstos en el contrato	Optimizar los procesos durante la construcción y asegurar la cantidad y calidad del producto final.
Organizar y administrar el recibo de bienes, obras o servicios, su cantidad, calidad, especificaciones y demás atributos establecidos en los documentos del Proceso	
Aprobar o rechazar oportuna y de forma justificada el recibo de bienes y servicio de acuerdo con lo establecido en los documentos del Proceso.	

Fuente: Elaboración propia.

Partiendo de esto dos grandes grupos de clasificaciones, se podría definir cada una de las aplicaciones específicas para poder hacer una primera identificación de los usos de BIM que se plantean desarrollar y aprovechar a lo largo de la vida útil del activo.

Si aplicamos este procedimiento a la labor de la interventoría, considerando las funciones o actividades de la G-EFSICE-02 (Guía para el ejercicio de las funciones de supervisión e interventoría de los contratos suscritos por las Entidades Estatales), obtenemos una descripción particular de objetivos BIM, que podrían aplicarse en la labor del interventor de acuerdo con la tabla 1. Estos objetivos BIM específicos para el interventor servirán como base para proponer los usos que necesitaría emplear la interventoría para mejorar su desempeño en los proyectos desarrollados con metodología BIM.

3.2. OBJETIVOS BIM DESDE EL ENFOQUE DE LA INTERVENTORÍA.

Los “Objetivos BIM” son los motivos o propósitos que tiene el cliente para utilizar la metodología BIM y los “Usos” son métodos específicos de aplicación durante el ciclo de vida del activo para lograr uno o varios objetivos específicos.

Establecer los objetivos BIM del cliente y adecuar los usos BIM en función de dichos objetivos u otros particulares de otros de los agentes como el caso de la interventoría, es de suma importancia para que las entidades públicas logren realizar una correcta solicitud de la información BIM que se requiere, y de esta forma definir los “Usos BIM”, qué será la aplicación que se hace del BIM en una tarea o procedimiento para lograr el cumplimiento de esos objetivos. Estas solicitudes de información BIM se realizarán por la parte que designa y se reflejarán en los EIR (Requisitos de información del empleador)

Tabla 2. Usos BIM de aplicación a la interventoría

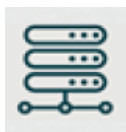
OBJETIVOS BIM	USOS BIM RELACIONADOS
Apoyar y potenciar los sistemas de seguridad durante la construcción y para el uso del activo.	Seguridad y Salud
	Simulación de la construcción
	Seguimiento de obra
Garantizar la coordinación de disciplinas en el diseño y la construcción.	Coordinación 3D
	Simulación de la construcción
	Fuente de información única - CDE
Proporcionar soporte en la toma de decisiones.	Coordinación 3D
	Documentación 2D
	Recorridos Virtuales (AR y VR)
	Simulaciones
	Auditoria de diseño
Verificar documentación, normativa y auditar los procesos información desde el diseño a la fase de construcción.	Revisión de Diseño
	Validación de norma
	Auditoria de diseño
Generar información y documentación en base a los modelos BIM, y asegurar trazabilidad en los procesos de gestión de la información y su transparencia.	Coordinación 3D
	Documentación 2D
	Fuente de información única - CDE
	Modelado Récord
Optimizar los procesos durante la construcción y asegurar la cantidad y calidad del producto final.	Coordinación 3D
	Planificación de fases 4D Modelado
	Estimación de Costos
	Seguimiento de obra

Fuente: Elaboración propia.

3.3. ANÁLISIS Y APLICACIONES DE USOS BIM EN LA INTERVENTORÍA

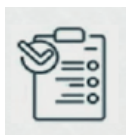
Los usos BIM es la forma en la que se va a usar la tecnología dentro del proyecto, para establecer el tipo de información que se va a gestionar, por esto es importante acotar cuales uso BIM son necesarios y asegurarse de que a través de estos el proveedor adjudicado realmente pueda lograr los objetivos propuestos.

Aunque para todos los efectos la interventoría tendrá que adaptarse a los usos que la entidad pública (Parte que designa), solicita al contratista (Parte designada principal) y en base a estos realizar su labor, el análisis comparativo permitió identificar los usos BIM que necesariamente tendrán que ser de aplicación práctica para el óptimo desarrollo del trabajo del interventor dentro de un proyecto BIM, estos son:



Revisión de Diseño

La interventoría tendrá que validar la estética y funcionalidad del diseño por lo que tendrá que valerse de maquetas virtuales y simulaciones para la revisión.



Validación de norma

Permitirá automatizar la supervisión de proyectos por parte de las Entidades Públicas, además de la Normativa Constructiva, se tendrá que verificar aquellas relativas al modelo, los estándares y la normas ISO (NTC-ISO 19650 en el caso colombiano), de acuerdo con el BEP.



Auditoria de diseño

Será el interventor el encargado de comprobar que los niveles de información del modelo estén acordes con los criterios fijados por la entidad, antes de comenzar la fase de construcción.



Coordinación 3D

Estudiar desde el modelo los requerimientos técnicos del contratista, buscando reducir y eliminar interferencias en la obra y coordinar la resolución de conflictos. Organizar y dirigir el intercambio de información. Sería la persona más idónea para gestionar el CDE.



Planificación de fases 4D Modelado

Para hacer el seguimiento de los plazos del contrato de obra, el interventor podrá utilizar planificación 4D y tecnologías como la Realidad Virtual o Realidad Aumentada.



Estimación de Costos

La variación de costos por modificaciones y adiciones surgidas en la construcción tendrán que ser aprobadas por la interventoría, y las cantidades se obtendrán del modelo.



Seguimiento de obra

El modelo debe ser utilizado por el interventor para controlar el avance de la obra, obtener la medición de los elementos ejecutados y como herramienta de control de los costes.



Fuente de información única – CDE

El CDE es el repositorio único de información fiable y actualizada del proyecto, por lo que consideramos que en un proyecto publico este debería ser administrado por la interventoría para garantizar la transparencia y facilitar el intercambio de información.



Documentación 2D

El interventor debe elaborar la documentación, suscribir actas de reuniones, y generar soportes necesarios para hacer efectivas las garantías del contrato, por lo que debe apoyarse en el modelo para la obtención de parte gráfica, planos alzados, secciones y demás documentación.



Modelado Récord

Para hacer efectivas las garantías del contrato, el interventor revisara que todas las modificaciones durante la fase de construcción queden plasmadas en el modelo As-built, especificando las instrucciones para el mantenimiento.

3.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El encaje de la interventoría dentro de la estructura BIM tiene que ser abordada desde dos perspectivas; Desde el punto de vista de las organizaciones estatales o entidades públicas y desde la óptica de la implementación en las empresas que desarrollan la labor de interventoría.

En proyectos desarrollados con metodología BIM, las entidades públicas deben considerar que la interventoría al igual que las demás partes interesadas, debería estar presente durante todo el ciclo de vida del proyecto, por lo que su contratación es conveniente desarrollarla en todas sus fases, planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

Desarrollar la interventoría en un proyecto BIM, no puede ser igual que ejecutarla en un proyecto tradicional, por lo que el interventor y las empresas que se dedican a esta actividad deben adaptar su estructura organizativa y tecnológica para lograr una implantación BIM exitosa.

4. CONCLUSIONES

- Los objetivos y usos de la interventoría dependerán de los objetivos que pretende la entidad pública y los usos que le exijan a la parte designada principal para cada proyecto en particular, pero esta debe estar preparada para poder aprovechar las herramientas desarrolladas por el contratista para lograr una mayor efectividad y rendimiento en el desempeño de su labor.
- El carácter transversal de la labor del interventor durante la ejecución del proyecto BIM lo convierte en parte activa del flujo de trabajo colaborativo, y su función como mediador entre las partes lo debe transformar en el principal responsable en la gestión del CDE y en el manejo del intercambio de información.
- Identificar y protocolizar los principales usos aplicados en la interventoría le permitirá al interventor desarrollar los diferentes procesos que debe seguir para comprobar el cumplimiento de los usos BIM de la parte designada principal, así como los procesos de actuación y las estrategias de trabajo utilizada para cumplir con sus funciones específicas.

- El éxito de un proyecto de obra pública, desarrollado con metodología BIM, dependerá de cómo se maneje eficientemente la información del proyecto, por lo tanto, la interventoría tiene que adaptarse a los procesos de gestión de la información, aplicando los usos y las herramientas que puedan ser capaces de aprovechar la información del modelo digital existente en tiempo real, para gestionar, monitorear, auditar y vigilar el cumplimiento de las normativas técnicas legales, los procesos de gestión y los estándares BIM establecidos en el BEP, de manera que pueda garantizar el flujo de trabajo colaborativo y la transparencia de los procesos durante la fase de construcción y entrega del activo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SÁNCHEZ HENAO, JULIO C. (2010). Interventoría de proyectos y obras, Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- GONZÁLEZ MÁRQUEZ, R. J. (2014). Introducción a la metodología BIM. The Spanish Journal of BIM.
- COLOMA, E. (2010). Definir BIM, Model, Representació i Vista. s.l. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona.
- THE COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. (2011). Building Information Modeling (BIM) Project Execution Planning Guide. The Pennsylvania State University.
- ASOCIACIÓN BUILDINGSMART SPAIN. (2012). Buildingsmart Spain. Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- DPN - Estrategia Nacional BIM 2020–2026. (Noviembre de 2020). Departamento Nacional de Planeación, Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf (dnp.gov.co). Obtenido de dnp.gov.co: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf> (Acceso el 25 febrero 2023).
- SUPERVISIÓN E INTERVENTORÍA DE LOS CONTRATOS. (S.F.) – COLOMBIA COMPRA EFICIENTE. Guía para el ejercicio de las funciones de supervisión e interventoría de los contratos suscritos por las Entidades Estatales. G-EFSICE-02. Obtenido de Colombia compra.gov.co:https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documents/cce_guia_supervision_interventoria.pdf (Acceso el 26 febrero 2023).

- GUÍA DE APLICACIÓN BIM V01. (Octubre de 2021). Mesa Técnica, Estrategia BIM Colombia. Basada en ISO 19650. Obtenido de www.minvivienda.gov.co/
- RIBA, ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS. (S.F.). National Building Specification. Obtenido de (NBS – Reino Unido): <https://www.thenbs.com/>
- UNE-EN ISO 19650 - 1. (Julio 2019), Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM, Parte 1: conceptos y principios. Madrid, España: UNE - Asociación española de normalización.
- GORBANEFF, Y., GONZÁLEZ, J., BARÓN, L. (2011). ¿Para qué sirve la interventoría de las obras públicas en Colombia? Publicado en: Revista de Economía Institucional, volumen 13, 412 – 428.
- OCAMPO, J.G. (2015). La gerencia BIM como sistema de gestión para proyectos de construcción. En R, Llamosa Villalba (Ed.). Revista Gerencia Tecnológica Informática, 14(38), 17-29. ISSN 1657-8236.
- FUNCIÓN PÚBLICA - DECRETO 2090 DE 1989. (13 de septiembre de 1989). funcionpublica.gov.co/. Obtenido de Artículo 1, Capítulo 6. Interventoria: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=27983

OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA UNA CULTURA AMBIENTAL INNOVADORA EN LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA¹

MC. SUSAN ÁVILA ACOSTA

MC. CÉSAR ROBERTO JIMÉNEZ RAMÍREZ

DR. CRISANTO SALAZAR GONZÁLEZ

Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

RESUMEN

Las Tecnologías de la Información y Comunicación [TIC] tienen una fuerte presencia desde hace varias décadas en el ámbito educativo, lo que ha hecho posible la aparición de herramientas digitales como los objetos virtuales de aprendizaje, un recurso empleado como estrategia didáctica que puede lograr un alto nivel de conocimiento y desempeño por parte de los estudiantes. El propósito de este trabajo fue diseñar un objeto virtual de aprendizaje [OVA], desarrollado en Moodle y H5P para el aprendizaje sobre cultura ambiental de estudiantes de un programa académico a nivel licenciatura de la Universidad Autónoma de Sinaloa [UAS]. El estudio fue desarrollado bajo un diseño cualitativo, descriptivo, no experimental y transversal, mismo que realizó con una muestra de 7 estudiantes de la UAS. Los resultados señalan que el 86% de los estudiantes respondió que los propósitos del OVA fueron claros, mientras que el 14% estuvo en desacuerdo. Además, los estudiantes reconocen la facilidad del aprendizaje, la agilidad y dinamismo de las actividades, la retroalimentación y adquisición de conocimientos, la diversificación de métodos de aprendizaje

¹ Este capítulo parte del diseño de un objeto virtual de aprendizaje en la Maestría en Docencia en Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

y la mejora de la educación. En conclusión, el OVA, diseñado con la tecnología H5P en un LMS Moodle, beneficia tanto a los docentes como a los estudiantes al optimizar el material didáctico y el proceso de enseñanza aprendizaje en temas de educación ambiental para la formación universitaria.

PALABRAS CLAVE

Objeto virtual de aprendizaje, Plataforma Moodle, Herramientas H5P, Cultura ambiental, Formación profesional.

INTRODUCCIÓN

La implementación y utilización de los estudios piloto se ha convertido en un ejercicio común en los últimos 20 años, ya que pretenden precisar los resultados al momento de realizar el estudio principal. Así, en esta investigación se describen las actividades desarrolladas durante la puesta en marcha de un objeto virtual de aprendizaje [OVA] en el proceso de formación de estudiantes de licenciatura de la Universidad Autónoma de Sinaloa [UAS]. Para esto, el diseño y propuesta del OVA estuvo orientado a atender el tema de cultura ambiental mediante el uso de un libro interactivo en la plataforma H5P, recientemente incorporada como complemento nativo en las últimas versiones del entorno Moodle. Entendiendo el H5P como el conjunto de herramientas diseñadas para fines educativos, mismo que comenzó en 2015, siendo completamente libre y de código abierto (Buhu y Buhu, 2017).

En este sentido, los estudiantes participaron en un curso sobre los elementos y características básicas del medio ambiente, ya que estos conocimientos son útiles para encarar, de manera más específica, temas vinculados a la problemática ambiental, tales como: la contaminación, el cambio climático, el efecto invernadero, entre otros que afectan al planeta tierra. Esto, con el propósito de que los recursos presentados permitan al participante tomar conciencia sobre el cuidado del medioambiente.

Por otra parte, esta investigación contribuye al cumplimiento del Plan de Desarrollo Institucional [PDI] con visión de futuro 2025 de la UAS, ya que retoma acciones para el cuidado del medio ambiente, como la certificación ambiental ISO 14001:2015. Además, se han adoptado

programas institucionales de reciclaje de tóner, pet, papel y vidrio; cuidados del agua y la energía eléctrica, entre otros. Incluso, se han implementado programas para la protección de la tortuga marina, la estación meteorológica, la reserva ecológica de Nuestra Señora en Cosalá y programas para la protección de la vida silvestre, como la del jaguar, la guacamaya y especies nativas de la región (UAS, 2021).

1. CONTEXTO

En este contexto, la transformación educativa mediada por tecnología obliga a todas las instituciones a mantener una evolución constante para mejorar sus mecanismos de apoyo y gestión en los procesos de formación universitaria. En este sentido, la UAS se ha planteado un Modelo Educativo Humanista centrado en el aprendizaje y basado en competencias profesionales que respondan a las exigencias de los tiempos actuales de desarrollo social y tecnológico. Para ello, se pondera la formación digital, pues las tecnologías educativas facilitan el currículo flexible, centrado en el aprendizaje, y posibilitan el trabajo en redes de colaboración interinstitucional (UAS, 2022).

Ante esta nueva realidad, la incorporación de las TIC en los procesos de formación profesional ha demostrado su eficacia, al promover la participación y colaboración de los estudiantes en el salón de clases. Al respecto, Del Moral, Martínez y Piñeiro (2014) resaltan la importancia de contar con profesores que cuenten con habilidades para el manejo de las TIC, pues ello garantiza la correcta implementación en las diferentes modalidades educativas, tanto presencial, semipresencial y en línea.

Por su parte, el Congreso del Estado de Sinaloa (2006) consigna, en su artículo 7 de la nueva Ley General de Educación Superior, que la educación superior fomentará el respeto y cuidado del medio ambiente, la formación en habilidades digitales y el uso responsable de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), el conocimiento y aprendizaje digital. Al respecto, la UAS (2021) asume el compromiso con el desarrollo sustentable y el cuidado del medio ambiente, en concordancia con la UNESCO (2017) y la agenda 2030, al promocionar la ciencia, la tecnología y la innovación para el desarrollo de soluciones sostenibles para mitigar el cambio climático y otros desafíos mundiales. Para ello, es recomendable ampliar el acceso a las TIC, promover el desarrollo socioeconómico y garantizar una cultura en el desarrollo de estrategias pertinentes y efectivas para la formación profesional.

En este sentido, de acuerdo con el PDI, la UAS incorpora los procesos de evaluación, certificación, acreditación, medio ambiente, desarrollo sostenible como una estrategia de mejora continua, de gestión y administración de calidad (UAS, 2021).

1.1. MARCO CONCEPTUAL

Una manera de combinar el uso de la tecnología en la educación es mediante el uso de los llamados Objetos Virtuales de Aprendizaje [OVA] que, en términos de Moreira (2021), se define como un conjunto de recursos digitales, auto contenible y reutilizable, con un propósito educativo, constituido por lo menos de tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Al respecto, Rossetti, García, Rojas, Morita y Coronado (2020) concuerdan en que los componentes de un OVA tienen el propósito de promover el autoestudio, reforzar los conocimientos vistos en clase, motivar el aprendizaje y mejorar el rendimiento académico de los jóvenes universitarios.

Por su parte, Cabrera (2016) reconoce algunas ventajas y desventajas del uso de los OVA para el profesor. Primero, las ventajas es que son reutilizables en diferentes contextos educativos y para diferentes estudiantes, permite supervisar el uso de los materiales, facilita la mediación en el proceso de enseñanza aprendizaje. Por otra parte, entre las desventajas, requiere apoyo tecnológico y capacitación de los profesores en el conocimiento y dominio de las TIC y de las herramientas digitales en los procesos educativos.

Ahora, en cuanto al H5P, ésta es una plataforma open source que permite crear OVAs dinámicos e interactivos basados en el lenguaje HTML5. Este tipo de plataforma tiene sus comienzos en el año 2013 y sienta sus bases en el año 2017, en una versión estable para Moodle. Así, esta herramienta se orienta a la creación de contenidos más sencillos y accesibles a la creatividad de los usuarios, ya que permite diseñar experiencias de aprendizaje más eficientes, al crear vídeos interactivos, cuestionarios, simulaciones, imágenes con interacción, entre otras funciones innovadoras en los procesos de formación universitaria.

Aprovechando estas herramientas, Martínez-Álvarez et al. (2023) diseñan un curso para que cada alumno aprenda a su propio ritmo, siguiendo una progresión condicionada, de modo que cada módulo sólo

sea accesible una vez completado. El curso se basa en el uso del libro interactivo de H5P que funciona para la presentación de contenido teórico, actividades auto evaluables de conocimientos, entre otros recursos. De aquí que, para esta investigación se decidió usar un libro interactivo, ya que permite crear materiales interactivos como vídeos, presentaciones, juegos y evaluaciones desde el entorno Moodle.

La posibilidad de dar seguimiento a cada paso que realizan los estudiantes dentro Aula Virtual en Moodle potencializa la identificación de aquellos momentos que pueden llegar a detener o entorpecer la secuencia de aprendizaje diseñada e implementada mediante el OVA. Campón-Cerro et al. (2023) mencionan que existe una evaluación positiva por parte de los estudiantes en cuanto al uso de las herramientas para monitorear y evaluar su aprendizaje, mismo que detona en la satisfacción siendo calificada como favorable. Para generar un ambiente propicio donde se den las condiciones de seguimiento y evaluación mencionadas, es vital que el facilitador mantenga “una adecuada organización, planificación y cumplimiento de las actividades, métodos y tiempos establecidos para el seguimiento y evaluación en el Aula Virtual” (Campón-Cerro et al., 2023, p. 292).

Por cuenta propia, Moodle cuenta con una característica en la configuración de cada recurso y actividad que colocamos, denominada “finalización de actividad”, la cual permite dar seguimiento de finalización a cada elemento integrado a los cursos diseñados. Esta configuración, en la investigación de Dávila et al. (2023) se incorpora a su propuesta, al otorgar insignias digitales dentro de Moodle, señalando que todas las actividades programadas en el curso debían tener activos dichos parámetros, con el propósito de motivar a los estudiantes en el logro de metas y habilidades planteadas para el curso. De aquí que, una herramienta que comparte el propósito educativo con Moodle es H5P, al facilitar la creación de actividades interactivas, generar una calificación de manera automática y, con el abanico de opciones que brinda, se pueden implementar estrategias de gamificación.

En otro estudio, Vallejo y González (2022) realizan de igual forma una combinación de Moodle y H5P con las características de interactividad y seguimiento de finalización de las actividades. Este método se implementa mediante el uso de restricciones de acceso con las que los participantes pueden consultar su progreso en cualquier momento y

realizar las actividades permitidas acordes a la secuencia programada. Enfatizan las posibilidades que tiene H5P y la manera de avance que permite transitar los módulos de manera autogestiva.

Bajo este contexto, López y Chacón (2020) reconocen el concepto de autogestión del aprendizaje y señalan que este involucra un nivel avanzado de autonomía en donde no se considera esencial la presencia continua del docente (facilitador). En tal sentido, cada estudiante asume la responsabilidad principal de su proceso de aprendizaje y de lograr las metas relacionadas con la actividad. Por su parte, Cruz-García et al. (2019) afirman que un curso virtual debe tener como característica principal la autogestión. Es decir, el estudiante tiene la posibilidad de planificar, dar seguimiento y decidir la manera en que toma el curso, estimar su nivel de aprendizaje, establecer sus metas y definir su nivel de conocimientos y competencias, todo ello mediante la interacción con los contenidos sin depender de la intervención de un tutor. De igual modo, los estudiantes, al orientar y regular sus acciones de aprendizaje, se someten a evaluaciones formativas que les retroalimentan de manera automática y les ayudan a estimar su progreso, así como a evaluar lo aprendido a lo largo del curso.

En este mismo sentido, Ponce (2016) argumenta que la autogestión del conocimiento es fundamental que se dé dentro de los cursos virtuales para que los estudiantes puedan ser protagonistas de su propia formación. Esto significa que deben planificar y organizar su tiempo para realizar las actividades escolares, adaptarse a la modalidad virtual y ser responsables de su aprendizaje, y con esto, desarrollar habilidades que les permitan enfrentar los desafíos del mundo actual.

2. DESARROLLO

2.1. MÉTODO

Para esta investigación se diseñó el OVA a partir del tema “cultura ambiental” con tecnología H5P para su incorporación en Moodle y su posterior implementación a un grupo de estudiantes universitarios. Para la selección del tema se tomó en cuenta el interés de los docentes por fortalecer los valores y comportamiento medioambiental por medio de material interactivo y atractivo que sirviera de apoyo a los estudiantes.

Como parte del estudio, se suministró un instrumento de evaluación elaborado por Rossetti et al. (2020), con el objetivo de “evaluar utilidad, impacto en el aprendizaje, integración y atributos de un OA, a través de una escala de Likert y preguntas abiertas” (p. 7).

Para este estudio participaron siete (7) estudiantes de la UAS (5 hombres y 2 mujeres) inscritos en el módulo del curso, con enfoque cualitativo y diseño descriptivo, no experimental y transversal. Para ello, se utilizó la plataforma Moodle como medio para facilitar los recursos y actividades. De acuerdo con Romero-Vega (2021), Moodle ofrece un entorno virtual donde se puede compartir material didáctico y recursos interactivos, además de contar con actividades auto evaluables que permiten señalar de manera inmediata sus fortalezas y debilidades, las cuales pueden contar con una retroalimentación de los aprendizajes adquiridos. Además, los estudiantes tienen la posibilidad de realizar sus actividades en tiempo libre y desde un celular.

En la figura 1 se muestra el OVA “Cultura Ambiental” desarrollado por la docente con apoyo de la herramienta H5P en la plataforma Moodle. Como se observa en la figura anterior, el OVA se construyó con apoyo de Moodle y la herramienta libro interactivo de H5P. También, se elaboró un Quiz para evaluar los conocimientos adquiridos de los estudiantes, una evaluación del OVA que, gracias a los comentarios y puntos de mejora, apoyará a futuras construcciones de material virtual y por último un certificado de participación.

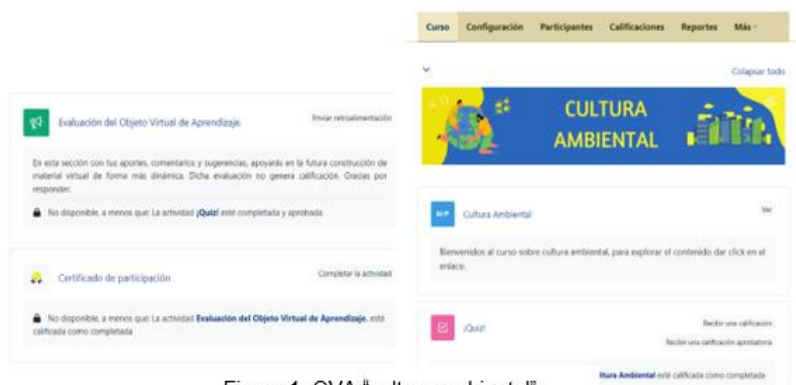


Figura 1: OVA “cultura ambiental”

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Asimismo, en la figura 2 se muestra la pantalla de configuración del OVA, como se puede observar, el libro interactivo contenía una barra de navegación en la parte inferior para que los estudiantes pudieran avanzar y retroceder. De igual manera, se adaptó la opción de mostrar contenido en la parte izquierda para conocer el avance del curso al completar cada una de las actividades.



Figura 2: Configuración de OVA "cultura ambiental".

Fuente: elaboración propia, 2023.

El contenido del libro interactivo abarcó los siguientes temas: 1. Etimología y definición de medio ambiente, 2. Principales problemas del medio ambiente y 3. Cultura ambiental. Del mismo modo, se desarrollaron actividades como preguntas de falso o verdadero, una actividad para rellenar los espacios en blanco, otra para arrastrar las palabras a los enunciados que consideraban correctos, vídeos interactivos, entre otras actividades que buscaron despertar la curiosidad y estimular la concentración de los estudiantes para desarrollar el interés hacia la temática medioambiental.

Posteriormente, se elaboró un Quiz de 10 preguntas de opción múltiple, para medir el nivel de comprensión y retención sobre el tema después de completar el curso. En la figura 3 se muestra una de las preguntas que los estudiantes respondieron.

Para efectos de este trabajo en el apartado de resultados se desarrollará el contenido de la evaluación sobre el OVA, desde la perspectiva de los estudiantes inscritos en el curso virtual. Una vez que finalizaron todas las actividades, se les invitó a generar su certificado de participación, el cual podemos observar en la figura 4.



Figura 3: Quiz sobre “cultura ambiental”.

Fuente: elaboración propia, 2023

- **Gracias y felicitaciones** por culminar el curso, se le recuerda que para obtener su constancia, todas las actividades deben ser terminadas.
- Finalmente, recuerde **verificar que su nombre este correcto**.

Elija el botón inferior para abrir su certificado en una nueva ventana del navegador.

Obtener Certificado



Figura 4: Certificado de participación del OVA

Fuente elaboración propia, 2023.

3. RESULTADOS

Como parte del estudio piloto, se suministró un instrumento de evaluación para el OVA que se construyó por Rossetti et al. (2020) con el objetivo de evaluar la utilidad, integración, atributos y su impacto en el aprendizaje.

A continuación, se describen los resultados de la prueba piloto, donde los estudiantes comentaron, en cuanto a la utilidad del curso virtual en la plataforma Moodle, que no tuvieron ningún problema técnico al navegar en el OVA sobre “cultura ambiental”. Además, respondieron que el objeto de aprendizaje fue fácil de navegar, ya que fue diseñado con conceptos y lenguaje claros, se agregaron barras para avanzar a su propio ritmo, actividades interactivas y del nivel académico adecuado. Por otra parte, el 86% de los estudiantes respondió que los objetivos y propósito del OVA fueron claros, mientras que el 14% estuvo en desacuerdo con lo antes mencionado y comentaron que los ejercicios de autoevaluación no impulsaron su aprendizaje.

La segunda categoría dentro de la evaluación fue la integración del OVA, donde los estudiantes comentaron que recomendarían el uso del OVA a otros estudiantes pues el contenido estuvo acorde a sus intereses de aprendizaje. Aunado a lo anterior, a los alumnos les gustaría utilizar más objetos de aprendizaje en otros cursos, ya que les gustaron los componentes visuales del contenido y el acceso en cualquier momento al curso virtual.

La siguiente categoría implicó la evaluación del impacto en el aprendizaje, donde los estudiantes respondieron que el curso virtual ayudó a cumplir con el programa de la materia y con la comprensión del tema en cuestión, además de la importancia de la generación de una cultura ambiental que traspase a la vida diaria para disminuir los impactos ambientales que afectan al planeta tierra.

Por último, se les cuestionó sobre los beneficios para los estudiantes de poder contar con más objetos de aprendizaje en clase, a lo que respondieron lo siguiente:

- Estudiante 1: "Mayor facilidad a la hora de aprender nuevos temas."

- Estudiante 2: "Agilizar el aprendizaje con las actividades más dinámicas."
- Estudiante 3: "Adquirir más conocimientos del tema."
- Estudiante 4: "Reforzar conocimientos."
- Estudiante 5: "Beneficia en el desarrollo de comprensión de los temas y dinamismo en la forma de aprender. Cada alumno tiene su forma y ritmo de aprendizaje."
- Estudiante 6: "Diversificación en las formas de aprendizaje y mayor conocimiento del tema."
- Estudiante 7: "Mejores métodos de aprendizaje."

Estos testimonios muestran cómo los estudiantes ven positivamente los Objetos Virtuales de Aprendizaje como un entorno educativo ideal para el aprendizaje.

CONCLUSIONES

De lo anterior, podemos concluir que el OVA, diseñado con la tecnología H5P en un LMS Moodle, tiene una aceptación entre los jóvenes universitarios, dado que contribuye y facilita el aprendizaje en temas de educación ambiental. Además, el H5P, como plataforma de libre acceso, es una excelente herramienta para los docentes que apenas están incursionando en el diseño de multimedia. Por lo que, el diseño de contenidos virtuales interactivos se vuelve una exigencia para los docentes, en la idea de facilitar el aprendizaje, a partir de los recursos tecnológicos disponibles en el contexto de formación profesional en que se encuentren.

Por otra parte, la combinación de material didáctico de calidad, diseñado con H5P en un LMS Moodle, permite optimizar y crear entornos virtuales para el aprendizaje en diversos temas de educación ambiental en la era digital actual.

PROPUESTAS

No obstante, habrá que adecuar los objetivos, para que sean más claros para los estudiantes, incluyendo el uso del OVA en temas de cultura ambiental. Asimismo, habría que plantear actividades de auto-evaluación para generar una mayor confianza en el aprendizaje de los jóvenes.

Incluso, habría que mantener la estructura modular a través de los Objetos Virtuales de Aprendizaje como estrategia que contribuye a la comprensión y la adquisición de conocimientos, al promover la interactividad con el uso de H5P, al plantear actividades lúdicas con elementos multimedia como videos y enlaces a recursos adicionales. Por último, es recomendable que los estudiantes aprendan a su propio ritmo, utilizando actividades auto calificables y con herramientas de seguimiento a la finalización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRIOS RODRÍGUEZ, A.E. (2022). PRÁCTICAS DE LABORATORIO VIRTUALES PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS GENÉRICAS EN MEDICINA. [TESIS DE MAESTRÍA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA].
- BUHU, A. Y BUHU, L. (2017). DEVELOPING INTERACTIVE E-LEARNING COURSES BASED ON HTML5 FOR STUDENTS IN TEXTILE ENGINEERING, 9º CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS DE APRENDIZAJE, BARCELONA, ESPAÑA.
- CABRERA, J., SÁNCHEZ, I., Y ROJAS, F. (2016). USO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE OVAS COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE INCLUSIVO Y COMPLEMENTARIO A LOS CURSOS TEÓRICOS-PRÁCTICOS. UNA EXPERIENCIA CON ESTUDIANTES DEL CURSO DE FÍSICA DE ONDAS. REVISTA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA.
- CAMPÓN-CERRO, A. M., PASACO-GONZÁLEZ, B. S., LÓPEZ-SALAS, S., RODRÍGUEZ-GARCÍA, J. M., Y DI-CLEMENTE, E. (2023). SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN VIRTUAL DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA: PERCEPCIÓN DEL ALUMNADO DE LAS TITULACIONES DE EMPRESA EN LA UNIVERSIDAD

DE EXTREMADURA. REVISTA DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN, 21(2), 278-294.

CONGRESO DEL ESTADO DE SINALOA. (2006). LEY ORGÁNICA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA. [HTTPS://AGR.AL.UAS.EDU.MX/DOCUMENTOS/REGLAMENTACION/LEY_ORGANICA.PDF](https://agr.al.uas.edu.mx/documentos/reglamentacion/LEY_ORGANICA.PDF)

CRUZ-GARCÍA, C., SILVA-RODRÍGUEZ, A., GUARNEROS-REYES, E., ESPINOZA-ZEPEDA, A. J., SÁNCHEZ-MEDINA, R., y ENRIQUEZ-NEGRETE, D. J. (2019). SISTEMA DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DE UN CURSO EN LÍNEA AUTOGESTIVO DE ESTADÍSTICA PARA UNIVERSITARIOS. REVISTA DIGITAL INTERNACIONAL DE PSICOLOGÍA Y CIENCIA SOCIAL, 5(2), 238-258.

DAVILA, S. C., ESTRADA, R. A. V., LARIOS, M. S. H., VILLALOBOS, A. R. G., & BERUMEN, J. DE J. H. (2023). IMPLEMENTACIÓN DE INSIGNIAS DIGITALES EN EL LMS MOODLE. BRAZILIAN JOURNAL OF DEVELOPMENT, 9(1), 785–794. [HTTPS://DOI.ORG/10.34117/BJDV9N1-056](https://doi.org/10.34117/bjdv9n1-056)

DEL MORAL, M.E., MARTÍNEZ, L.V. y PIÑEIRO, M. DEL R.N., (2014). VARIABLES ASOCIADAS A LA CULTURA INNOVADORA CON TIC EN ESCUELAS RURALES. PROFESORADO. REVISTA DE CURRÍCULUM Y FORMACIÓN DE PROFESORADO. 18(3), 9-25.

GARCÍA RIVAS, D. F., y SÁNCHEZ CANO, V. (2023). OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAJE (OVA) COMO MEDIO PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS MEDIDAS DE DISPERSIÓN.

LÓPEZ GIL, K. S., y CHACÓN PEÑA, S. (2020). ESCRIBIR PARA CONVENCER: EXPERIENCIA DE DISEÑO INSTRUCCIONAL EN CONTEXTOS DIGITALES DE AUTOAPRENDIZAJE. APERTURA (GUADALAJARA, JAL.), 12(1), 22-38.

MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, I., ALONSO-DE-MENA, E., LUCAS BARCIA, E., y GARCÍA-BARRERA, A. (2023). UTILIDAD DE UN CURSO PERSONALIZADO EN H5P PARA LA MEJORA DE LA FORMACIÓN DOCENTE EN EVALUACIÓN EDUCATIVA. TECNOLOGÍA, CIENCIA Y EDUCACIÓN, 25, 7-28.

MOREIRA, J., MERA, C., y VERA, F. (2021). OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. REVISTA CIENTÍFICA DOMINIO DE LAS CIENCIAS. 7(3). (pp. 926-934).

- PONCE, M. E. (2016). LA AUTOGESTIÓN PARA EL APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES DE AMBIENTES MEDIADOS POR TECNOLOGÍA. DIÁLOGOS SOBRE EDUCACIÓN. TEMAS ACTUALES EN INVESTIGACIÓN EDUCATIVA, 7(12), 1-23.
- ROMERO-VEGA, O. D. (2021). MOODLE Y LOS OVA COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA TRANSFORMACIÓN QUÍMICA DE LA MATERIA. DIALÉCTICA, 18(2).
- ROSSETTI LÓPEZ, S. R., GARCÍA RAMÍREZ, M. T., ROJAS RODRÍGUEZ, I. S., MORITA ALEXANDER, A., Y CORONADO GARCÍA, M. A. (2020). OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAJE CREADO CON PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE H5P Y SU IMPACTO EN EL APRENDIZAJE. REVISTA CUBANA DE CIENCIAS INFORMÁTICAS, 14(2), 1-14.
- UNESCO. (2017) LA UNESCO AVANZA. LA AGENDA 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. [ARCHIVO PDF].
[HTTPS://ES.UNESCO.ORG/CREATIVITY/SITES/CREATIVITY/FILES/247785SP_1_1_1.COMPRESSED.PDF](https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/247785sp_1_1_1.compressed.pdf)
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA [UAS]. (2022). MODELO EDUCATIVO UAS 2022.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA [UAS]. (2021). PLAN DE DESARROLLO INSTITUCIONAL CON VISIÓN DE FUTURO 2025.[HTTP://SAU.UAS.EDU.MX/PDF/PDI_CON_VISION_DE_FUTURO_2025.PDF](http://sau.uas.edu.mx/pdf/PDI_con_vision_de_futuro_2025.pdf)
- VALLEJO, A., Y GONZÁLEZ, A. (2022). EXPERIENCIA DE CAPACITACIÓN DOCENTE EN LA CREACIÓN DE RECURSOS DIGITALES EN H5P: CAJA DE HERRAMIENTAS PARA LA INTERACTIVIDAD. VIRTUALIDAD, EDUCACIÓN Y CIENCIA, 13(25), 120-134.

MARCO METODOLÓGICO PARA INTEGRAR FLUJO DE TRABAJO PROFESIONAL A TRAVÉS DE BIM DENTRO DE UN TALLER EXPERIMENTAL DE INFOGRAFÍA Y MODELADO GEOMÉTRICO

DR. MANUEL RAMOS MARTÍN
Universidad Politécnica de Madrid, España

RESUMEN

El Taller de Infografía y Modelado Geométrico es una asignatura de primer semestre ofrecida en la Escuela de Arquitectura de Madrid. Con una carga de trabajo de 6 ECTS, proporciona formación práctica en software gráfico utilizado en arquitectura, introduciendo a los estudiantes en herramientas y conceptos esenciales que utilizarán a lo largo de sus estudios. Las actividades evolucionan anualmente para mantenerse al día con los avances tecnológicos, fomentando la experimentación diversa y produciendo resultados innovadores a través de la colaboración interdisciplinaria, bajo la dirección de un profesorado experimentado.

La implementación de BIM comenzó en 2023 bajo la dirección del Profesor Titular Miguel Ángel Alonso-Rodríguez, quien organizó una propuesta inicial para el modelado y la generación de vistas 2D/3D. El trabajo actual amplía la propuesta anterior, con un énfasis particular en la colaboración entre diferentes estudiantes en un mismo modelo y en la capacidad de BIM para interactuar con otros softwares.

Las herramientas BIM facilitan la creación de modelos 3D que integran diversos datos, permitiendo la colaboración entre los distintos agentes que participan en la definición de proyectos arquitectónicos y ofreciendo una visión integral. Esto permite a los estudiantes de arquitectura abordar contenidos transversales de futuras asignaturas.

El BIM digital requiere estándares comunes para fomentar la colaboración a lo largo del ciclo de vida del edificio (ISO, 2018). El sector educativo explora el potencial de BIM, definiendo un Plan de Ejecución de Edificios (BEP) con estudiantes de gestión de la construcción, ingeniería y arquitectura (Nikolic, D., Castronovo, F., & Leicht, R., 2021).

Este esfuerzo de estandarización requiere una Especificación BIM inicial precisa de los modelos, adaptada a su Nivel de Desarrollo (LOD), con el objetivo de proporcionar un Entorno Común de Datos, lo que no nos permite hablar de un protocolo único, sino más bien de procedimientos ampliamente respaldados por la experiencia profesional. La Asociación Building Smart (2024a) ha realizado una gran labor de divulgación y análisis de propuestas novedosas para Estándares Abiertos desde 2012, y esto ha permitido a numerosos equipos españoles de arquitectura, ingeniería, desarrollo y construcción implementar el uso de estas herramientas a través de varias Guías (Asociación Building Smart, 2024b) que sintetizan eficazmente los aspectos más esenciales a considerar.

La propuesta prioriza el orden y la precisión en el dibujo, subrayando la conexión crucial entre las herramientas CAD y Revit. El curso comienza con una sesión preliminar para adquirir las proyecciones fundamentales de construcción. Los estudiantes trabajarán en un modelo arquitectónico sencillo de talleres anteriores, personalizándolo de manera individual. Posteriormente, cada estudiante desarrollará su propio modelo BIM, por medio del uso de diversas herramientas en diferentes etapas.

Aplicamos contenidos teóricos a los modelos de cada estudiante y proporcionamos una guía de diseño alineada con estos seis objetivos clave:

1. Definición de un modelo Geométrico LOD 200 —similar a un Proyecto Básico, según la definición del CTE (Gobierno de España, 1999)—, que permita a los estudiantes distinguir entre disciplinas y jerarquizar la información;
2. Generación de imágenes para verificar el resultado arquitectónico, utilizando tanto Revit como Twinmotion (2024);
3. Obtención de proyecciones planas, y personalización de códigos de línea y parámetros gráficos;

4. Presentación de toda la información desarrollada, incluyendo información interna y externa;
5. Demostración de flujos de trabajo entre Rhinoceros 3D y Revit, y exploración de las posibilidades de Dynamo para la programación visual;
6. Integración del modelo de cada estudiante en una urbanización, fomentando el trabajo colaborativo.

Esta metodología tiene como objetivo dotar a los estudiantes de los conocimientos necesarios para abordar modelos de información de construcción profesionales. Evaluamos los resultados a través de encuestas y pruebas para cada bloque temático con el fin de evaluar el grado de conocimiento adquirido.

PALABRAS CLAVE

BIM, Arquitectura, Taller Experimental, Flujos de trabajo colaborativo, Métodos.

INTRODUCCIÓN

Una interesante recopilación de conversaciones con Jørn Utzon y escritos del arquitecto recogen una genial reflexión acerca del ejercicio proyectual de Gaudí, así como de Aalto de quien afirmaba que “operaba directamente en el espacio y no primero en una planta y después en el espacio” (Utzon, J. y Puente, M., 2010).

De este modo, continúa recordando cómo trató de conseguir que unos estudiantes superasen la sensación de tener que dibujar todo lo que tenían en su mente y los animó a que imaginasen cómo modificarían los elementos del lugar en el que se encontraban para generar nuevos espacios. Proyectar la arquitectura interactuando directamente con el espacio es el anhelo de todo arquitecto y está estrechamente relacionado con el desarrollo de una capacidad de visión espacial que se forja a lo largo de su formación y del ejercicio profesional.

Actualmente, contamos con herramientas que facilitan esta labor y nos permiten tener una visión integral de la realidad que proyectamos.

Desde el taller experimental de infografía y modelado geométrico se da apoyo a los estudiantes de arquitectura de primero de carrera de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid para que amplíen sus competencias tecnológicas y ayudarles a través de estas al desarrollo de su visión espacial y su capacidad para comunicar la percepción de espacios generados virtualmente.

Se trata de una asignatura interdepartamental de tipo obligatoria diversificable del grado de Fundamentos de la Arquitectura con una carga lectiva de seis créditos y que se centra en dos objetivos esenciales: (1) la formación práctica basada en el empleo de herramientas gráficas digitales de arquitectura y (2) la evolución tecnológica de los procesos y/o herramientas.

Respecto de esta segunda cuestión, consideramos que el uso de BIM en la formación de los futuros arquitectos resulta fundamental gracias a la coordinación que permite entre lo que construimos digitalmente y proyectamos (proyecciones cilíndricas, cónicas y ortogonales).

El empleo de estas herramientas permite a los estudiantes establecer relaciones entre las partes (proyecciones cilíndricas), anticipar la percepción del espacio generado (proyecciones cónicas) y verificar las estrategias adoptadas a través de vistas en planta, alzado y sección (proyecciones ortogonales).

Nuestra experiencia en docencia con esta herramienta se inicia el pasado año de la mano de Miguel Ángel Alonso Rodríguez, profesor del Departamento de Ideación Gráfica, al igual que el resto de los profesores de la asignatura. La propuesta que exponemos se apoya en la estructura de contenidos previa, pero se enfoca en la integración de los procesos de modelado conforme a los flujos de trabajo profesional.

Actualmente, el empleo de BIM en el ámbito profesional es elevado a partir de cierta escala de proyectos. Los datos de la “encuesta para la planificación formativa en BIM” promovida por la comisión interministerial para la promoción de esta tecnología aportan un panorama de oportunidad que debe ser explorado desde las escuelas.

En dicha encuesta se indica que tan solo un 14 % de los encuestados reconocen la existencia de Planes de formación Departamentales con materias BIM (Comisión Interministerial BIM, 2022). Por otro lado, un

85,75 % de las personas que ya usan la herramienta en el ámbito profesional reconoce que una mayor estandarización BIM facilitaría el trabajo.

De igual modo, el Plan BIM en el que se enmarca la encuesta, reconoce distintos protocolos que apoyan la estandarización (UNE-EN ISO 16739. 2) y que permitirían una integración orgánica en los planes de estudio (Comisión Interministerial BIM, 2023).

Ambas cuestiones representan una oportunidad para la enseñanza en las Universidades a las que debemos estar atentos desde incluso las etapas más tempranas de la formación de los futuros arquitectos.

Experiencias docentes recientes destacan el interés del empleo de herramientas BIM en etapas formativas intermedias donde se ha podido verificar la pertinencia de una formación colaborativa entre estudiantes de arquitectura e ingenieros y apuntan hacia el potencial que representan estas herramientas para establecerse como un lenguaje común de intercambio que permita optimizar los procesos de definición de los proyectos e integrar de un modo más eficaz las distintas disciplinas (Nikolic, D., Castronovo, F., & Leicht, R., 2021).

Sin embargo, la inquietud por parte de los estudiantes por el empleo de Modelos Informáticos de Edificios parece despertarse al término de la carrera, momento en el que en torno a un 45 % de los estudiantes se decantan por una especialización en este campo (Sánchez, M. L., & Gilabert, C. V., 2023).

Consecuentemente, las escuelas de arquitectura a nivel nacional centran su oferta formativa BIM en estudios de posgrados, teniendo la formación privada un peso muy importante (Tabla 1).

No obstante, las asignaturas optativas permiten a los estudiantes de grado reforzar sus conocimientos en aspectos específicos que pueden ser de su interés. El panorama actual muestra que en torno a un 30 % de las asignaturas optativas en España se centran en el dibujo y el diseño (Sánchez, M. L., & Gilabert, C. V., 2023).

Sin embargo, se advierte —tras el análisis de la programación docente de distintas asignaturas optativas de las principales escuelas de arquitectura a nivel nacional (Tabla 1)— que el empleo de BIM se circunscribe al ámbito de las asignaturas optativas, advirtiéndose experiencias innovadoras muy vinculadas a las asignaturas gráficas.

Tabla 1. : Formación BIM en estudios oficiales de arquitectura

ETSA	DESIGNACIÓN	FORMACIÓN	ETCS	G. DOCENTES
UNAV	Graphic LAB II	Grado	3	https://short.upm.es/q3kp0
UNAV	Graphic LAB III (gestión del proyecto técnico)	Grado (OP)	3	https://short.upm.es/uxm0d
UPC	BIM management. transformación digital y nuevos modelos de negocio	Postgrado (curso)	60	https://short.upm.es/cbm5e
UPC	Proyectar la estructura: diseño y construcción con BIM como herramienta de soporte	Grado (OP)	3	https://short.upm.es/g905b
UPC	BIM para el proyecto multidisciplinar	Postgrado (op)	5	https://short.upm.es/gq2vj
UPM	Metodología y gestión BIM de proyectos, construcción y activos inmobiliarios (building information modeling project, construction & facility management)	Postgrado (curso)	80	https://short.upm.es/8zrg0
UPV	Máster de formación permanente en BIM management	Postgrado (curso)	60	https://short.upm.es/a0fhm

ETSA	DESIGNACIÓN	FORMACIÓN	ETCS	G. DOCENTES
UPV	Diploma de especialización en tecnología BIM	Diploma	30	https://short.upm.es/zl7b8
US	Metodología open BIM y gestión de proyectos de construcción	Postgrado (curso)	68	https://short.upm.es/x1feo
US	Dibujo y máquina	Grado (op)	6	https://short.upm.es/ip22i

Fuente: Elaboración propia

Con todo ello, nuestro marco metodológico trata de responder a una pregunta:

¿Resultaría posible apoyarnos en las herramientas BIM para aprender cómo construimos a través del dibujo?

Creemos que sí y que además es deseable, ya que su integración en los primeros cursos posibilita a los estudiantes (1) contar con una herramienta de apoyo para el resto de las asignaturas de la carrera, (2) profundizar y desarrollar dinámicas de trabajo específicas y a distintas escalas, y (3) contar con un repositorio de información digital y gráfica personal.

Se contribuye con ello a la adquisición de Competencias Generales y Específicas (Tabla 2) que principalmente fomentarían la colaboración y perfeccionamiento de flujos de trabajo remotos, incrementaría el conocimiento de la realidad construida y mejoraría la toma de decisiones y mejora la gestión de la información para su análisis (Valoraciones, simulaciones, ACV, etc.)

Tabla 2. : Potenciales Competencias Generales y Específicas que fomenta el empleo de herramientas BIM en la formación de los estudiantes de arquitectura

COMPETENCIAS GENERALES (CG) Y ESPECÍFICAS (CE)	
CG 1	Visión especial.
CG 4	Capacidad de análisis y síntesis.
CG 5	Toma de decisiones.
CG 7	Habilidad gráfica general.
CG 8	Capacidad de organización y planificación.
CG 9	Motivación por la Calidad.
CG 13	Trabajo en equipo.
CG 16	Intuición mecánica.
CG 18	Trabajo en colaboración con responsabilidades compartidas.
CG 19	Capacidad de gestión de la información.
CE 1	Aptitud para aplicar los procedimientos gráficos a la representación de espacios y objetos.
CE 2	Aptitud para concebir y representar los atributos visuales de los objetos y dominar la proporción y las técnicas del dibujo, incluidas las informáticas.
CE 3	Conocimiento adecuado y aplicado a la arquitectura y al urbanismo de los sistemas de representación espacial.
CE 30	Conocimiento de la organización de oficinas profesionales.
CE 34	Capacidad para la concepción, la práctica y desarrollo de proyectos básicos y de ejecución, croquis y anteproyectos.

Fuente: Elaboración propia

Así pues, a través del marco metodológico que exponemos nos planteamos como principales objetivos: 1, integrar de manera efectiva herramientas BIM; 2, fomentar un aprendizaje práctico basado en nuevas tecnologías; 3, promover la colaboración entre estudiantes y 4, potenciar la transversalidad entre asignaturas.

Estos objetivos se justifican en la necesidad de aportar a los estudiantes una experiencia más cercana a una realidad profesional colaborativa en las que han de desarrollar unas habilidades técnicas esenciales para comunicar a través de estas, trascendiendo a su empleo para controlar las mismas y no ser controlados por ellas.

Respecto del alcance y los destinatarios, el taller experimental se propone para los estudiantes de primer curso de la ETSAM, pero se ofrece como plataforma dentro del Departamento de Ideación Gráfica para la mejora de competencias y destrezas BIM del profesorado.

1. METODOLOGIA

El marco metodológico propuesto distingue entre la estructura de contenidos y la estructura de fases. Por un lado, la estructura de contenido —en coherencia con la usada para el resto de las herramientas que se desarrollan en el taller—, en base a la cual se organizan los contenidos que se impartirán en los distintos seminarios. Por otro lado, la estructura de fases necesarias para implementar la herramienta.

1.1. ESTRUCTURA DE CONTENIDOS

Los contenidos se articulan en torno a Revit y sus vinculaciones a otras herramientas (AutoCAD, Twinmotion y Rhinoceros 3D). El modelo arquitectónico que emplearemos para el desarrollo de las distintas sesiones serán las Casas Kingo en Elsinor (1956) y Fredensborg (1959-1965) de Jørn Utzon.

A lo largo de seis sesiones se profundizará sobre los aspectos esenciales a considerar en Revit para el modelado y obtención de las distintas proyecciones que permiten describir el edificio (Tabla 3).

Tabla 3. Organización de los seminarios conforme a la estructura de contenidos

SEMINARIO	DURACIÓN	TEMAS
1.- Modelado geométrico 3D	2h	- Interfaz Revit (RVT) y jerarquías de información - Familias de Sistema (suelos, muros, cubiertas y techos) - Familias cargables (puertas, ventanas, mobiliario, etc.)

SEMINARIO	DURACIÓN	TEMAS
2.- Generación de imagen: iluminación y materiales	2h	- Posicionamiento de cámaras - Renderizado en Revit - Renderizado en Twinmotion
3.- Dibujo 2D y planos	3h	- Configuración de parámetros de visualización - Tipos de vistas - Tipos de líneas y opciones
4.- Maquetación de paneles: composición y edición	2h	- Carga y configuración de familias de formatos - Presentación de distintos tipos de vista
5.- Modelado de superficies	1h	- Vinculación Revit-Rhinoceros 3D
6.- Trabajo colaborativo	2h	- Trabajo Colaborativo - Plataforma de compartición de archivos

Fuente: Elaboración propia

1.1.1. Modelado geométrico

En este seminario, exploraremos los fundamentos del modelado geométrico en Revit, centrándonos en la interfaz del software y la jerarquía de información, así como en el uso de familias de sistema y cargables para crear elementos arquitectónicos detallados (LOD 200).

1. Interfaz Revit y Jerarquías de Información:

- a. Navegación por la interfaz de Revit.
- b. Entendimiento de las vistas y la organización del proyecto.
- c. Jerarquía de información: Disciplina, Categoría, Familias, Tipo y Ejemplar.

2. Familias de Sistema:

- a. Definición y características de las familias de sistema.
- b. Creación y modificación de suelos, muros, cubiertas y techos.
- c. Ajustes de parámetros y propiedades.

3. Familias Cargables:

- a. Concepto y aplicación de las familias cargables.
- b. Importación y manipulación de familias de puertas, ventanas, mobiliario, etc.
- c. Personalización y edición de familias para adaptarse a las necesidades del proyecto.

Al término del seminario, los estudiantes habrán adquirido conocimientos sólidos sobre el modelado geométrico en Revit, lo que les permitirá crear y modificar elementos arquitectónicos de manera eficiente y precisa en sus proyectos. Además, estarán familiarizados con la interfaz del software y serán capaces de trabajar con distintos tipos de familias para lograr un modelo con un LOD 200 (figura 1).

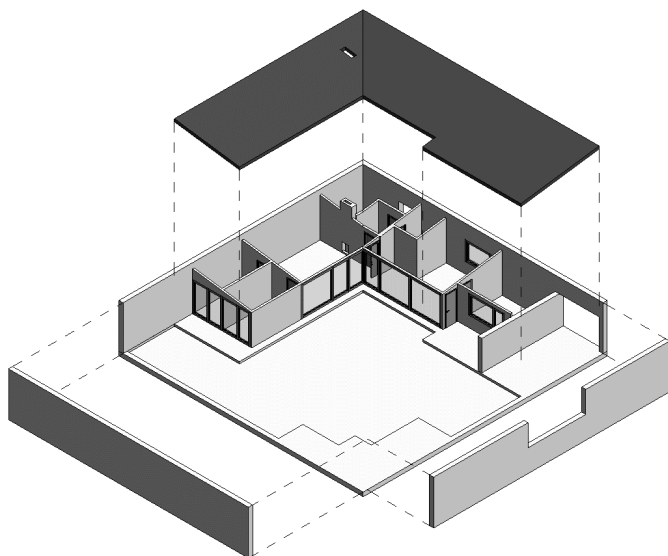


Figura 1: Isometría del modelo que se emplea para el taller.

Fuente: Elaboración propia

1.1.2. Generación de imagen

En este seminario, exploraremos las técnicas y herramientas para generar imágenes de alta calidad tanto en Revit como en Twinmotion. Nos centraremos en el posicionamiento de cámaras (figura 2),

el renderizado dentro de Revit y cómo exportar modelos a Twinmotion para obtener resultados visuales realistas.

1. Posicionamiento de Cámaras:
 - a. Métodos para colocar y ajustar cámaras en escenas arquitectónicas.
 - b. Configuración de ángulos de visión y perspectivas.
 - c. Consejos para la composición y encuadre de vistas.
2. Renderizado en Revit:
 - a. Configuración de ajustes de renderizado en Revit.
 - b. Uso de materiales y luces para mejorar la calidad visual.
 - c. Optimización de tiempos de renderizado y recursos del sistema.
3. Renderizado en Twinmotion:
 - a. Trabajo sincronizado entre Twinmotion y Revit a través de la extensión en Revit del motor de renderizado.
 - b. Utilización de bibliotecas de materiales y objetos en Twinmotion.
 - c. Aplicación de efectos de iluminación, texturas y paisajes realistas.

Al término del seminario, los estudiantes habrán desarrollado habilidades para generar imágenes de alta calidad utilizando cámaras posicionadas estratégicamente tanto en Revit como en Twinmotion (coordinadas en tiempo real). Estarán familiarizados con las técnicas de renderizado y podrán aplicarlas en sus proyectos arquitectónicos para comunicar eficazmente sus diseños y visualizarlos de manera realista.



Figura 2: Perspectiva cónica del modelo que se emplea para el taller.
Fuente: Elaboración propia

1.1.3. Dibujo 2D y planos

Nos adentraremos en las funciones de dibujo 2D y la creación de planos en Revit. Abordaremos la configuración de parámetros de visualización, tipos de vistas disponibles y las opciones relacionadas con los tipos de líneas para lograr una documentación precisa y clara de los dibujos creados a través de la herramienta.

1. Configuración de Parámetros de Visualización:
 - a. Personalización de ajustes de visualización en Revit.
 - b. Definición de estilos de línea, grosores y colores (figura 3).
 - c. Configuración de opciones de representación para distintos elementos arquitectónicos (Niveles de detalle).
2. Tipos de Vistas:
 - a. Exploración de los distintos tipos de vistas en Revit (planta, alzado, sección, perspectiva, etc.).
 - b. Creación y gestión de vistas de detalle y secciones.

- c. Uso de vistas 3D para la visualización tridimensional del proyecto.
3. Tipos de Líneas y Opciones:
- a. Identificación de los diferentes tipos de líneas disponibles en Revit (continuas, discontinuas, ocultas, invisibles, etc.).
 - b. Aplicación de opciones de línea para delinear elementos arquitectónicos con precisión.
 - c. Uso de herramientas de cota y etiquetado para añadir información adicional a los planos.

Al término del seminario, los estudiantes habrán adquirido habilidades para configurar parámetros de visualización, crear diferentes tipos de vistas y utilizar opciones de línea en Revit para generar planos detallados y precisos. Estarán preparados para aplicar estos conocimientos en la documentación de proyectos arquitectónicos, facilitando la comunicación y comprensión de los diseños entre los distintos agentes intervinientes del proyecto.

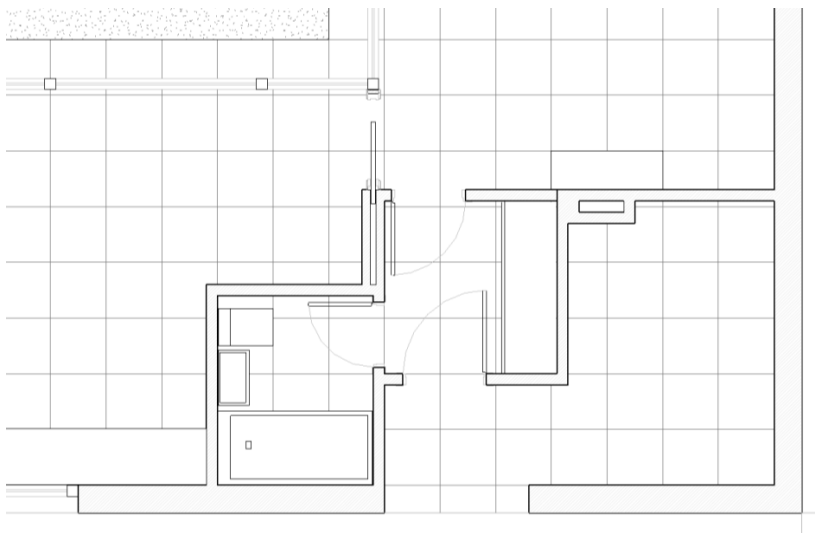


Figura 3: Proyección ortogonal del modelo que se emplea para el taller.
Fuente: Elaboración propia

1.1.4. Maquetación de paneles

En este seminario, exploraremos las técnicas para la maquetación de paneles en Revit, enfocándonos en la carga y configuración de formatos, la impresión y la presentación de distintos tipos de vista para la comunicación efectiva de los diseños arquitectónicos.

1. Carga y Configuración de Formatos:

- a. Importación y configuración de formatos de papel en Revit.
- b. Ajuste de márgenes, escalas y orientación del papel.
- c. Organización y distribución de vistas en los paneles de presentación (figura 4).

2. Impresión:

- a. Preparación de impresiones desde Revit.
- b. Selección de impresoras y ajustes de configuración.
- c. Revisión de la calidad de impresión y resolución de posibles problemas.

3. Presentación de Distintos Tipos de Vista:

- a. Creación de vistas específicas para la presentación en paneles.
- b. Selección y configuración de vistas para mostrar diferentes aspectos del proyecto.
- c. Agrupación y disposición de vistas para una presentación coherente y visualmente atractiva.

Al término del seminario, los estudiantes habrán desarrollado habilidades para maquetar paneles de presentación en Revit, preparar impresiones de calidad y organizar y presentar distintos tipos de vistas de manera efectiva.

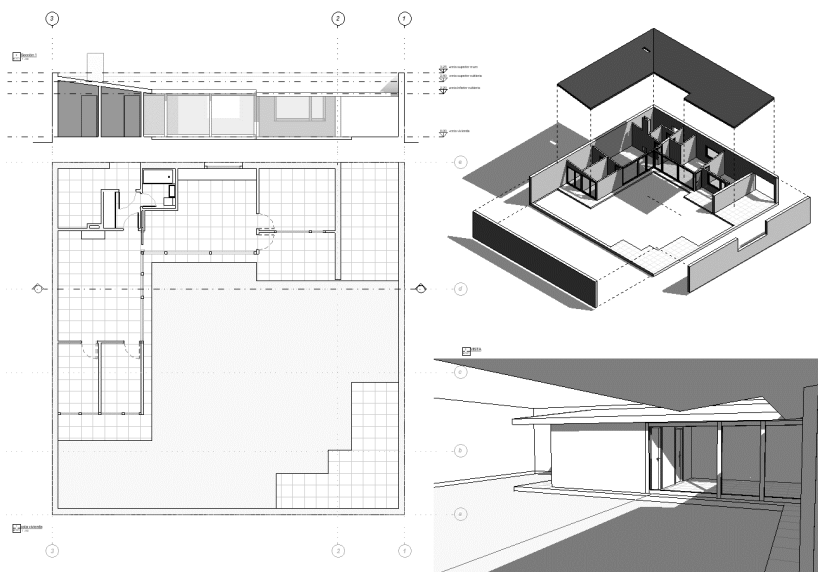


Figura 4: Propuesta de maquetación de vistas del modelo que se emplea para el taller.

Fuente: Elaboración propia

1.1.5. Modelado de superficies

En este seminario, exploraremos las técnicas avanzadas para el modelado de superficies en Revit, centrándonos en la vinculación con Rhinoceros 3D a través de Rhino.Inside, la integración de superficies topográficas desde CAD y la programación visual utilizando Dynamo. Estas herramientas permiten una mayor flexibilidad y precisión en la creación de formas complejas y entornos urbanos.

1. Vinculación Revit-Rhino (Rhino.Inside):

- a. Instalación y configuración de Rhino.Inside en Revit.
- b. Importación de geometría y modelos desde Rhinoceros 3D a Revit.
- c. Edición y manipulación de superficies generadas en Rhinoceros 3D dentro de Revit.

2. Vinculación Superficies Topográficas:

- a. Importación y vinculación de datos topográficos en Revit a partir de CAD.

- b. Creación y ajuste de superficies topográficas en el entorno de proyecto de Revit (figura 4).
 - c. Utilización de herramientas de modelado para modificar y adaptar la topografía del terreno.
3. Programación Visual Revit (Dynamo):
- a. Introducción a Dynamo y su integración con Revit.
 - b. Creación de rutinas visuales para automatizar tareas de modelado en Revit.
 - c. Ejemplos de aplicaciones prácticas de Dynamo en el modelado de superficies y entornos arquitectónicos.

Al término del seminario, los estudiantes habrán adquirido habilidades avanzadas para el modelado de superficies en Revit, utilizando herramientas como Rhino.Inside y Dynamo para integrar geometría compleja, datos topográficos y programación visual en sus proyectos arquitectónicos. Estarán preparados para abordar diseños y entornos urbanos de mayor complejidad y sofisticación, ampliando así sus capacidades en el ámbito profesional.

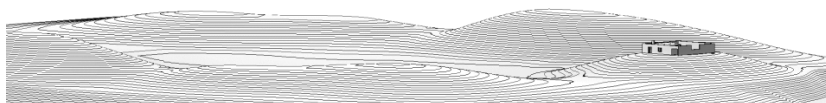


Figura 5: Axonometría del modelo e implantación empleados para el taller.
Fuente: Elaboración propia

1.1.6. Trabajo colaborativo

En este seminario, exploraremos las estrategias y herramientas para facilitar el trabajo colaborativo en proyectos de Revit, centrándonos en el uso de plataformas en la nube y sistemas de compartición de archivos. Estas técnicas permiten a equipos multidisciplinares trabajar de manera eficiente y coordinada en proyectos arquitectónicos complejos.

1. Trabajo Colaborativo en la Nube:
- a. Introducción a las plataformas de colaboración en la nube (como BIM 360, OneDrive, Dropbox, etc.).

- b. Configuración de proyectos colaborativos y asignación de roles y permisos.
 - c. Uso de funciones de revisión y comentarios para facilitar la comunicación entre equipos.
2. Plataforma de Compartición de Archivos:
- a. Selección y configuración de una plataforma de compartición de archivos IFC adecuada para proyectos de Revit.
 - b. Organización y estructuración de la información en la plataforma para facilitar el acceso y la colaboración.
 - c. Sincronización y actualización de archivos entre los miembros del equipo para mantener la coherencia del proyecto.

Al término del seminario, los estudiantes habrán adquirido conocimientos y habilidades para implementar y gestionar el trabajo colaborativo en proyectos de Revit utilizando plataformas en la nube y sistemas de compartición de archivos. Estarán preparados para trabajar de manera coordinada y eficiente en equipos multidisciplinarios, optimizando así el flujo de trabajo y la calidad de los proyectos arquitectónicos.

1.2. ESTRUCTURA DE FASES

La implementación de la herramienta se organiza en torno a seis fases que se desarrollan a lo largo del presente cuatrimestre y el primer cuatrimestre del curso próximo (2024-2025).

A continuación, se detallan las distintas fases y los objetivos principales de las mismas.

F1: Evaluación de necesidades y recursos disponibles.

Nos encontramos inmersos en esta primera fase. Actualmente estamos identificando las necesidades a través de las encuestas de estudiantes que nos hicieron llegar a través de Delegación de alumnos y las necesidades de los profesores del departamento con relación a su formación e interés de incorporar estas herramientas a sus asignaturas.

De igual modo, estamos evaluando la infraestructura con relación a qué versión de la herramienta emplear y sus potenciales vinculaciones a otras herramientas y versiones.

F2: Desarrollo de material didáctico y plan de acción.

En esta segunda fase nos centraremos en el diseño y desarrollo del material didáctico que incluye una serie de guías que tienen como objetivo extender las sesiones del aula al trabajo autónomo en casa.

F3: Formación de profesores.

En esta tercera fase se expondrá al profesorado las guías docentes y se pondrán dos sesiones formativas con relación al manejo de las guías y las cuestiones centrales de las herramientas a emplear.

Se propone de igual modo una síntesis de resultados de esta etapa que será fruto del intercambio de impresiones entre los compañeros que tendrán por objetivo la mejora de las guías, así como de las sesiones formativas.

F4: Implementación de BIM en la asignatura.

Esta fase 4 se asocia al desarrollo de la asignatura conforme a la estructura de contenidos antes detallada.

Se conformarán grupos de trabajo de estudiantes, lo que permitirá el desarrollo de los aspectos de la metodología de trabajo más estrechamente relacionada con el trabajo colaborativo y se dispondrá una plataforma de apoyo a la resolución de dudas a través de un foro en Moodle.

F5: Supervisión y asesoramiento a lo largo del ciclo académico.

Esta penúltima etapa discurre en paralelo al desarrollo de los seminarios. Se realizará una reunión de seguimiento para evaluar la adecuación de los objetivos y estructura de contenidos al desarrollo de los seminarios, ofreciéndose el asesoramiento y apoyo necesario para resolver los posibles desajustes que se produjesen.

Se realizarán los ajustes que fuesen necesarios a la estructura de contenidos en función de los resultados parciales obtenidos en esta fase.

F6: Evaluación de resultados y ajustes necesarios.

La última fase nos servirá para recopilar y analizar los resultados de la experiencia a través de la recopilación de los resultados de la encuesta realizada a estudiantes y profesores, así como de la evaluación de los trabajos gráficos.

Se evaluará la efectividad en términos de aprendizaje de los estudiantes y a fin de determinar las mejoras a incorporar en sesiones futuras del taller.

Se realizarán los ajustes necesarios en la estrategia desarrollada en función de los resultados obtenidos.

1.3. Programación de las fases y contenidos

Las distintas fases se iniciaron en marzo del 2024. A lo largo de la primavera se desarrollaron las tres primeras correspondientes a la preparación del material didáctico, formación del profesorado y programación detallada de las actividades.

Las tres fases restantes se inician en octubre y corresponden al desarrollo de los seminarios, el apoyo a estos y la revisión de los resultados que se obtengan.



Figura 6: Programación de Estructura de Fases.
Fuente: Elaboración propia

Con relación al programa de contenidos, este se desarrolla los lunes, martes y miércoles en sesiones de dos horas, contándose con un periodo entre las semanas 15 y 16 para el trabajo autónomo de los estudiantes por grupos como previa a la exploración de dinámicas de trabajo colaborativo que explorarán de manera autónoma gracias a una guía BIM expofeso para estas sesiones.

F	INICIO	FIN	semana 13 (oct)			semana 14 (nov)			semana 15 (nov)			semana 16 (nov)		
			7	8	9	14	15	16	21	22	23	28	29	30
			l	m	x	l	m	x	l	m	x	l	m	x
F4	7-10-24	30-10-24												
Desarrollo de los seminarios BIM.	7-10-24	30-10-24												
1.- Modelado geométrico 3D (2 seminarios). Incluye introducción CAD	7-10-24	9-10-24												
2.- Generación de imagen, iluminación y materiales (1 seminario)	9-10-24	9-10-24												
3.- Dibujo 2D y planos (1,5 seminario)	14-10-24	15-10-24												
4.- Maquetación de paneles: composición y edición (1 seminario)	15-10-24	16-10-24												
5.- Modelado de superficies (0,5 seminario)	16-10-24	16-10-24												
6.- trabajo colaborativo (1 seminario)	30-10-24	30-10-24												
Trabajo autónomo (ciere modelo y trabajo por grupos)														

Figura 7: Programación de Estructura de Contenidos.
Fuente: Elaboración propia

2. GESTIÓN DE RESULTADOS

Se propone un seguimiento y evaluación de la propuesta, lo que permitirá, junto con el material divulgativo que se genera para el aprendizaje autónomo de los estudiantes y como material de trabajo entre el profesorado, fomentar sinergias y futuras colaboraciones que permitan la implementación de la herramienta en asignaturas del departamento y otras afines.

A continuación, se establecen los objetivos específicos de los tres mecanismos para la gestión de los resultados que se proponen.

2.1. Seguimiento y evaluación de la propuesta

Se persigue garantizar el progreso y la calidad de los proyectos desarrollados a lo largo del taller. Lo que implica sesiones de coordinación y seguimiento, especialmente durante las primeras fases del trabajo, para proporcionar orientación y resolver cualquier problema que pueda surgir. Además, se lleva a cabo una evaluación exhaustiva de las propuestas generadas por los estudiantes a partir de los ejercicios planteados, asegurando que cumplan con los objetivos y requisitos establecidos. Para complementar esta evaluación, se analizan los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes, lo que proporciona información valiosa sobre su experiencia, nivel de satisfacción y áreas de mejora potencial. Este enfoque integral de seguimiento y evaluación garantiza que el taller sea efectivo y beneficioso para el desarrollo académico y profesional de los estudiantes.

2.2. Creación de material divulgativo

El material divulgativo incluye una guía metodológica detallada que aborda la aplicación práctica de herramientas BIM en el desarrollo de

proyectos arquitectónicos dentro del taller, ofreciendo orientación paso a paso y ejemplos ilustrativos. Además, se crean paneles resumen que condensan y presentan los resultados obtenidos durante el taller, proporcionando una visión general clara y concisa de los logros alcanzados. Asimismo, se elabora un informe a partir de las encuestas realizadas tanto a estudiantes como a profesores, analizando la evaluación de la propuesta desde diversas perspectivas y proporcionando retroalimentación valiosa para futuras iteraciones del taller. Este material divulgativo cumple un papel fundamental al consolidar el conocimiento generado durante el taller y al facilitar su difusión y comprensión entre los participantes.

2.3. Promoción de sinergias y futuras colaboraciones

Se destaca las oportunidades de colaboración y sinergias entre el taller y otras asignaturas dentro del Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica (GDA1 y GDA2), así como con las asignaturas de Construcción (Construcción 1 y Construcción 2). Estas colaboraciones potenciales pueden conducir a la integración de contenidos y metodologías complementarias, promoviendo un enfoque interdisciplinario y enriquecedor para el aprendizaje de los estudiantes. Además, el establecimiento de Proyectos de Innovación Educativa (PIE) con estas asignaturas establece una base sólida para futuras colaboraciones y la continua mejora de los programas académicos en la ETSAM.

3. CONCLUSIONES

El contexto profesional actual hace que el desarrollo de competencias en metodologías de trabajo colaborativas a través de modelos informáticos de edificios se vea como una cuestión que necesariamente ha de integrarse en los planes de estudios de los futuros arquitectos.

El marco metodológico aquí expuesto persigue situar a los estudiantes de primero de Arquitectura en este nuevo paradigma y dotarlos de las mínimas competencias necesarias para emprender una labor de autoformación que les será necesaria. Además, dado su carácter de taller experimental, se propone como plataforma dentro del Departamento para el intercambio de conocimiento entre profesores.

Se espera poder obtener una serie de conclusiones acerca de la metodología propuesta, así como de la gestión de resultados que genere conocimiento interno tanto al taller como al Departamento, pudiendo

permitir integrar estas herramientas de un modo orgánico en otras asignaturas.

La manipulación directa del espacio —casi al modo que Utzon proponía a sus estudiantes—, así como la coordinación de todos los sistemas de representación es algo que debemos, podemos y queremos integrar en la formación de los futuros arquitectos, siendo esta nuestra humilde propuesta para un taller experimental de primero de carrera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASOCIACIÓN SMART ESPAÑA. <https://www.buildingsmart.es/> , 2024 (accedido el 22 de septiembre de 2024).

ASOCIACIÓN SMART ESPAÑA. uBIM Juilines. <https://www.buildingsmart.es/recursos/gu%C3%ADas-ubim/> , 2024 (accedido el 22 de septiembre de 2024).

COMISIÓN INTERMINISTERIAL BIM (2022). “Encuesta para la planificación formativa en BIM” realizada en octubre de 2022.

COMISIÓN INTERMINISTERIAL BIM. (2023). PLAN BIM en la contratación pública. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Recuperado de <https://cibim.mitma.es/>. [https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/cbim/V_26%20WEB%20Plan%20BIM%20Contrataci%](https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/cbim/V_26%20WEB%20Plan%20BIM%20Contrataci%20)

GOBIERNO DE ESPAÑA. Ley 38/1999, del 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. Boletín Oficial del Estado número 266/199. <https://www.boe.es/eli/es/l/1999/11/05/38/con> (accedido el 22 de septiembre de 2024).

NIKOLIC, D., CASTRONOVO, F., & LEICHT, R. (2021). Teaching BIM as a collaborative information management process through a continuous improvement assessment lens: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ecam-11-2020-1000>.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LA ESTANDARIZACIÓN (ISO). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building

information modelling (ISO 19650:2018); ISO: Geneva, Switzerland, 2018.

SÁNCHEZ, M. L., & GILABERT, C. V. (2023). La especialización en el modelo formativo de las Escuelas de Arquitectura en España. Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura. <https://doi.org/10.5821/jida.2023.12237>

TWINMOTION S.L. <https://www.twinmotion.com/en-US> (accedido el 22 de septiembre de 2024).

UTZON, J. y PUENTE, M., 2010. Jørn Utzon: conversaciones y otros escritos. Barcelona: Gustavo Gili. ISBN 978-84-252-2206-1. [C3%B3n%20P%C3%BAblica.pdf](#) (accedido el 25 de marzo de 2024)

LAS ROCAS Y SUS TRATAMIENTOS CON NANOPARTÍCULAS EN LA CONSTRUCCIÓN COMO PUNTO DE PARTIDA EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN DENTRO DE LA ETAPA ESCOLAR

DR. ÁLVARO ALONSO DÍEZ

DRA. VERÓNICA CALDERÓN CARPINTERO

DRA. RAQUEL ARROYO SANZ

DPTO. DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS. ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR UNIVERSIDAD DE BURGOS, ESPAÑA

RESUMEN

Como medio para la introducción de las metodologías basadas en la investigación y el método científico en cursos escolares, se plantea como intervención innovadora en las aulas, el acercamiento a los estudiantes de 2º de Bachillerato, los métodos y procedimientos que se llevan a cabo en los laboratorios de investigación de materiales, relativos a la construcción, dentro del ámbito universitario. El desarrollo de esta actividad, permite que el estudiantado experimente un interés creciente por estas metodologías de trabajo, consiguiendo a su vez, una mayor divulgación científica en cursos preuniversitarios.

Dentro de la actividad propuesta, se presenta al estudiantado las diferentes metodologías activas con las que se va a trabajar en este proceso, así como los distintos pasos del aprendizaje dentro del mundo investigador, trabajando ciertos contenidos propios de la etapa educativa en la que se encuentra el alumnado, consiguiendo la adquisición de las competencias específicas propias desarrolladas dentro de esta propuesta.

Durante este proceso se trabajan los contenidos relacionados con el estudio de los materiales, concretamente trabajando diferentes tipos de rocas, estableciéndose los criterios para su utilización, mediante el

ensayo y la experimentación con cada uno de los materiales en los Laboratorios de Materiales de Construcción de la Escuela Politécnica Superior de Burgos.

Se puede afirmar que, el desarrollo de esta actividad, permite al alumnado que se encuentra en el último curso escolar, adquirir de forma eficiente una serie de contenidos relacionados con los materiales, así como el desarrollo del método científico y el proceso investigador.

PALABRAS CLAVE

Innovación, Materiales, Metodologías Activas, Investigación, Educación.

INTRODUCCIÓN

Una de las posibles salidas laborales que tiene el alumnado actual de la rama de ciencias y tecnología son los sectores de la ingeniería, la edificación y la obra civil, en los cuales tiene un gran peso y es importante realizar una correcta utilización y empleo de los diversos materiales (Rodríguez Saiz et al., 2020) que se utilizan en su actividad diaria, tanto de forma económica, como organizativa y medioambiental.

Con el fin de que se lleven a cabo los procedimientos, dentro de cada uno de estos sectores, de forma eficiente en todos los puntos relevantes, es imprescindible que los profesionales intervinientes en estas actividades tengan una formación cualificada (Esteban-Yago et al., 2023) sobre las propiedades (Cuenca-Romero et al., 2022) y técnicas relacionadas con los materiales, para conseguir la consecución de los objetivos estipulados.

La adquisición de estos saberes básicos en los futuros profesionales (Zouita, 2023), tienen que estar fundamentados en la ciencia y en la investigación, ya que son dos de los saberes capaces de resolver estas cuestiones de forma conjunta, facilitando una serie de normas y criterios científicos necesarios para la toma de decisiones de las empresas, relativa a la elección y conocimiento de las materias primas para elaborar sus productos (Alonso et al., 2019), terminaciones y actuaciones de mantenimiento y conservación.

También resulta fundamental conocer las repercusiones que tiene sobre el medio la toma de decisiones y el empleo de los materiales para

su uso en estos sectores (Santamaría-Vicario et al., 2022), más concretamente el impacto que conlleva el uso de rocas en la edificación, disminuyendo los recursos materiales y aumentando el gasto energético gracias a los procesos de extracción, transporte y elaboración.

Cabe destacar, que en la actualidad existen infinidad de edificaciones y nuevos proyectos constructivos que emplean las rocas como material, por lo que para reducir este consumo relacionado con el empleo de las rocas en la edificación, es necesario conocer y aplicar diferentes tratamientos (M. J. Mosquera, 2013) tanto de conservación como de reconstrucción y mantenimiento de las mismas, alargando así el ciclo de vida que presentan y evitando la extracción de más recursos naturales, reduciendo la huella de carbono que generan estos procesos.

Una de las formas habituales (Miranda C, 2007) de realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudio y análisis de los materiales por parte del alumnado, es meramente de carácter teórico (Yunes, 2004) como se ha podido observar en los últimos tiempos, mientras que realmente su utilidad es fundamentalmente práctica, siendo necesario conectar estos contenidos con la realidad y el mundo laboral para que el alumno muestre interés y se sienta motivado para aprender e indagar sobre estos temas.

Numerosos estudios abalan la necesidad de introducir nuevas metodologías de manera activa (Navarrete et al., 2023) para que se produzca un proceso completo de aprendizaje, permitiendo que este sea equitativo para todos y adaptándose a las necesidades propias de cada alumnado (Sáiz-Manzanares et al., 2020).

Por todo ello, a lo largo de esta actividad se van a facilitar materiales útiles en el proceso de enseñanza-aprendizaje, elaborados bajo las directrices del diseño universal de aprendizaje (Sánchez-Gómez & López, 2020). A la vez, se van a introducir diversos sistemas de enseñanza basados en las metodologías activas (Álvarez-Herrero, 2022) durante las diferentes etapas de la actividad, tales como el Aprendizaje Cooperativo (Gillies, 2007) y “Flipped Classroom” (Bergmann & Sams, 2014).

Todos estos mecanismos van a estar englobados en la metodología de Aprendizaje basado en Investigación (Santana-Vega et al., 2020), que va a ser el punto de referencia para el desarrollo del proceso completo, ayudado y apoyado en determinados momentos por los siste-

mas complementarios expuestos anteriormente, buscando la motivación y la consecución del perfil de salida del alumnado propio de la etapa en la que se encuentran.

En definitiva, este proyecto de innovación (González M. & Escudero J., 1987) intenta acercar el mundo de la investigación junto a los contenidos propios de las materias a los estudiantes de 2º de Bachillerato (Gutiérrez S. et al., 2018), mediante el desarrollo de la actividad denominada “Sistemas para la rehabilitación de edificios de mampostería mediante nanopartículas y consecuencias de su aplicación”, en la cual el alumnado debe trabajar de una forma científico-investigadora junto a profesionales de este sector, adquiriendo los saberes básicos de una forma práctica y realista, mediante el análisis de materiales de tipo rocas, del mismo modo que se realizan en un laboratorio certificado, aportando una visión crítica y de cuidado con el medio ambiente a través de la puesta en práctica de técnicas que favorezcan la sostenibilidad y la economía circular en el mundo de la edificación.

1. METODOLOGÍA

Ligadas a la tecnología, las imágenes de hoy devienen interfaces a través de las cuales se participa en el espectáculo: se diseña y fabrica la propia aparición en la escena pública para ser consumida masivamente en escasos segundos. Basta con observar cómo hasta que un problema, por gigantesco que sea, no deviene consumible mediante un espectáculo público, no parece recibir la atención necesaria: algunos han leído así el caso de Greta Thunberg y su impacto en la conciencia mundial sobre el Cambio Climático (Llamazares, 2019).

La puesta en marcha de este proyecto de innovación, busca la consecución de los objetivos y la adquisición de competencias específicas en los alumnos de bachillerato de una forma activa, mediante la aplicación de la metodología de Aprendizaje basado en Investigación con el apoyo de otras herramientas metodológicas y desarrollado en las instalaciones y los laboratorios científicos de materiales de la Universidad de Burgos.

Todo ello permite que el alumnado de instituto se sumerja por completo en el mundo científico-investigador (Pinto G. et al., 2015), comprobando su funcionamiento y la necesidad de su desarrollo en la sociedad actual y en el sector de la edificación.

El desarrollo de esta actividad se centra en el alumnado perteneciente a la modalidad de ciencias y tecnología del 2º curso de Bachillerato, implementada como una actividad propuesta por los centros educativos, los departamentos correspondientes y la propia Universidad de Burgos.

Su realización es posible gracias al convenio de colaboración entre los institutos de la ciudad de Burgos que llevan a cabo el Bachillerato de Investigación y Excelencia (BIE) y la Universidad de Burgos.

Los profesionales universitarios, teniendo en cuenta el currículo que se desarrolla en los cursos de instituto, plantean una serie de temas que se van a desarrollar en las instalaciones de la universidad y que va a ser elegido en función de los intereses del alumnado y del profesorado.

Por lo tanto, el estudiantado que va a participar en este proyecto ha mostrado su interés en cursar una modalidad educativa que incluye la realización de actividades relacionadas con la investigación y por ende acuden con una motivación e interés que permite una mayor profundización y adquisición de conocimientos con su desarrollo.

En este caso, en la actividad de investigación propuesta bajo el nombre de “Sistemas para la rehabilitación de edificios de mampostería mediante nanopartículas y consecuencias de su aplicación” en la que se fundamenta este proyecto de innovación, va a participar el alumnado proveniente de dos institutos de la capital burgalesa.

El desarrollo global del proyecto se va a realizar a través de la metodología activa de Aprendizaje basado en Investigación (Botella Nicolás & Ramos Ramos, 2019) que consiste en realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje conectando el mundo de la investigación con la educación del alumnado, consiguiendo que estos entren en contacto por primera vez con el desarrollo del método científico, apoyados por profesores de enseñanza superior cualificados en esta materia.

Para el desarrollo del contenido sobre el análisis de las rocas como material para su uso en la edificación y sus posibles tratamientos, se han diseñado todas las herramientas siguiendo el DUA y buscando que se cumplan los siguientes criterios marcados en la Taxonomía de Bloom (Antony Sami & Arumugam, 2020):

- Recordar conceptos básicos sobre el contenido.

- Comprender con un entendimiento básico la información proporcionada.
- Aplicar el conocimiento adquirido sobre los aspectos tratados.
- Analizar la información identificando causas y evidencias.
- Evaluar la información defendiendo los criterios utilizados.
- Crear algo nuevo o analizar para mejorar productos o sistemas, proponiendo soluciones novedosas y alternativas.

Junto a la consecución de estos criterios (I. Mosquera, 2018) integrados en la metodología principal, se van a llevar a cabo dos metodologías activas secundarias (Martínez Valdivia et al., 2023), que buscan complementar y ayudar en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En las primeras sesiones se trabajará con la metodología “Flipped Classroom” (Calvillo & Martín Rodríguez, 2017), asimilando parte de los contenidos en casa a través de unas pautas y herramientas facilitadas por el profesorado, realizando las tareas más complejas en clase. Por otro lado, el trabajo entre el alumnado se desarrollará siguiendo un Aprendizaje Cooperativo (Bosch et al., 2019), favoreciendo la interacción (Davidson, 1995) y dividiendo el aula en pequeños grupos heterogéneos (Gillies & Ashman, 2003) para que estos trabajen de forma conjunta resolviendo las actividades propuestas.

Aunando todas estas metodologías activas, se consigue el desarrollo del proyecto con la consecución de las siguientes características:

- Uso de la metodología científica.
- Aportar una motivación extra al alumnado en estos contenidos.
- El alumnado es el verdadero protagonista del proceso enseñanza-aprendizaje.
- Se desarrollan las habilidades y competencias específicas.
- El profesorado actúa como un mero guía.
- Se detectan las carencias del alumnado.
- Se trabaja la interdependencia positiva y las interacciones entre iguales.
- Se fomenta la responsabilidad individual y las habilidades sociales.
- Proceso de autoevaluación de los grupos.

En cuanto a los recursos personales necesarios para conseguir desarrollar este proyecto, nos encontramos con la necesidad de contar con

dos profesores universitarios con formación en investigación, que llevarán a cabo las diferentes sesiones, además estarán apoyados por el personal encargado del laboratorio de materiales de construcción para la preparación y elaboración de los ensayos. Por su parte, el centro educativo dará apoyo mediante el acompañamiento del alumnado con un profesor de la propia etapa educativa.

En cuanto a los materiales que se van a emplear en la consecución de los contenidos, todos ellos seguirán las pautas DUA y las necesidades de las metodologías activas que se van a aplicar.

2. RESULTADOS

En el desarrollo del proyecto se van a llevar a cabo tres tipos de sesiones, siendo las iniciales de un carácter más teórico en las aulas de la Universidad de Burgos, en las cuales se implementará la metodología “Flipped Classroom” de la siguiente manera:

- Sesión 1: Presentación en el aula de manera física del contenido del proyecto, exponiendo las principales ideas de funcionamiento, los espacios que se van a utilizar, el material necesario, las herramientas, los medios y los trabajos evaluables que el profesorado va a aportar al alumnado. En esta primera sesión se darán unas nociones básicas y recursos online que el alumnado deberá trabajar en casa para conocer qué tipo de rocas se van a estudiar y avanzar en el desarrollo de la actividad, a la vez que realizar una búsqueda bibliográfica sobre la normativa a emplear en los ensayos de laboratorio que se realizarán en las sesiones prácticas sobre los diferentes tipos de rocas analizados previamente. Se abordará el tema del análisis del ciclo de vida de los materiales y la economía circular.
- Sesión 2: en esta segunda clase presencial en el aula, se facilitará al alumnado dos presentaciones con los puntos básicos, a ampliar en casa, sobre los diferentes tipos de rocas que se emplean en la edificación y sobre las patologías que estas presentan de forma habitual. A continuación, se visualizará un vídeo que habla sobre tratamientos en rocas y sobre el uso de nanotecnología aplicada en la edificación. El alumnado tendrá que ampliar esta información con el trabajo fuera del aula y buscar dos tipos sencillos y útiles de tratamientos con aplicación

de nanopartículas en edificios construidos con mampostería, siguiendo las instrucciones y guía del profesorado.

El segundo tipo de sesiones, se llevará a cabo en los laboratorios de materiales de construcción de la Universidad de Burgos, con un carácter totalmente práctico y colaborativo, destacando el trabajo en dos grupos de dos alumnos cada uno, desarrollado del siguiente modo:

- Sesión 3: Esta sesión se llevará a cabo en el laboratorio, donde el alumnado pondrá en práctica lo analizado previamente sobre las rocas, pudiendo interactuar y ver las características físicamente de probetas de rocas caliza y de roca arenisca. Se trabajará en la medición y obtención de volúmenes mediante diversos métodos científicos de las probetas suministradas, relacionando estas mediciones con los conceptos de densidad aparente y de densidad real de las muestras, así como su importancia en la elección para su uso en la edificación.

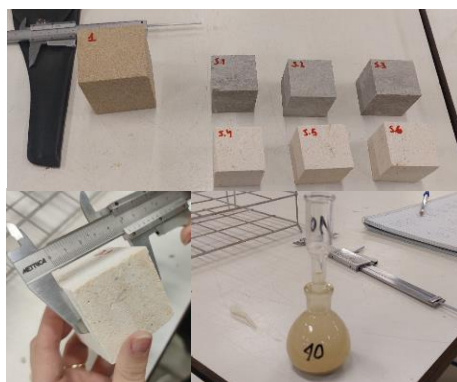


Figura 1: Probetas y métodos científicos para la medición.

Fuente. Elaboración propia.

Cabe destacar, que los grupos, irán tomando nota de los ensayos de investigación que se están llevando a cabo, a la vez que realizarán una serie de tablas resumen con los datos obtenidos en cada uno de ellos. Una vez finalizado cada ensayo, se expondrán las conclusiones obtenidas por parte de los grupos. Por último, para concluir esta sesión, se presentará al alumnado los productos para realizar dos tipos de tratamiento con nanopartículas sobre las probetas, en este caso un hidrofugante y un consolidante, los cuales serán aplicados por los grupos de trabajo.

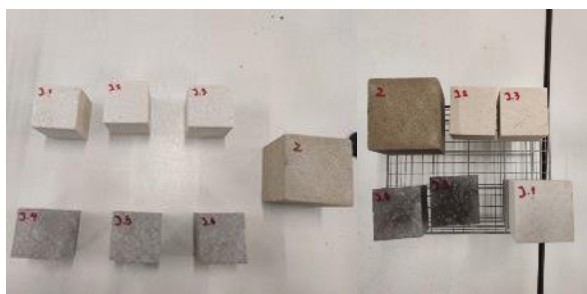


Figura 2: Aplicación de los tratamientos sobre las probetas.

Fuente. Elaboración propia.

- Sesión 4: En la última sesión de laboratorio, se comprobará si la aplicación de los tratamientos de la sesión anterior ha modificado las propiedades físicas analizadas previamente, como sus dimensiones o densidades. A continuación, se analizará el efecto que tienen las nanopartículas sobre las probetas tratadas relativo a la absorción y repulsión del agua. Posteriormente, se comprobará si estos tratamientos tienen algún efecto visual con la modificación del color de las rocas. Más tarde se comprobará la variación que producen las nanopartículas en las resistencias mecánicas a tracción y compresión, así como los valores iniciales de las probetas muestra. Se realizará un ensayo de resistencias a rocas sometidas a ciclos hielo- deshielo, para así asemejar las condiciones climáticas a las que están sometidos estos materiales a la intemperie y el comportamiento que muestran. Por último, se observarán los restos de las rocas ensayadas en el microscopio para conocer su morfología interna. Hay que destacar, que durante la ejecución de los ensayos científicos y a la finalización de todos

ellos, el alumnado con la guía del profesorado, expondrá sus conclusiones y su relación e interpolación con la vida real y con el uso de las rocas como materiales de edificación, argumentando sus respuestas y razonamientos con el análisis de los datos obtenidos.



Figura 3: Realización de los ensayos científicos sobre las rocas.
Fuente. Elaboración propia.

El tercer tipo de sesiones, tiene un carácter virtual (Barcena-Toyos, 2023), a través de plataformas online, que facilitan la resolución de las dudas de la siguiente forma:

- Sesión 5: esta última clase se realizará de modo online mediante la plataforma de “Teams”. Durante esta reunión se posibilitará a los estudiantes para que plantean sus dudas o soliciten aclaraciones sobre los diversos puntos y ensayos realizados a lo largo de las clases anteriores. Se solicitará al alumnado que realice una reflexión final aportando las conclusiones más importantes a las que ha llegado. Por último, se planteará la estructuración de la memoria final que deberá entregar cada grupo, donde se recogen todos los procesos estudiados y desarrollados, así como los valores o datos obtenidos y las conclusiones relacionadas con ellos y aplicadas al mundo real de la edificación.
- Sesiones continuas online: a través de la creación de un grupo de trabajo en la aplicación de “Teams” y “Sharepoint”, se facilitará al alumno un canal de comunicación, en el cual podrá ir

planteando las dudas que le surjan mientras dure el proyecto. Estas plataformas también se utilizarán para facilitar al alumnado el material de guía, los recursos necesarios para el aprendizaje y las comunicaciones necesarias.

Una vez finalizado el tiempo dedicado a las sesiones, los grupos de estudiantes deberán elaborar la memoria final que recoge todo el proceso llevado a cabo, culminado con la explicación y desarrollo del mismo de manera oral frente al resto de grupos y al profesorado implicado, realizándose esta actividad en el Aula Magna de la Universidad de Burgos.

Para llevar a cabo todas estas sesiones se establece una temporalización del proyecto de innovación, de forma completa, abarcando un periodo comprendido entre el mes de octubre y el mes de febrero del siguiente año, desarrollándose aproximadamente en los dos primeros trimestres del curso escolar y cada sesión descrita anteriormente, contará con un total de dos horas para el desarrollo establecido en cada una de ellas.

Con la finalidad de conocer el alcance del proceso de enseñanza-aprendizaje, se va a llevar a cabo una evaluación general de los estudiantes, teniendo en cuenta que, durante este proceso se va a producir una autoevaluación del alumnado sobre su propio trabajo, valorando en todo momento las mejoras indicadas por el profesorado responsables y adaptando sus propias elaboraciones.

Por otro lado, se va a producir una coevaluación en las actividades del laboratorio, donde los grupos analizarán los resultados y las conclusiones del resto de grupos. Por último, el profesorado, tanto del propio centro educativo como de la universidad, hará una evaluación de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, calificando al alumnado de forma individual.

El resultado obtenido en todos los procesos evaluados anteriormente ha sido satisfactorio, llegándose a avanzar los objetivos propuestos tanto por parte del estudiantado como por parte del profesorado encargado de realizar este proyecto.

3. CONCLUSIONES

A través del desarrollo de este proyecto de innovación, como parte de las actividades del currículo de la educación del alumnado de 2º de Bachillerato en la modalidad del Bachillerato de Investigación y Exce-lencia, se consigue el acercamiento de la actividad científica desarro-llada en los estudios superiores, formando parte de los mismos du-rante la ejecución de la actividad y comprobando su relevante importancia en la sociedad, más concretamente en la actividad diaria y en el desarrollo del sector de la edificación.

Mediante la búsqueda del desarrollo de la pirámide de la Taxonomía de Bloom, dentro de un diseño de la actividad fundamentado en el Aprendizaje basado en Investigación y apoyado por las metodologías activas de Aprendizaje Colaborativo y “Flipped Classroom”, junto con el diseño universal de aprendizaje de los recursos utilizados, se con-sigue que el alumnado adquiera los contenidos y las competencias es-pecíficas de forma efectiva, permitiéndole alcanzar el perfil de salida establecido.

Por otro lado, durante las sesiones, se consigue que el alumnado tra-baje de forma colaborativa en pequeños grupos heterogéneos, fomen-tando la interacción, las relaciones sociales y la responsabilidad indi-vidual de cada uno, relativo a la competencia personal, social y de aprender a aprender.

Junto a esto, mediante la realización de las actividades evaluables propuestas, se consiguen desarrollar las competencias en comunica-ción lingüística entre iguales y con el profesorado, la competencia di-gital, la competencia emprendedora y la competencia en conciencia y expresión cultural, alcanzando de esta forma las competencias clave por parte del alumnado.

Con respecto al profesorado que imparte la actividad, supone una ex-periencia relevante para la mejora a la hora de aplicar las metodolo-gías activas en la actividad diaria, permitiendo conocer cómo funcio-nan este tipo de recursos, si se están implantando bien, así como su utilidad y como medio para mejorarlos, desarrollando una evalua-ción completa con al menos tres mecanismos de comprobación.

Por otro lado, resulta satisfactorio ver como el alumnado está moti-vado e intrigado por llevar a cabo la actividad y profundizar en los contenidos planteados, siguiendo las indicaciones del profesorado y

plasmando los saberes en la parte práctica con la resolución de pequeños retos. También resulta útil para la formación del profesorado verificar que el conocimiento adquirido es completo y de forma eficiente, a la vez que se facilita una conexión entre los saberes básicos estudiados y su relación con el mundo investigador y laboral, centrado en el sector de la construcción, aportando puntos de vista para que el alumnado pueda tomar decisiones de cara a su futuro formativo y profesional.

No menos importante, es el trabajo realizado sobre el estudio y análisis de las rocas como materiales de construcción y los posibles tratamientos que se pueden aplicar sobre estas para su conservación y protección, de cara a alargar su ciclo de vida, fomentando de esta forma la sostenibilidad y la economía circular.

Como conclusión general, podemos afirmar, tras las valoraciones finales realizadas por todos los participantes y los resultados obtenidos, que la puesta en marcha y desarrollo de esta actividad tiene una repercusión positiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado, mejorando sus conocimientos y proporcionando herramientas para desarrollar su pensamiento crítico de cara a la resolución de problemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, A., RODRÍGUEZ, A., GADEA, J., GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, S., & CALDERÓN, V. (2019). IMPACT OF PLASTERBOARD WITH LADLE FURNACE SLAG ON FIRE REACTION AND THERMAL BEHAVIOR. FIRE TECHNOLOGY, 55(5), 1733–1751. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/s10694-019-00828-6](https://doi.org/10.1007/s10694-019-00828-6)
- ÁLVAREZ-HERRERO, J.-F. (2022). ACTIVE METHODOLOGIES AMONG SECONDARY STEM TEACHERS. USE AND PERCEPTIONS | METODOLOGÍAS ACTIVAS ENTRE EL PROFESORADO STEM DE SECUNDARIA USO Y PERCEPCIONES. HUMAN REVIEW. INTERNATIONAL HUMANITIES REVIEW / REVISTA INTERNACIONAL DE HUMANIDADES, 11. [HTTPS://DOI.ORG/10.37467/revhuman.v11.3860](https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.3860)
- ANTONY SAMI, J. C., & ARUMUGAM, U. (2020). A DESCRIPTIVE ANALYSIS OF STUDENTS LEARNING SKILLS USING BLOOM'S REVISED TAXONOMY. JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE, 16(2), 183–193. [HTTPS://DOI.ORG/10.3844/JCSSP.2020.183.193](https://doi.org/10.3844/JCSSP.2020.183.193)

- BARCENA-TOYOS, P. (2023). USE OF ONLINE ACTIVE METHODOLOGIES IN HIGHER EDUCATION. IN NEW PERSPECTIVES IN TEACHING AND LEARNING WITH ICTs IN GLOBAL HIGHER EDUCATION SYSTEMS. [HTTPS://DOI.ORG/10.4018/978-1-6684-8861-4.ch003](https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8861-4.ch003)
- BERGMANN, J., & SAMS, A. (2014). FLIPPED LEARNING: GATEWAY TO STUDENT ENGAGEMENT. . INTERNATIONAL SOCIETY FOR TECHNOLOGY IN EDUCATION.
- BOSCH, C., MENTZ, E., & REITSMA, G. (2019). COOPERATIVE LEARNING AS A BLENDED LEARNING STRATEGY: A CONCEPTUAL OVERVIEW. IN EMERGING TECHNIQUES AND APPLICATIONS FOR BLENDED LEARNING IN K-20 CLASSROOMS. [HTTPS://DOI.ORG/10.4018/978-1-7998-0242-6.ch004](https://doi.org/10.4018/978-1-7998-0242-6.ch004)
- BOTELLA NICOLÁS, A. M., & RAMOS RAMOS, P. (2019). INVESTIGACIÓN-ACCIÓN Y APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS. UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. . PERFILES EDUCATIVOS., 41(163), 127–141.
- CALVILLO, A. J., & MARTÍN RODRÍGUEZ, D. (2017). THE FLIPPED LEARNING: GUÍA " GAMIFICADA " PARA NOVATOS Y NO TAN NOVATOS. . UNIR EDITORIAL.
- CUENCA-ROMERO, L. A., ARROYO, R., ALONSO, Á., GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, S., & CALDERÓN, V. (2022). CHARACTERIZATION PROPERTIES AND FIRE BEHAVIOUR OF CEMENT BLOCKS WITH RECYCLED POLYURETHANE ROOF WASTES. JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING, 50. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/j.jobee.2022.104075](https://doi.org/10.1016/j.jobee.2022.104075)
- DAVIDSON, N. (1995). INTERNATIONAL PERSPECTIVES ON COOPERATIVE AND COLLABORATIVE LEARNING: AN OVERVIEW. INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATIONAL RESEARCH, 23(3), 197–200. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/0883-0355\(95\)93607-W](https://doi.org/10.1016/0883-0355(95)93607-W)
- ESTEBAN-YAGO, M. A., GARCÍA-LUQUE, O., LÓPEZ-MARTÍNEZ, M., & RODRÍGUEZ-PASQUÍN, M. (2023). TEACHING MATERIALS FOR ACTIVE METHODOLOGIES IN UNIVERSITY EDUCATION. JOURNAL OF HIGHER EDUCATION THEORY AND PRACTICE, 23(8), 78–88. [HTTPS://DOI.ORG/10.33423/jhstp.v23i8.6066](https://doi.org/10.33423/jhstp.v23i8.6066)
- GILLIES, R. M. (2007). COOPERATIVE LEARNING: INTEGRATING THEORY AND PRACTICE. IN COOPERATIVE LEARNING: INTEGRATING THEORY AND PRACTICE. [HTTPS://DOI.ORG/10.4135/9781483329598](https://doi.org/10.4135/9781483329598)

- GILLIES, R. M., & ASHMAN, A. F. (2003). COOPERATIVE LEARNING: THE SOCIAL AND INTELLECTUAL OUTCOMES OF LEARNING IN GROUPS. IN COOPERATIVE LEARNING: THE SOCIAL AND INTELLECTUAL OUTCOMES OF LEARNING IN GROUPS. [HTTPS://DOI.ORG/10.4324/9780203465264](https://doi.org/10.4324/9780203465264)
- GONZÁLEZ M., & ESCUDERO J. (1987). INNOVACIÓN EDUCATIVA: TEORÍAS Y PROCESOS DE DESARROLLO. HUMÁNITAS.
- GUTIÉRREZ S., FERNÁNDEZ A., JUNCO C., GADEA J., RODRÍGUEZ A., & CALDERÓN V. (2018). SOWING FOR THE FUTURE. AN INNOVATIVE TEACHING EXPERIENCE BETWEEN SCHOOL-UNIVERSITY. ADVANCES IN BUILDING EDUCATION, 80–89.
- MARTÍNEZ VALDIVIA, E., PEGALAJAR PALOMINO, M. C., & BURGOS-GARCIA, A. (2023). ACTIVE METHODOLOGIES AND CURRICULAR SUSTAINABILITY IN TEACHER TRAINING. INTERNATIONAL JOURNAL OF SUSTAINABILITY IN HIGHER EDUCATION, 24(6), 1364–1380. [HTTPS://DOI.ORG/10.1108/IJSHE-05-2022-0168](https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2022-0168)
- MIRANDA C. (2007). REFORMA E INNOVACIÓN EDUCATIVA CONSIDERACIONES TEÓRICAS. EDUCARE, 2, 181–214.
- MOSQUERA, I. (2018). METODOLOGÍAS ACTIVAS EN EL AULA O LA INTERSECCIÓN DE LA TAXONOMÍA DE BLOOM Y LA PIRÁMIDE DE APRENDIZAJE. UNIR REVISTA, EDUCACIÓN.
- MOSQUERA, M. J. (2013). NUEVOS PRODUCTOS PARA RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL. RIIPAC, 153–172. [HTTP://WWW.EUMED.NET/REV/RIIPAC](http://www.eumed.net/rev/riipac)
- NAVARRETE, J. H., DE LA PAZ, S. D. L. B., & BOLÓS, C. B. (2023). ACTIVE METHODOLOGIES AND LEARNING OF SCIENTIFIC COMPETENCE: CONSISTENCY OVER TIME | METODOLOGÍAS ACTIVAS Y APRENDIZAJE DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA: CONSISTENCIA EN EL TIEMPO. HUMAN REVIEW. INTERNATIONAL HUMANITIES REVIEW / REVISTA INTERNACIONAL DE HUMANIDADES, 16(4). [HTTPS://DOI.ORG/10.37467/revhuman.v12.4668](https://doi.org/10.37467/revhuman.v12.4668)
- PINTO G., ALONSO J., PROLONGO M., & ARRIBA C.. (2015). DIVULGACIÓN CIENTÍFICA PARA JÓVENES Y NIÑOS. EXPERIENCIAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS. ANUARIO LATINOAMERICANO DE EDUCACIÓN QUÍMICA, 30, 44–49.
- RODRÍGUEZ SAIZ, A., SANTAMARÍA-VICARIO, I., ALONSO DÍEZ, Á., GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, S., & CALDERÓN CARPINTERO, V. (2020). DESIGN OF NEW

MATERIALS FOR THE PROTECTION OF CONSTRUCTION UNITS OF
RESIDENTIAL BUILDINGS AGAINST FIRE ACTION | DISEÑO DE NUEVOS
MATERIALES PARA LA PROTECCIÓN DE UNIDADES CONSTRUCTIVAS DE
EDIFICIOS RESIDENCIALES CONTRA LA ACCIÓN DEL FUEGO.
REHABEND, 1583–1591.

SÁIZ-MANZANARES, M. C., GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, S., RODRÍGUEZ, Á., CUENCA-
ROMERO, L. A., CALDERÓN, V., & QUEIRUGA-DIOS, M. (2020).
SYSTEMATIC REVIEW ON INCLUSIVE EDUCATION, SUSTAINABILITY IN
ENGINEERING: AN ANALYSIS WITH MIXED METHODS AND DATA MINING
TECHNIQUES. SUSTAINABILITY (SWITZERLAND), 12(17).
[HTTPS://DOI.ORG/10.3390/SU12176861](https://doi.org/10.3390/SU12176861)

SÁNCHEZ-GÓMEZ, V., & LÓPEZ, M. (2020). COMPRENDIENDO EL DISEÑO
UNIVERSAL DESDE EL PARADIGMA DE APOYOS: DUA COMO UN
SISTEMA DE APOYOS PARA EL APRENDIZAJE. REVISTA
LATINOAMERICANA DE EDUCACIÓN INCLUSIVA, 14(1), 143–160.
[HTTPS://DOI.ORG/10.4067/s0718-73782020000100143](https://doi.org/10.4067/s0718-73782020000100143)

SANTAMARÍA-VICARIO, I., ALONSO-DÍEZ, Á., HORGNIÉS, M., & RODRÍGUEZ-
SAIZ, Á. (2022). PROPERTIES OF GYPSUM MORTARS DOSED WITH LFS
FOR USE IN THE DESIGN OF PREFABRICATED BLOCKS. IN LECTURE
NOTES IN CIVIL ENGINEERING (VOL. 258).
[HTTPS://DOI.ORG/10.1007/978-981-19-1894-0_15](https://doi.org/10.1007/978-981-19-1894-0_15)

SANTANA-VEGA, L. E., SUÁREZ-PERDOMO, A., & FELICIANO-GARCÍA, L. (2020).
EL APRENDIZAJE BASADO EN LA INVESTIGACIÓN EN EL CONTEXTO
UNIVERSITARIO: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA . REVISTA ESPAÑOLA DE
PEDAGOGÍA, 78(277), 517–535.

YUNES, F. T. , & S. A. L. (2004). LA ARGUMENTACIÓN EN LA CLASE MAGISTRAL.
REVISTA DE TEORÍA Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS SOCIALES., 9, 35–
47.

ZOUITA, A. (2023). LEARNING DISABILITIES: PREPARING STUDENTS FOR HIGHER
EDUCATION THROUGH GUIDANCE IN INCLUSIVE AND DIVERSE
BACKGROUNDS. IN CLOSING THE EDUCATIONAL ACHIEVEMENT GAP
FOR STUDENTS WITH LEARNING DISABILITIES.
[HTTPS://DOI.ORG/10.4018/978-1-6684-8737-2.ch013](https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8737-2.ch013)

SUSTAINABLE DEVELOPMENT. INMERSION AND GAMIFICATION

CARLOS MORALES-POLO¹, KATIA HUESO-KORTEKAAS¹, MARTA REVUELTA-
ARAMBURU¹, AMPARO VERDÚ-VÁZQUEZ²

¹*Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España*

²*Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España*

ABSTRACT

Educational innovation and new teaching methodologies in Engineering are becoming commonplace and an incipient way of modifying the student learning and assessment model. In this case, the transformation of a university master's degree subject is proposed through the implementation of the methodology of Project-Based Learning (PBL) summative assessment (SA) and formative assessment (FA).

The subject to transformation, Sustainable Development, is transversal for the master's degree in Industrial Engineering and deals with three fundamental topics:

- a) Climate change and sustainable transition.
- b) Sustainability and business.
- c) Circular Economy.

The innovation combines the master class with PBL carried out in the classroom as the contents are developed, and a final group activity that serves as an evaluation and the traditional written tests.

The proposed activity is a meeting of sectoral roundtables convened by a government to transpose the new European Circular Economy Directive. Different economic sectors must seek, separately and together, strategies beneficial to each sector, obtain a common position and reach fair and sustainable legislative proposals. In this way, the three main blocks of the subject (a), (b) and (c) are covered.

A distinction is made between regular classroom sessions and a joint final session for decision-making. The students are divided into different groups for classroom sessions, each corresponding to an economic or productive sector. Within each sector, each student assumes the role of coordinator, secretary, documentalist or spokesperson. In these sessions, each group must elaborate on its individual position and consult between sectors if there are dependencies, always supervised by the teacher. Deliverables are extracted from these sessions at the end of these sessions, from which feedback is provided and serves as FA.

The final joint session aims to negotiate between sectors to seek common agreements and proposals. It takes place in a special collaborative space that allows you to work in large groups and present in an immersive room. Each sector presents its proposals, a negotiation moderated by the teacher begins, and final agreements are sought and reached. From this session, the individual presentations of each group and a joint participation note that serves the SA are extracted as deliverables.

As a result of this experience, it is observed that, in PBL sessions, the work in cooperative groups with differentiated roles enhances the interaction promotion between the groups, generating a positive interdependence but with individual responsibility. As for the final joint session, the promoter interaction is favoured in terms of the exchange of opinions and strategies, reciprocal help and stimulation of efforts and positive interdependence with respect to the external rival.

As objective indicators to evaluate the effectiveness of PBL expertise, we use class attendance and final exam scores. By including these activities, attendance at 100% of the sessions goes from 85% in previous years (20/21 and 21/22) to 97% in the years of study (22/23 and 23/24). As for the grade on the final exam, in previous years, the average was around 6.5/10. After this experience, it shifts to 9.5/10.

In conclusion, it is recommended to include this type of activity both in class and in the assessment. Students rate it very positively, explore and learn about new ways of learning, and the assessment improves objectively.

KEYWORDS

Educational innovation; Sustainable Development; Project-Based Learning; Sectorial roundtables.

1. INTRODUCTION

Educational innovation and the incorporation of new teaching methodologies in the field of Engineering are becoming increasingly relevant and becoming increasingly common practices within academic institutions (Tierney & Lanford, 2016). These innovations not only enrich the educational process but also represent an emerging and promising approach to significantly modify the traditional model of learning and assessment that has prevailed for decades. In this context, an ambitious and transformative proposal is proposed for the teaching of a specific subject within a university master's degree program. This transformation will be achieved through the implementation of gamification and the Project-Based Learning (PBL) methodology, combined with summative assessment (SA) and formative assessment (FA) strategies. This integrated approach not only seeks to improve knowledge acquisition but also to foster deeper and more meaningful learning, adapted to the needs and challenges of today's professional environment (Žerovnik & Nančovska Šerbec, 2021).

1.1. GAMIFICATION AND PROJECT-BASED LEARNING AS TOOLS FOR TEACHING INNOVATION IN HIGHER EDUCATION

Gamification is defined as using game design elements in non-playful contexts to improve user motivation and engagement (Deterding et al., 2011). In the educational field, this implies incorporating game mechanics such as points, levels, rewards, and competencies in the learning process (Sailer & Homner, 2020). Numerous studies have shown the benefits of gamification in higher education. For example, (Hamari et al., 2014) found that gamification can improve student motivation and engagement, while (Alsawaier, 2018) reported significant improvements in academic performance and student satisfaction in gamified environments. Gamification can also facilitate active learning and participation in the classroom. (Dichev & Dicheva, 2017) argue that transforming traditional tasks into interactive and rewarding challenges makes students more likely to actively engage in the learning process.

PBL is a pedagogical methodology that engages students in undertaking complex and authentic projects to acquire knowledge and skills (Blumenfeld et al., 1991). This methodology is based on Vygotsky's

constructivist theory (Vygotsky & Cole, 1978), which holds that learning is an active and social process in which students construct knowledge through interaction with their environment and peers. PBL has proven to be an effective tool for improving academic and professional skills. According to (Hmelo-Silver, 2004), this methodology can develop critical thinking, problem-solving, and collaboration skills, all essential for success in the contemporary world of work. In addition, studies such as that of (Kokotsaki et al., 2016) indicate that PBL can increase students' motivation and engagement by giving them a sense of ownership and relevance in their learning.

Effective implementation of PBL requires a significant change in the structure and approach of traditional teaching. It is crucial that projects are well-designed and aligned with learning objectives, and that students receive the necessary support to complete their projects (Thomas, 2009). In addition, teachers should adopt facilitator roles, guiding and supporting students rather than imparting knowledge directly (Barron et al., 1998).

The combination of gamification and PBL can enhance the benefits of both methodologies. Gamification can structure and motivate project stages, providing feedback and rewards as students progress (de-Marcos et al., 2014). This integration can increase student motivation and engagement, facilitating more profound and more active learning.

When applied correctly, both methodologies can develop critical technical and professional competencies. PBL, by focusing on accurate and relevant projects, allows students to acquire practical skills applicable to the work context (Krajcik & Blumenfeld, 2006). Gamification, on the other hand, can make the process of learning these skills more engaging and motivating (Landers & Callan, 2011).

In addition to technical skills, gamification and PBL can develop transversal skills such as teamwork, communication, and time management (Binkley et al., 2012). These skills are essential in an increasingly collaborative and interdisciplinary work environment.

1.2. OBJECTIVES

The subject targeted for transformation, *Sustainable Development*, is a cross-disciplinary course in the master's programme in Industrial Engineering and covers three fundamental topics: (a) climate change

and sustainable transition, (b) sustainability and business, and (c) circular economy. The proposed pedagogical innovation combines the master class with the PBL methodology, which is developed in the classroom as the content is taught and culminates with a final group activity that serves both for evaluation and traditional written tests.

The proposed activity consists of the simulation of sectoral round tables convened by a government to transpose the new European Circular Economy Directive. The different economic sectors should individually and jointly seek strategies beneficial to each sector, obtain a common position and formulate fair and sustainable legislative proposals. In this way, the three main blocks of the subject are addressed: (a), (b) and (c).

It is possible to carry out a real-simulated activity based on gamification and PBL as an evaluation method, which enhances learning skills and improves results, going beyond the simple acquisition of knowledge.

Therefore, the main objective of this project is, as shown in Figure 1, to transform the subject *Sustainable Development* by modifying the learning model and the evaluation method. Part of the traditional lectures are transformed into collaborative activities based on PBL that promote the student's autonomous learning. The evaluation is combined with traditional summative assessment (SA), in the form of a final exam, and formative assessment (FA), which results from the deliverables of the PBL-based collaborative activities.

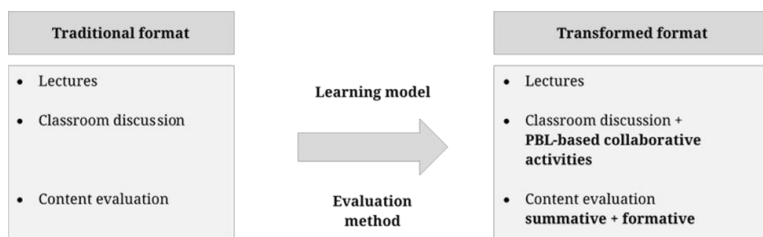


Figure 1: Diagram of the course transformation objectives

2. MATERIALS AND METHODS

To transform the subject through the PBL methodology, a driving activity is proposed at the beginning of the course that will guide learning throughout the semester. The sessions based on PBL will focus on

achieving the proposed final objective. The methods employed for this study involve a two-fold approach, distinguishing between PBL classroom sessions and a joint final decision-making session. As for the evaluation, a final subject exam is combined with formative evaluation activities extracted from the two types of PBL sessions mentioned above, increasingly collaborative and interdisciplinary work environment.

2.1. DRIVING ACTIVITY AND GROUP DISTRIBUTION

The driving activity that guides the course and the activities based on PBL is chosen to take into account that it must cover the three blocks of the subject and is described as:

A meeting of sectorial tables convened by a government to transpose the new European Circular Economy Directive. The sectors involved must reach agreements to ensure that the transposition is beneficial to each sector, leading to fair and sustainable legislative proposals, and must also reach a common position for all sectors (Fetting, 2020).

The students are divided into groups, each corresponding to a different economic sector. The proposed sectors are:

- Information and Communication Technologies (ICT).
- Transportation.
- Education.
- Technology.
- Healthcare.
- Emergency services.
- Finance.
- Performing arts.
- Consulting.

These are not the sectors traditionally associated with the circular economy or sustainable development, but rather some that do not directly relate to the subject matter, so searching for information and learning is a challenge. Students will always work with the same sector throughout the course to maintain content coherence. In addition, they have a relationship since the measures adopted by one of the sectors directly influence the development of another, for example,

between healthcare and emergency services, which requires cross-cutting research and discussion (Figure 2).

2.2. PBL-BASE CLASSROOM SESSIONS

Some of the lectures are transitioned from traditional to PBL-based. At the beginning of the session, or even beforehand, the theoretical concepts that will be worked on are introduced. The students, each separated into groups/sectors, must elaborate on their sector's position in the corresponding concept. In addition, due to the interrelation of the sectors, they are forced to consult and negotiate with each other, which enriches learning and favours promoting interaction. This inclusive methodology encourages collaboration and negotiation skills among students.

Throughout the course, a total of nine PBL-based class sessions are held, in which each sector establishes its position regarding the following concepts:

1. Impact on climate change. Expected GHG emissions and proposals for improvement.
2. Adaptation to the 2030 Agenda and inclusion in Spanish climate policies.
3. Environmental impacts.
4. Social and economic impacts.
5. Environmental management regulations.
6. Involvement of the sector in the Circular Economy.
7. Possible inclusions in circular trends (Ecodesign, eco-innovation...).
8. Reduction of consumption and impacts through circular economy.
9. Proposals for transposing the directives on Circular Economy and impacts on the sectors.

Different roles are distributed in each group to ensure that all students work during the sessions (Figure 2). In each sector, each student assumes a specific role (Gautier & Rebich, 2005):

- Coordinator: Ensures that the meeting does not deviate from the script.
- Secretary: Takes notes of what is decided.
- Documentalist: Searches for information requested by colleagues.

- Spokesperson: Represents the group at negotiations and plenary meetings.

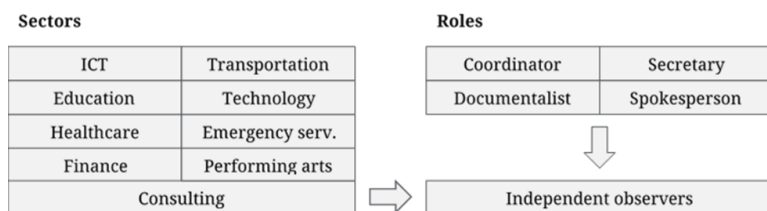


Figure 2: Groups and sectors organization

During the sessions, the professor acts as a moderator and is present to answer questions and stimulate debate between the groups.

In each session, the groups deliver a document containing the proposals of each sector regarding the concept to be discussed in each session. Feedback is provided from these documents and serves as FA.

2.3. FINAL JOINT SESSION

The final joint session occurs in a collaborative space, facilitating extensive group work and presentations in an immersive room. The fundamental objective of this session is to negotiate between all sectors to reach final agreements and to reach a joint positioning in the objectives of the driving activity. A student drawn from each sector will act as an independent observer (Figure 2), taking notes and validating the agreements reached. The debate is guided and moderated by the professors of the subject, who act as leaders of the sectoral table and will later evaluate the conclusions.

Once the agreements have been reached, a joint presentation between all sectors is prepared and validated by the independent observers. It is submitted jointly by the spokespersons, and independent observers are given the option to make clarifications.

From this session, the professors evaluate the final presentation collectively using a rubric. In addition, students must complete an evaluation survey in which, anonymously, they rate each other as a group and individually. These grades (grading of the collective presentation, evaluation among the students of the work as a group, and evaluation

among the students of the individual work) are derived from a grade used for the SA.

2.4. METHODS FOR THE VALUATION OF THE NEW METHODOLOGY AND ACTIVITIES

To know the opinion of the students, if they consider that the activity and development of the subject with the new methodology has been beneficial, they must anonymously complete an assessment survey with the following questions:

- Has this new methodology provided you with anything compared to the traditional lecture? Gradually score from 1 to 10, with 1 being "It has not given me anything" and 10 "It has given me a lot".
- Overall evaluation of the activity. Score from 1 to 10, with 1 being the lowest rating and 10 being the highest.
- Free comments

2.5. INDICATORS FOR RESULTS EVALUATION

To evaluate the results of this new methodology and whether it is considered adequate and beneficial, two fundamental indicators will be analyzed by comparing them between the courses in which the subject was taught in traditional and transformed formats.

- Percentage of student attendance at sessions.
- Grade of the final exam of the subject.

In the case of the final exam, which is maintained as part of the SA, the length, difficulty, and level of questions are similar in all courses to draw objective conclusions.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. PROFESSORS' IMPRESSIONS

During PBL-based classroom sessions, in which work is done in cooperative groups with differentiated roles, an evident positive interdependence is observed, but as there are differentiated roles, with individual responsibility. In addition, the interdependencies of tasks, roles and identity are greatly favoured. On the other hand, as there is a need for negotiation between groups, the promotion of interaction between the groups is greatly stimulated.

In the final joint session, in which a common positioning of the groups is sought, a clear promoting interaction is observed, exchanging opinions and strategies, reciprocal help and encouragement of efforts. In the negotiation phase and reaching final agreements, a positive interdependence is stimulated "concerning the outside rival" (Selin, 2016).

In short, this dynamic and methodology creates:

- A positive relationship climate.
- A collaborative academic support system among students
- An improvement in the educational and learning experience
- A better disposition of the students towards evaluation.

3.2. STUDENTS' IMPRESSIONS

Students' impressions are collected from the anonymous assessment surveys described above. As shown in Figure 3, the students value the dynamics and the activity very positively. 93% consider that this transformation of the subject adds excellent value compared to the typical lecture (score between 8 and 10), and 90% of the students rate the activity with high scores:

- 44% of the student body rate it with 10 points
- 30% of the student body rate it with 9 points
- 16% of the student body rate it with 8 points
- Only 1% of the student body rates it below 5 points.

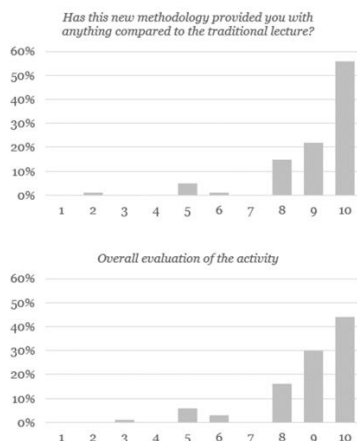


Figure 3: Results of the assessment survey

From the free comments, some interesting conclusions can be drawn:

- *It is grateful to be able to carry out an activity so different from conventional classes. This manages to break the monotony of engineering studies very positively.*
- *It has been perfect to do something practical and different. It generates much more interest in the subject.*
- *It is entertaining and a different way of learning. It is appreciated to have a teaching staff who like their subject and want to transmit that eagerness to their students with this type of activity.*
- *Excellent dynamics are needed to address these issues from an objective and less academic perspective.*
- *Very entertaining and exciting. It helps a lot to understand how these issues are dealt with in today's business.*

However, solid prior planning is essential, with adequate management of time and space:

- *Some work sessions, especially the first ones, are short of time.*
- *More time to debate at the end.*
- *There was not enough time to discuss and reach more complex common agreements in the group session. It would be nice to add a round of replies.*

3.3. RESULTS. INCREASED ATTENDANCE.

A comparison is made of the student attendance levels in courses before implementing the new methodology (2020/21 and 2021/22) with the courses in which the new session and evaluation dynamics were implemented (2022/23 and 2023/24). The results are shown in Table 1.

Table 1. Class attendance levels

	Students	Unjustified absences	% of students attending all sessions
20/21	21	10	81%
21/22	24	8	88%
22/23	38	8	96%
23/24	44	6	98%

With this new methodology, the total number of students has increased, and although the total number of unjustified absences is only slightly reduced, in comparison, the change is very noticeable. During the 20/21 and 21/22 academic years, 81% and 88% of the students attended 100% of the sessions, while when implementing the new methodology in the 22/23 and 23/24 academic years, practically 100% is reached, since 96% and 98% of the students attend all the sessions respectively.

Suppose attendance is understood as an objective indicator of interest in the subject. In that case, an apparent increase is observed, which measurably demonstrates the very positive assessment of students towards this type of dynamic learning model.

3.3. RESULTS. FINAL EXAM GRADE.

In the subject, a final exam is maintained as part of the SA, the type of exam, number of questions, and level of difficulty are maintained to serve as an objective indicator of the level of learning and knowledge acquisition. Figure 4 compares the final exam results during the 20/21 and 21/22 academic years (before implementing the new methodology) and the 22/23 and 23/24 academic years (after implementing the new methodology).

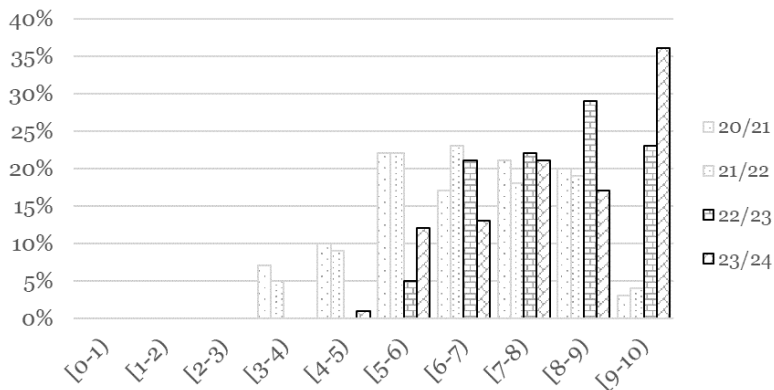


Figure 4: Final exam results before (20/21 and 21/22) and after including gamification and PBL activities (22/23 and 23/24)

It is observed that during the first years, the average grade was 6.5 points out of 10. Implementing the new methodology shifts the average grade towards the higher-grade zone, reaching an average grade of 9 points out of 10.

Understanding the final exam grade as an objective indicator of the level of learning and acquisition of knowledge, gamification, and the incorporation of the PBL-based methodology increase these factors.

4. CONCLUSIONS

In conclusion, this study strongly recommends incorporating gamification and PBL activities in the classroom and evaluation processes. The overwhelmingly positive feedback from students indicates a valuable exploration of new learning methods, leading to objective improvements in the evaluation process.

Additionally, several key insights have been identified that teachers should consider. Professors must overcome reluctance towards implementing and evaluating PBL in class to reap its full benefits. Students highly value innovative activities that break their routines, fostering a more dynamic and engaging learning environment. Through PBL, students can explore and understand new learning methodologies, significantly expanding their skills and knowledge.

Incorporating PBL in educational processes leads to objective improvements in evaluation, providing a more precise and comprehensive measure of students' performance and understanding. Adequate time and space management is fundamental to these activities' success, ensuring maximum utilisation of class time and available resources. Moreover, thorough and solid preparation of sessions is crucial. Teachers must meticulously plan activities to ensure learning objectives are met and educational outcomes are optimised.

These experiences once planned and consolidated, are sustainable over time due to the significant improvement they bring to students' grades. In summary, integrating PBL is highly recommended and essential for enhancing students' learning experience and the effectiveness of evaluation processes, ensuring sustainability and continuous improvement in academic performance.

REFERENCES

- Alsawaier, R. S. (2018). The effect of gamification on motivation and engagement. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 35(1), 56–79.
- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., & Bransford, J. D. (1998). Doing With Understanding: Lessons From Research on Problem- and Project-Based Learning. In *Learning Through Problem Solving*. Psychology Press.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining Twenty-First Century Skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 17–66). Springer Netherlands.
- 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.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- de-Marcos, L., Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., & Pagés, C. (2014). An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. *Computers & Education*, 75, 82–91.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.012>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: Defining "gamification"*. 9–15.
- Dichev, C., & Dicheva, D. (2017). Gamifying education: What is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 9.
- Fetting, C. (2020). The European green deal. *ESDN Report, December*, 2(9).
- Gautier, C., & Rebich, S. (2005). The use of a mock environment summit to support learning about global climate change. *Journal of Geoscience Education*, 53(1), 5–15.

- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). *Project-based learning*. na.
- Landers, R. N., & Callan, R. C. (2011). Casual Social Games as Serious Games: The Psychology of Gamification in Undergraduate Education and Employee Training. In M. Ma, A. Oikonomou, & L. C. Jain (Eds.), *Serious Games and Edutainment Applications* (pp. 399–423). Springer.
- Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77–112.
- Selin, N. E. (2016). Teaching and learning from environmental summits: COP 21 and beyond. *Global Environmental Politics*, 16(3), 31–40.
- Thomas, I. (2009). Critical Thinking, Transformative Learning, Sustainable Education, and Problem-Based Learning in Universities. *Journal of Transformative Education*, 7(3), 245–264.
- Tierney, W. G., & Lanford, M. (2016). Conceptualizing innovation in higher education. *Higher Education: Handbook of Theory and Research*, 1–40.
- Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

ACTUALIZACIÓN E INNOVACIÓN DE ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS DOCENTES EN EL PLAN DE ESTUDIOS DEL GRADO EN INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN (FASE DIAGNÓSTICO)¹

Jesús González-Arteaga; María Segarra; José Manuel Cañizares; Alma Patricia Domínguez; María Dionisia Elche; Jesús Alfaro; Joaquín Fuentes; Pedro Huertas; Jorge Linuesa; Miguel Ángel López; Raquel Martínez; Víctor José Pérez; Juan Pedro Ruiz; José Luis Serrano; Enrique Torrero; David Valverde; Nelia Valverde; Juan Vicente Visier, David Sanz
Escuela Politécnica de Cuenca.
Universidad de Castilla-La Mancha, España

RESUMEN

El título de Grado en Ingeniería de Edificación (GIE) implantado en el curso 2009-10 en la Universidad de Castilla – La Mancha (UCLM) ha superado con éxito todos los procesos de acreditación y renovación conforme a lo establecido en el Real Decreto 1393/2007. Durante este periodo, han ocurrido transformaciones de las estructuras económicas, tecnológicas, culturales, sociales y políticas de nuestro entorno que han impactado en el ámbito de la construcción y edificación. Además, conforme al nuevo Real Decreto 822/2021, como objetivo de la mejora permanente de la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje,

¹ Este capítulo parte del Proyecto de innovación docente: *Actualización e Innovación de Estrategias Metodológicas Docentes en el Plan de Estudios del Grado en Ingeniería de Edificación*. Los autores reconocen el apoyo financiero del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universidad de Castilla-La Mancha por medio de la convocatoria de proyectos de innovación docente y mejora docente 2023/2025.

es necesario desarrollar estrategias metodológicas de innovación docente específicas que se actualicen en los existentes títulos universitarios y, por tanto, que afecten al conjunto de materias y asignaturas que configuran los planes de estudios.

No obstante, la actualización de dichos planes de estudios debe mantener tanto los objetivos, competencias y resultados de aprendizaje establecidos en la Orden ECI/3855/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos de verificación de los títulos universitarios oficiales para el ejercicio de la profesión de Arquitecto Técnico.

Es por ello que, previo al desarrollo de estrategias de coordinación orientadas a incentivar actividades que optimicen el proceso enseñanza-aprendizaje, se requiere de una fase previa de diagnóstico que sirva de cimiento para una actualización-modificación del actual Plan de estudios del Grado en Ingeniería de Edificación de la UCLM. En este sentido, en este trabajo se describe el proceso de búsqueda y análisis de información en relación con tres ejes de actuación:

1. Nuevas estrategias metodológicas de innovación docente específicas (enseñanza, aprendizaje y evaluación centrados en el estudiante, y la formación del personal docente en estas metodologías, como p.e. el aprendizaje basado en el trabajo por proyectos o casos prácticos).
2. Necesidades formativas vinculadas a las nuevas tecnologías (como por ejemplo el BIM, la Inteligencia Artificial, la interdisciplinariedad y polivalencia, trabajo colaborativo y cooperativo, etc).
3. Adaptación a nuevos campos alternativos al tradicional que se encuentren acoplados a parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en los campos de sostenibilidad, eficiencia energética y economía circular.

PALABRAS CLAVE

Ingeniería en Edificación, Estrategias metodológicas, Curriculum, Necesidades de formación.

INTRODUCCIÓN

La Escuela Politécnica de Cuenca (EPC) perteneciente a la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) viene impartiendo estudios para la obtención del título de Arquitecto Técnico desde el curso 1994/1995. Tras la reforma de la Universidad Española para su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (con la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades (Ley orgánica, 2001), que se sustanció en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se estableció la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales), en el curso 2009-2010 la EPC-UCLM, implantó el nuevo título de Grado en Ingeniería de Edificación (GIE) en sustitución del título de Arquitectura Técnica. El título de GIE es el que permite el ejercicio de la profesión de Arquitecto Técnico (Orden ECI/3855/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos de verificación de los títulos universitarios oficiales para el ejercicio de la profesión de Arquitecto Técnico.

Durante estos 14 cursos académicos, conforme a lo establecido en el Real Decreto 1393/2007 para las renovaciones de la acreditación de los títulos universitarios, el Grado en Ingeniería de Edificación ha superado de manera muy favorable (según ANECA) dos procesos de renovación de la acreditación. Todo ello gracias a tres pilares básicos en la gestión, recursos y resultados de aprendizaje de este título:

- La implantación en el centro de un Sistema Interno de Garantía de la Calidad (<https://politecnicacuenca.uclm.es/epc/sistemagarantia>) para el desarrollo de las tareas de planificación y seguimiento del título, actuando además como uno de los vehículos de comunicación interna de la política, objetivos, planes, programas, responsabilidades y logros de este sistema.
- La creación desde el curso 2009-2010 de un equipo de coordinación docente (vertical y horizontal) que a través de reuniones periódicas no sólo revisan las guías docentes de cada asignatura detectando posibles solapamientos y lagunas en los contenidos teóricos y prácticos, las competencias, los resultados de aprendizaje, las metodologías docentes, los sistemas de evaluación, los recursos y materiales utilizados, sino que colaboran en la implantación de cursos cero, horarios, proyectos

de innovación docente, entre otras muchas tareas. (<https://politecnicacuenca.uclm.es/gradoedificacion/coordinacion>).

- La colaboración intensa del personal docente de GIE en proyectos de innovación y mejora docente (<https://politecnicacuenca.uclm.es/epc/innovacion>) que de forma continua han participado en diferentes cursos, talleres y jornadas de innovación docente apoyadas por la Unidad de Innovación Educativa de la UCLM y llevados a cabo en la EPC.

En base a este último punto, y debido a las transformaciones económicas, tecnológicas, culturales, sociales y políticas que han impactado en el ámbito de la construcción y edificación durante los últimos 15 años, como por ejemplo; a) Building Information Modelling (BIM) obligatorio por norma de la Unión Europea (Directiva UE, 2014) transpuesto al ordenamiento español desde diciembre de 2018 para licitaciones públicas de edificación y también desde 2019 para infraestructuras, b) desarrollo del Plan BIM en la Contratación Pública (MITMA, 2023), c) las diversas actualizaciones del Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 450/2022), d) el nuevo Código Estructural (Real Decreto 470/2021) y 3) el nuevo marco normativo referente a la sostenibilidad y eficiencia energética de las edificaciones (Real Decreto 390/2021); en la EPC se ha trabajado intensamente en la innovación y mejora docente adaptándose no sólo al tiempo en que vivimos sino a las nuevas metodologías para el aseguramiento de la calidad en el EEES.

Aunque el trabajo realizado durante estos años ha sido notable para adaptarnos al EEES, durante los diferentes procesos de autoevaluación, acreditación y planes de acciones de mejoras, dentro del Grado en Ingeniería de Edificación se estableció la necesidad de actualizar el plan de estudios aprobado hace ahora más de 14 años. La finalidad es adaptar a los egresados a las nuevas necesidades del área de la construcción y edificación.

Además, conforme al nuevo Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad (Lacasta et al., 2021), en el artículo 21 se establece que “las universidades, en el ejercicio de su autonomía de planificación y gestión de la docencia

y con el objetivo de la mejora permanente de la calidad de la enseñanza y del aprendizaje, podrán desarrollar estrategias metodológicas de innovación docente específicas y diferenciadas que vehiculen a la globalidad de un título universitario oficial y, por tanto, que afecten al conjunto de materias y asignaturas que configuran el plan de estudios”.

Todo esto hace que desde la EPC se plantee el desarrollo de un proyecto que se apoyará en toda la experiencia anterior con un equipo docente multidisciplinar que analizará, diseñará y consensuará reestructurar el actual plan de estudios del Grado en Ingeniería de Edificación.

Esta adaptación del plan de estudios mantendrá los objetivos, competencias y resultados de aprendizaje establecidos en Orden ECI/3855/2007, por la que se establecen los requisitos de verificación de los títulos universitarios oficiales para el ejercicio de la profesión de Arquitecto Técnico y por tanto no supondrá un cambio en la naturaleza, objetivos y características fundamentales del título inscrito.

1. OBJETIVOS

Siendo el objetivo general del proyecto final el plantear y materializar una modificación del plan de estudios del Grado en Ingeniería de Edificación del 2009 que esté acorde con las nuevas estrategias metodológicas de innovación docente específicas, conforme al Real Decreto 822/2021, y las transformaciones de las estructuras económicas, tecnológicas, culturales y sociales y políticas que han impactado en el ámbito de la edificación durante los últimos 15 años, se requiere de una fase previa de diagnóstico que sirva de cimiento para una actualización-modificación del actual Plan de estudios del Grado en Ingeniería de Edificación de la UCLM. En este sentido, en este trabajo se describe el proceso de búsqueda y análisis de información en relación con tres ejes de actuación:

- Nuevas estrategias metodológicas de innovación docente específicas (enseñanza, aprendizaje y evaluación centrados en

el estudiante, y la formación del personal docente en estas metodologías, como p.e. el aprendizaje basado en el trabajo por proyectos o casos prácticos).

- Necesidades formativas vinculadas a las nuevas tecnologías (como por ejemplo el BIM, la Inteligencia Artificial, la interdisciplinariedad y polivalencia, trabajo colaborativo y cooperativo, etc).
- Adaptación a nuevos campos alternativos al tradicional que se encuentren acoplados a parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en los campos de sostenibilidad, eficiencia energética, diseño, etc.

Para alcanzar este objetivo se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo 1. Estudiar y analizar los planes de estudios del Grado en Ingeniería de Edificación (o similares) de otras universidades.
- Objetivo 2. Definir objetivos formativos con la finalidad de lograr que los estudiantes se conviertan en profesionales altamente cualificados para afrontar los nuevos retos que impone el mundo actual.

2. METODOLOGÍA

Con objeto de dar cumplimiento a los objetivos planteados, se propone generar un plan estratégico de actuación para desarrollar las distintas posibilidades para actualizar el plan de estudios según demanda de la sociedad. Para ello, desde la Comisión de Coordinación de la Escuela Politécnica de Cuenca, se crean cuatro áreas de trabajo dirigidas por los coordinadores de curso de GIE y coordinadas por la jefatura de estudios, centradas en: 1) el estudio de los planes de estudios, 2) los perfiles profesionales, 3) las valoraciones de estudiantes y otros agentes implicados y finalmente 4) el autodiagnóstico por parte del profesorado del grado.

La primera área de trabajo fue la revisión de los planes de estudios vigentes en todas las universidades donde se imparte el de grado con competencias profesionales en Arquitectura Técnica. Con un análisis detallado sobre los objetivos, estructura y créditos, así como modificaciones que han sufrido. La estructura de los planes de estudios de

las distintas universidades españolas se recoge en el Cuadro 1. Se observa un esquema muy similar derivado del sometimiento a la orden ECI y al acuerdo de convalidación suscrito en el seno de la Conferencia de directores de Arquitectura Técnica e Ingeniería de Edificación (CODATIE) de 180 créditos ECTS. Desde la entrada en vigor del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), diversas universidades han implantado pequeñas modificaciones, siendo la más innovadora la establecida por la Universidad Politécnica de Catalunya en el año 2019, donde introduce un nuevo conjunto de asignaturas tipo taller en cada semestre.

Cuadro 1. Estructura de los planes de estudios de Arquitectura Técnica-Ingeniería de Edificación en España (FB Formación Básica, FO Formación Obligatoria, OP Optativas, PE Prácticas Externas, TFG Trabajo Fin de Grado)

UNIVERSIDAD	TITULACIÓN	BOE	FB	FO	OP+PE	PE	TFG
Universidad de Castilla – La Mancha	Grado en Ingeniería de Edificación	2010	60	150	18		12
Universidad de la Laguna	Grado en Arquitectura Técnica	2010	60	126	24	12	12
Universidad de Sevilla	Grado en Edificación	2017	60	156	12		12
Universidad de Granada	Grado en Edificación	2020	60	150	12		12
Universidad Politécnica de Cartagena	Grado en Ingeniería de Edificación	2022	63	144	12	9	12
Universidad de Alicante	Grado en Arquitectura Técnica	2022	60	150	18		12
Universidad Politécnica de Valencia	Grado en Arquitectura Técnica	2013	63	141	18	6	12
Universidad de Alcalá	Grado en Arquitectura Técnica y Edificación	2021	60	144	24		12
Universidad de Girona	Grado en Arquitectura Técnica y Edificación	2019	60	144	21		15
Universidad de Lleida	Grado en Arquitectura Técnica y Edificación	2020	69	117	24	15	15
Universidad Politécnica de Catalunya	Grado en Arquitectura Técnica y Edificación	2019	60	156	12	12	

Universidad de Extremadura	Grado en Edificación	2010	60	150	18		12
Universidad de Salamanca	Grado en Arquitectura Técnica	2013	60	153	15		12
Universitat de les Illes Balears	Grado en Edificación	2010	60	138	24		18
Universidad Alfonso X El Sabio	Sentencia del nombre	2011	60	162	6		12
Universidad Politécnica de Madrid	Grado en Edificación	2021	60	162	6		12
Universidad de A Coruña	Grado en Arquitectura Técnica	2021	60	159	9		12
Universidad de Alicante	Grado en Arquitectura Técnica	2022	60	150	18		12
Universidad de Burgos	Grado en Arquitectura Técnica	2013	60	150	18		12
Universidad de Zaragoza	Grado en Arquitectura Técnica	2014	60	152	16		12
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea	Grado en Arquitectura Técnica	2013	67,5	133,5	27		12
Universidad Jaime I de Castellón	Grado en Arquitectura Técnica	2020	72	138	6	12	12
Universidad Politécnica de Valencia	Grado en Arquitectura Técnica	2013	63	141	18	6	12
Universidad Católica San Antonio	Grado en Ingeniería de Edificación	2009	60	154,5	9	4,5	12
Universidad Pontificia de Salamanca	Grado en Ingeniería de Edificación	2010	60	156	12		12

Fuente: (Elaboración propia)

La exploración del perfil profesional es la segunda área de trabajo. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica de los estudios realizados sobre las necesidades formativas en el sector de la construcción (necesidades formativas detectadas en competencias de los técnicos profesionales de la arquitectura y servicios técnicos, un análisis de la información facilitada por los colegios profesionales en relación con la situación y las perspectivas de la profesión. También se contrastó la información referente a encuestas, estudios y evaluaciones del sector de la construcción y de la arquitectura técnica. Destacamos por su interés las siguientes: a) el “Estudio sobre las necesidades formativas en el sector de la construcción” (Lacasta et al., 2021), b) “El sector de

la construcción y las tecnologías de la información y comunicación” (Observatorio industrial de la construcción, 2023), “Informe de prospección y detección de necesidades formativas. Observatorio de las ocupaciones” (SEPE, 2023), la “Memoria Social Cooperativa del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid” (COAAT, 2022), “Perspectiva Proffesió Arquitectura Tècnica” (CATRB, 2020), “Informe RICS-CGATE del seguimiento de la Construcción en España” (RICS, 2021), “Estudio estadístico sobre el censo de colegiados de la arquitectura técnica” (CGATE, 2024) y el “Catálogo de actuaciones profesionales de la Arquitectura Técnica” (CGATE, 2024). Es común en estas publicaciones la referencia a la transformación del sector de la construcción, la aplicación de nuevas metodologías y tecnologías. Destacan las referencias al BIM, al que se unen el internet de las cosas (IoT), la realidad aumentada y la inteligencia artificial (IA) como puntas de lanza ante una revolución tecnológica en la construcción. También están muy presentes las necesidades de implementación de valores de sostenibilidad medioambiental, como los edificios de consumo de energía casi nulo, los ODS y la economía circular. En cuanto a la ocupación de los arquitectos técnicos son de gran valor los datos recopilados por el Col·legi d’Aparelladors, Arquitectes Tècnics i Enginyers d’Edificació de Barcelona (CATEB, 2021), donde se aprecia la diversidad de puestos de trabajo y actividades profesionales realizadas por los arquitectos técnicos en España. Dentro de esta área ha sido de gran utilidad las conclusiones del “Estudio sobre las necesidades formativas en el sector de la construcción” (Lacasta et., 2021) en que se presentan las necesidades formativas detectadas en competencias en los técnicos.

La tercera de las áreas de trabajo fue el estudio y análisis de la información recopilada de estudiantes, egresados, profesorado y distintos agentes del sector de la edificación (colegios profesionales, diversas empresas, profesionales libres, emprendedores, administraciones junto con la Fundación Laboral de la construcción). Con objeto de conocer su opinión en el ámbito de la aplicabilidad de los estudios cursados, los puntos fuertes y carencias detectadas en relación con la formación recibida se realizaron cuestionarios rellenados de manera on line. El cuestionario realizado a egresados y egresadas se muestra en la Cuadro 2.

Cuadro 2. Cuestionario realizado a egresados y egresadas del grado en ingeniería de edificación UCLM

Nº	PREGUNTA
1	Año de terminación de la Carrera.
2	Puesto/os de trabajo desempeñado/os desde la terminación.
3	Deficiencias formativas más importantes te has encontrado (tanto en falta de conocimientos como en aptitudes).
4	Indica que formación de postgrado o autoformación (si ha sido el caso), te has visto obligado a realizar en cada uno de los puestos laborales desempeñados, e indica cuál ha sido el motivo por el que la has realizado (CF-Carencia formativa, NAF-Necesidad de acreditación profesional, DC-Demanda curricular, IP-Imposición profesional de la empresa u organización).
5	Podrías precisar cuáles son, dentro de tu ámbito laboral, las áreas de conocimiento (construcción, materiales, estructuras, instalaciones, mediciones, organización, seguridad, valoraciones, energía y sostenibilidad, rehabilitación, etc.), en los cuales consideras que se deberían implementar o reforzar las competencias adquiridas en el Grado en Ingeniería de Edificación (GIE) impartido la EPC.
6	En base a tu experiencia profesional, que cambios de contenidos formativos, de metodologías, o de cualquier otra índole, consideras necesarios dentro en la Titulación de GIE impartida en la EPC, para mejorar la inserción de sus egresados en el ámbito laboral.
7	Contenidos y competencias adquiridas en la formación de GIE que no te han resultado necesarias en tu ámbito profesional, y, por el contra, cuales te han resultado de mayor utilidad.
8	Sugerencias para la mejora/modificación de la formación GIE/ EPC.

Fuente: (Elaboración propia)

La cuarta área de trabajo, referente a la autoevaluación del profesorado es de gran importancia, ya que son los expertos en las competencias impartidas y son conocedores de primera mano de las necesidades de posibles modificaciones. Las encuestas de valoración sobre el plan de estudios por parte del profesorado incluían las preguntas incluidas en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Cuestionario realizado al profesorado del grado en ingeniería de edificación UCLM

Nº	PREGUNTA
1	Competencias y créditos asociadas a las asignaturas, su ubicación temporal o su carácter troncal, obligatorio u optativo, etc.
2	La posibilidad/necesidad de introducir o integrarse con asignaturas en las cuales se apliquen metodologías basadas en proyectos, y la forma en la que las distintas materias/asignaturas participarían.
3	Forma de incluir las nuevas tecnologías en las asignaturas como elemento integrador, y que programas o aplicaciones específicas se convierten en imprescindibles conocer durante el grado para la posterior actividad profesional.
4	Cualquier otro aspecto que consideres de interés.

Fuente: (Elaboración propia)

Una vez recopilada toda la información, y elaborados los informes de cada área se realizó una Jornada de reflexión docente con la participación de todo el profesorado de GIE. Durante la jornada y en base a toda la información obtenida se realizó un análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) en las que poder basar el desarrollo de la nueva propuesta del Plan de Estudios.

3. RESULTADOS

Las diferentes áreas de trabajo han resultado de gran utilidad como procedimiento para el diagnóstico abordando el conjunto de factores que deben tenerse en consideración para el desarrollo del nuevo plan de estudios. Para poder mostrar los resultados del procedimiento se presenta en el Cuadro 4. En ella se señalan los aspectos a introducir y/o reforzar en el nuevo plan según las fuentes consultadas. Se observa como existen coincidencias en las necesidades de mejorar en la generación de un perfil experto en (procesos, gestión, rehabilitación, energía, sostenibilidad, economía circular) y en las capacidades y competencias para integrarse en equipos multidisciplinares. También se desprende que se debe incidir en el enfoque hacia la profe-

sión, su enfoque, la empleabilidad y el estado de la profesión, adecuándose a sus procedimientos y metodologías. Esto repercutirá también en la empleabilidad de la formación, que es otro concepto con alta necesidad de refuerzo según cinco de los seis colectivos. Destacamos la necesidad de avanzar en la implementación de nuevas tecnologías y en el incremento de la relación de los estudiantes durante su periodo formativo con el sector de la construcción por medio de prácticas en empresas y las visitas a obra.

Cuadro 4. Aspectos para mejorar en el nuevo plan de estudios según colectivos.
adaptada de "Conceptos tomados de: Rodríguez Cantalapiedra y Rodríguez (2021).

CONCEPTOS- TEMAS A INTRODUCIR REFORZAR MEJORAR	ESTUDIANTES	EGRESADOS	PROFESORADO	EMPRESAS- PROFESIÓN	UNIVERSIDADES	EXPERTOS
Metodologías docentes (abp, formación dual..)		X			X	X
Prácticas externas y visitas de obra	X	X		X		X
Motivación profesorado	X	X	X			X
Coordinación horizontal			X			X
Coordinación vertical		X	X			X
Valoración asignaturas	X	X				
Nuevas tecnologías	X	X		X		X
Plan de estudios	X	X	X	X		X

Competencias genéricas			X	X	X	X
Estado de la profesión		X	X	X	X	X
Empleabilidad	X	X		X	X	X
Enfoque profesional		X	X	X	X	X
Perfil experto en (procesos, gestión, rehabilitación, energía, sostenibilidad, economía circular	X	X	X	X	X	X
Integración en equipos multidisciplinares	X	X	X	X	X	X
ODS			X	X	X	X
Otras temáticas de interés builder for society, desarrollo solidaridad, inteligencia artificial			X	X	X	X

Fuente: (Elaboración propia)

4. CONCLUSIONES

Conseguir un plan de estudios adecuado al perfil del arquitecto técnico o ingeniero de edificación, que cumpla con los requerimientos de la legislación vigente requiere un riguroso diagnóstico como el realizado en este trabajo. De esta manera se dispone de una base sólida para la elaboración y discusión de diferentes propuestas de modificación del actual Plan de Estudios. Con esta información, se actualizarán contenidos académicos acorde las demandas profesionales y prácticas reales. Acogiendo también las metodologías docentes acorde al RD 822/2021, aumentando la motivación de estudiantes y del profesorado.

Se destaca la necesidad de fomentar una relación más estrecha con la profesión, la integración de capacidades y las competencias transversales. Se debe buscar una coordinación horizontal y vertical de las competencias específicas, fomentar prácticas externas y visitas de obra (contacto con la profesión). La actualización a las necesidades tecnológicas es fundamental para desarrollar especialistas en tecnologías actuales de software específico y adaptados a metodología BIM.

El siguiente paso consistirá en diseñar y elaborar una propuesta de talleres-asignaturas con proyectos prácticos reales por curso (estrategias de coordinación horizontal) que constituyan la aplicación de las competencias específicas trabajadas según la orden ECI y las nuevas necesidades. Para ello, será necesario adaptar a la comunidad educativa de GIE (estudiantes y profesorado) en la inclusión de estrategias metodológicas de innovación docente específicas. De esta forma, se incluirán dichas estrategias en las asignaturas proyectuales diseñadas con una orientación multidisciplinar basado en una estrecha coordinación entre materias y a lo largo de la titulación (estrategias de coordinación vertical) y conforme a la realidad profesional. Con todo ello, se redactará-consensuará una propuesta de modificación plan de estudios.

REFERENCIAS

- LEY ORGÁNICA 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2001/BOE-A-2001-24515-consolidado.pdf>
- REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2007/10/29/1393/con>
- ORDEN ECI/3855/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos de verificación de los títulos universitarios oficiales para el ejercicio de la profesión de Arquitecto Técnico.
<https://www.boe.es/eli/es/o/2007/12/27/eci3855>
- DIRECTIVA UE 2014/24 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, “DOUE” núm. 94, 28 de marzo de 2014.
<https://www.boe.es/doue/2014/094/L00065-00242.pdf>
- MITMA (2023). Plan de Incorporación de la Metodología BIM en la Contratación Pública. Gobierno de España. Plan BIM en la contratación pública. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/cbim/v_26_bis_web_plan_bim_contratacion_publica.pdf
- REAL DECRETO 450/2022, de 14 de junio, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/06/14/450>
- REAL DECRETO 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/06/29/470>
- REAL DECRETO 390/2021, de 1 de junio, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/06/01/390/con>
- REAL DECRETO 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad.
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/09/28/822/con>
- LACASTA, J.A., GARCÍA BERNAL, M.N., GARCÍA CASAREJOS, J., ROSELL MARTÍNEZ, V., SALAS FUMÁS, V. (2021). Estudio sobre las necesidades formativas en el sector de la Construcción, Observatorio Industrial de la Construcción, Universidad de Zaragoza y Fundación Laboral de la Construcción.
<https://www.observatoriodelaconstruccion.com/uploads/media/2MqKkAIFHR.pdf>

- OBSERVATORIO INDUSTRIAL DE LA CONSTRUCCIÓN (2023). El sector de la Construcción y las TIC. https://www.observatoriodelaconstruccion.com/uploads/media/8FxGdm_pQw.pdf
- SERVICIO PÚBLICO DE EMPLEO ESTATAL (SEPE) (2023). Informe de prospección y detección de necesidades formativas 2023, Observatorio de las Ocupaciones, NIPO: 120-23-026-X. https://www.sepe.es/SiteSepe/contenidos/que_es_el_sepe/publicaciones/pdf/pdf_mercado_trabajo/2023/Informe-de-deteccion-y-prospeccion-de-necesidades-formativas-2023.pdf
- COLEGIO OFICIAL DE APAREJADORES Y ARQUITECTOS TÉCNICOS DE MADRID (COAAT) (2022). Memoria de Responsabilidad Social Corporativa 22.
- COLLEGI D'APARELLADORS, ARQUITECTES TÈCNICS I ENGINYERS D'EDIFICACIÓ DE BARCELONA (CATEB, 2020). Perspectiva Profesió Arquitectura Técnica 20.
- ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS (RICS) (2021). Consejo General de la Arquitectura Técnica de España (CGATE), Informe RICS-CGATE del seguimiento de la Construcción en España.
- CONSEJO GENERAL DE LA ARQUITECTURA TÉCNICA DE ESPAÑA (CGATE), (2024). Estudio estadístico sobre el censo de colegiados en la Arquitectura Técnica
- CONSEJO GENERAL DE LA ARQUITECTURA TÉCNICA DE ESPAÑA (CGATE), (2024). Catálogo de actuaciones profesionales de la Arquitectura Técnica. <https://www.activatie.org/publicacion?968-Cat%C3%A1logo-de-actuaciones-profesionales-de-la-Arquitectura-t%C3%A9cnica>
- RODRÍGUEZ CANTALAPIEDRA, J., RODRÍGUEZ, J. (2021). Modificación del plan de Estudios del Grado de Arquitectura Técnica y Edificación de la UPC, en: EDIFICATE: I Congreso de escuelas de edificación y arquitectura técnica de España: actas del congreso, Universitat Politècnica de València, Valencia.

INVESTIGACIÓN DE MERCADO COMO ACTIVIDAD EDUCATIVA EN CÁTEDRAS DE INGENIERÍA CIVIL¹

DR. ING. ROBERTO ALEJANDRO ROJAS HOLDEN
Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

RESUMEN

Las investigaciones de Mercado realizadas como actividad educativa con alumnos de ingeniería civil de las cátedras Tecnología del Hormigón, Materiales de Obras Civiles 1 y 2, de tercer y quinto semestre de dos Universidades Nacionales, son presentadas en base a resultados de encuestas practicadas a los alumnos durante 5 años, sea el sitio de la investigación ferias virtuales o presenciales de la construcción, en donde se realizaron presentaciones de productos, charlas técnicas, propiedades de los productos al aplicarlos a la construcción, su costo. Se relevó la satisfacción de los alumnos, la relevancia de lo investigado, la aplicabilidad de lo aprendido, a fin de retroalimentar el proceso enseñanza-aprendizaje. Tomando también resultados de los periodos analizados para adecuar el semestre, cambiar y administrar nuevas técnicas de enseñanza y formas de evaluación. Importante el contacto con la realidad del mercado donde se aprende más.

PALABRAS CLAVE

Investigación de Mercado, Encuestas, Ferias de la Construcción, Productos Técnicos, Proceso Enseñanza-Aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de variar las técnicas docentes en aula y fuera de ella, son momentos que el docente a lo largo de su carrera debe desempeñar a fin de innovar, de superarse, con el objetivo que los alumnos aprendan de la mejor manera, buscando la motivación en metodologías y técnicas didácticas que lo lleven a superarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje, este juego de técnicas es en síntesis lo que el docente pone a consideración de los estudiantes a fin de llevarlos a una realización en su aprendizaje. Todo esto llevó a realizar el siguiente trabajo dentro de las materias mencionadas en el resumen que abarcan el área de materiales de construcción y el hormigón, que arranca con la organización de la visita al lugar del evento, Feria de la Construcción y se da el sgte. Trabajo Práctico denominado “TP-INFORME DE VISITA TÉCNICA CONSTRUCTECNIA (lugar y fecha del evento)” Las instrucciones pueden verse en el apartado de Metodología a continuación.

El informe se les pidió en letra Arial 12 espaciado 1,5, justificado y constó de 8 a 12 páginas y con inclusión de imágenes y fuentes consultadas.

1. METODOLOGÍA

Luego de leer algunos textos motivadores de didáctica, evaluación y formación de competencias, y otros tantos materiales didácticos y técnicos, y resultado de la necesidad de innovar, repensar nuestra práctica docente, alejándonos algo de nuestra zona de confort en la enseñanza y evaluación del aprendizaje, también la retroalimentación por parte de los alumnos, estimula el pensamiento reflexivo, el análisis y la síntesis sobre nuestras prácticas en el proceso de enseñanza aprendizaje y su aprovechamiento, en este caso una técnica que empezamos a aplicar desde el año 2019.

Se les dio a los alumnos una tarea e instrucciones dónde se les da libertad de preguntar lo que deseen aprender en la feria de la construcción, vale decir que es la más importante a nivel país y se realiza una vez al año. El trabajo lo presentan hasta 15 días después de terminarse la feria mencionada.

Trabajo Práctico denominado “TP-INFORME DE VISITA TÉCNICA CONSTRUCTECNIA (lugar y fecha del evento)” con las siguientes instrucciones:

Para tecnología del Hormigón y Materiales de Obras Civiles 2, se les pidió hacer un informe de los materiales para hormigón, adiciones, aditivos, tocando las herramientas, equipamiento de diferentes sistemas para armaduras, andamios, puntales y encofrados para hormigón, tipos de hormigones encontrados, etc. Si cumplen con normas o estándares los mismos. (Cabe mencionar que para Materiales de Obras Civiles 2, no se enfatizó los tipos de hormigones, pero si a modo de motivar a futuro lo que se deberá conocer).

Para Materiales de Obras Civiles 1 se les pidió: Hacer un informe de los materiales para construcción en sus diferentes etapas (ejemplo: cimiento, infraestructura, superestructura, aberturas, instalaciones eléctricas, agua corriente, desagüe, terminación, et.) aplicando un sistema de soluciones y materiales para una obra completa, así como los accesorios, herramientas y equipamientos para la construcción, enfocarse en los diferentes materiales disponibles, las propiedades, si están normalizados o estandarizados, etc.

El informe se les pidió en letra Arial 12 espaciado 1,5, justificado y constó de 8 a 12 páginas y con inclusión de imágenes y fuentes consultadas. El trabajo práctico de investigación realizado tuvo puntajes en su proceso, que en realidad podría reducirse a Logrado o No Logrado, de acuerdo a si realizaron o no la investigación respectivamente.

Se realizaron encuestas a los alumnos participantes con 129 respuestas de aproximadamente 650 estudiantes, vale decir que los trabajos prácticos eran grupales de hasta 5 alumnos, dónde los que realmente fueron a la feria son los que principalmente respondieron. Finalmente se revisaron sus calificaciones finales, a fin de observar la incidencia potencial de la actividad en la calificación.

1.1. RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados de las encuestas realizadas en forma cuantitativa-cualitativa de modo de resaltar las observaciones y los cambios de opinión de los mismos hacia lo que investigaron, aprendieron y conectaron con el mundo de los materiales de construcción y el hormigón.

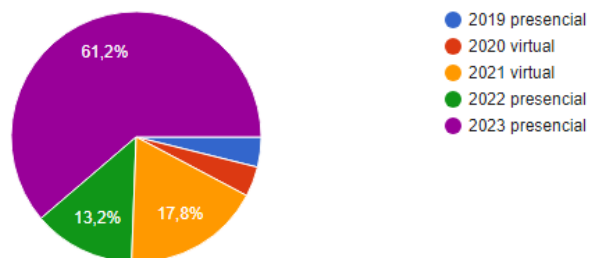


Figura 1: Formato de la Feria y año en que realizó la investigación.
Fuente. Encuesta realizada

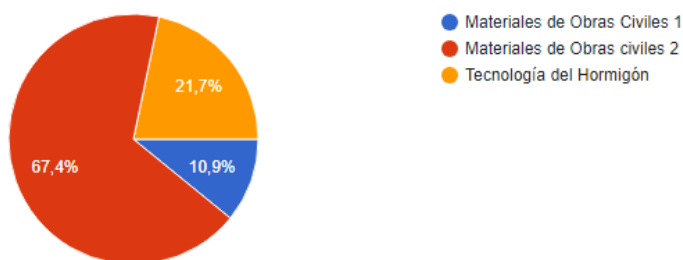


Figura 2: Cátedra en la que participó con su investigación.
Fuente. Encuesta realizada

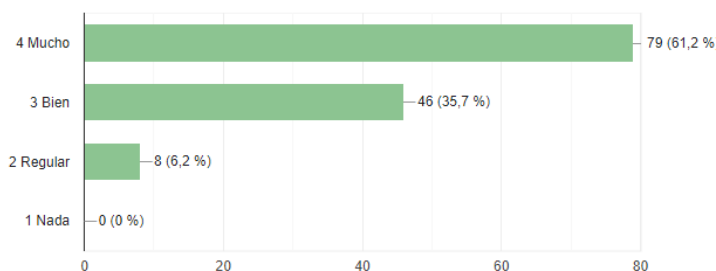


Figura 3: El aprendizaje de su trabajo le sirve o servirá en su carrera.
Fuente. Encuesta realizada

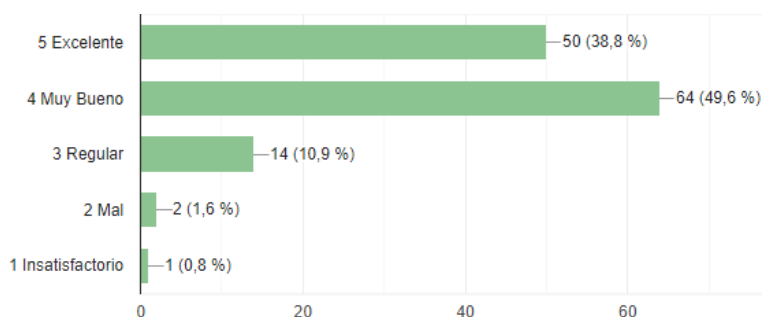


Figura 4: Cómo calificaría la experiencia inmersiva en la Feria.

Fuente. Encuesta realizada

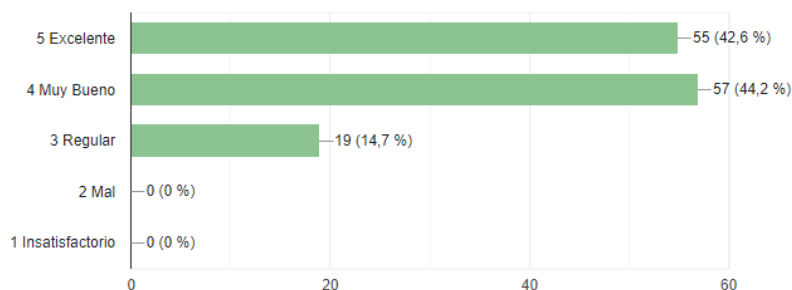


Figura 5: La información le será útil? (Fuente. Encuesta realizada)

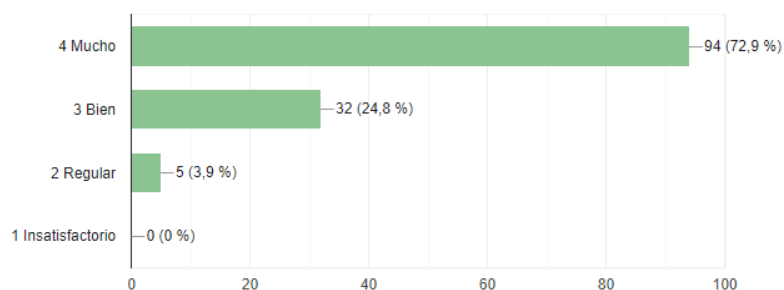


Figura 6: La investigación ha despertado el interés suyo por la materia, los materiales de construcción, las tecnologías disponibles? (Fuente. Encuesta realizada)

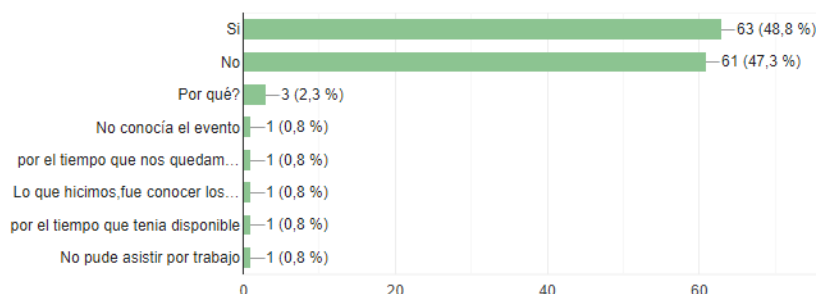


Figura 7: Pudo participar de otras actividades del evento? (Fuente. Encuesta realizada)

A continuación se exponen las discusiones por los alumnos justificando sus respuestas que hemos cuantificado en porcentajes en este apartado.

1.1.1. Discusión de los Resultados

Aquí la discusión es desarrollada por las diversas respuestas de los alumnos a las preguntas formuladas. Trataremos de abreviar las mismas sin sacar los detalles que son muchos que ellos apuntaron luego de la actividad de investigación desarrollada.

Cómo aplicaría los conocimientos aprendidos?

A la hora de proyectar soluciones rentables aprovechando los elementos disponibles en el mercado. En una obra, tendría en cuenta toda la información adquirida y realizarla de buena manera (2) Aplica en el área laboral. En futuras construcciones. Conocimiento constructivo nuevo. En la parte profesional o aconsejando a familiares sobre problemas de las cuales ya tengo conocimiento.

Saber sobre nuevas tecnologías, como aplicar y donde encontrar. En el mundo laboral, en las materias de la facultad. Implementando las nuevas técnicas, tecnologías, materiales, conocimientos en el campo profesional, resultan muy útil asistir a este tipo de eventos ya que permite interiorizarse acerca de todo lo anteriormente mencionado. Optimizando los procesos de costos (3). Agarrando trabajos independientes.

Gracias a esa actividad conocí Constructecnia y ahora sé de este evento para poder actualizarme cada año. Como conocimientos de

Cultura general. Conocimientos de materiales y técnicas de construcción muy interesantes y fuera del uso común hoy en día, muy importante para descubrir técnicas más eficientes y económicas.

Investigando más acerca de lo que no conocía

Cuando comience a construir casas, voy a tener en cuenta todos los nuevos materiales que decían durante el recorrido de la feria de acuerdo a lo que se necesite.

Por el momento en las evaluaciones teóricas. En un futuro cuando trabaje en obra todos las ideas innovadoras que aprendí y productos nuevos en el mercado me serán sumamente útiles, en la facultad con materias relacionadas con lo aprendido en la feria. Implementación de usos de materiales, comparación de los materiales vistos con los materiales existentes en el mercado. En la práctica. En construcciones (3)

Luego de las visitas a la Construtecnia ahora se cuales empresas vanguardistas se dedican a que rubro, y el día que precise de alguna de ellas ya sé a dónde acudir. en la vida profesional, así como en las materias restantes.

Hoy en día me sirve mucho los conocimientos de los materiales de obras civiles para las materias construcciones 2 y hormigón armado 1. También en visitas técnicas ya sea con la facultad o personales. Me ayudara mucho a la hora de saber de dónde seleccionar los materiales que necesito dependiendo de los usos que planeo darles.

Los conocimientos aprendidos fueron más para despertar mi interés, y conocer las tecnologías del momento, ya que en la facultad muchas veces se utilizan máquinas viejas, o la información es vieja. Utilizaría los distintos tipos de aditivos que conocí para mejorar su rendimiento de mis futuras obras. Aconsejando en las diferentes opciones que hay para solucionar algún problema que pueda presentarse en obra. Los conocimientos aprendidos podemos aplicarlos en nuestro futuro en nuestra vida laboral (5), nos ayuda a conocer y a aprender que materiales tendremos disponibles (3). Los aplicaría en el cálculo de presupuesto, investigando más. En la vida profesional y en las materias de construcción civil. En la pasantía y en conectar con otros profesionales en la carrera. Implementando los avances más recientes en tecnología y materiales de construcción. Me servirá al momento de elegir los materiales a ser utilizados. En futuras construcciones (6), tener en

cuenta los materiales que vi en el evento. El día que sea ingeniero y este en obra, las Constructecnia son ferias en las que las empresas muestran y exponen sobre sus productos, y como se debe utilizarlos y los beneficios que trae a comparación de otros materiales. Tener como repertorio y conocimientos generales sobre la construcción para la vida laboral. Poniendo en práctica en el laboratorio. Pude conocer la variedad de materiales y maquinarias para la construcción que se ofrecen en el mercado. Además, de las industrias y empresas que las producen.

Al momento de realizar alguna obra. Más adelante, tendría en cuenta las consideraciones.

En saber elaborar un hormigón. En el marco profesional, si me encuentro con algún inconveniente podría recurrir a los aditivos que investigue. Y también en el personal, ahora conozco la existencia de aditivos cementantes impermeabilizantes disponibles en el mercado nacional. Usando materiales más específicos para cumplir de mejor manera con los requisitos de una construcción concreta. Con ayuda de personales. Los aplicaría para las parciales ya que mucha información concuerda con lo dado. Aplicaría a la hora de dosificar un hormigón para una obra.

No estoy seguro si me sirvió. Por un lado recomendaría a algunos familiares algunos productos que me han llamado la atención, y por otro lado, estos conocimientos avivan mi curiosidad para seguir investigando de forma particular. Además, estos conocimientos me ayudaron a comprender un poco más el contenido de la materia cursada. Haciendo los exámenes, ya que aprendí de forma práctica y me fue más fácil, y también en otras materias.

Para la utilización de nuevos materiales en los procesos constructivos.

Adaptarme a las demandas de la Industria. Hablando de lo que aprendí con los demás. De manera práctica; ej. para una comprobación. En la práctica. En la implementación de obras con materiales variados. Los conocimientos obtenidos pueden aplicarse con temas que se tratan en la vida cotidiana de comercio e industria. En el ámbito profesional y educativo. En algún momento poder saber qué productos utilizar en base a los requerimientos de la obra que me toque. Siempre es bueno estar al día con las tecnologías y técnicas aplicadas en el mercado. Los conocimientos adquiridos se aplicarían a la hora

de elegir dichas técnicas de selección y uso en las construcciones. Realizando un informe como tarea. En los trabajos a realizar. Algunos estantes trataban de temas más profundos, es por ello que me motiva a investigar más. En las ferias como estudiantes aprendemos mucho sobre innovaciones, así como materiales, y también hay ferias en los que te comentan sobre proceso constructivos entre otros. Varios de estos conocimientos son aplicados en el mundo laboral de la ingeniería civil en el área de proceso constructivos, fiscalizador de obras, etc. En el futuro, para realizar trabajos de calidad en la construcción con los materiales vistos y estudiados.

Por ahora no sé muy bien todavía, pero con el tiempo cuando aprenda mejor de los temas aplicaré lo que aprendí. Comparando los precios de mercado y buscando mejores opciones entre los competidores.

Primeramente, investigaría más sobre los productos que pude conocer y luego aplicaría su uso en mi casa si fuese posible, ya que hay productos que se pueden utilizar en el hogar durante toda la carrera. Utilizando buenos materiales, sabiendo que tecnología se dispone en el mercado paraguayo. La experiencia servirá al momento de elegir los materiales de construcción, para comparar precios, calidad ... y también para estar al tanto de la existencia de nuevas tecnologías y sus utilidades. Usaría estos conocimientos en la elaboración de una investigación profunda sobre los temas específicos, averiguando más de cada tema y poder así nutrir aún más lo conocido. Compartiendo mis conocimientos a otras personas a través de la enseñanza o la tutoría. En el ámbito laboral, ya que el hormigón es algo que cualquier ingeniero necesita dominar. Los conocimientos adquiridos los aplicaría a corto plazo en la vida cotidiana, en las distintas materias de la universidad referentes a los temas abordados, y a largo plazo serán útiles cuando pueda ejercer la profesión de Ing. Civil. Trataría de comprender y relacionar más la teoría con la práctica. En la carrera, porque son interesantes para muchas de las materias que tenemos. Considero oportuno aplicar en el campo laboral privado. Con el futuro desarrollo de obras, conociendo los nuevos materiales disponibles para su posterior implementación. Más investigaciones tanto sobre los materiales y las tecnologías ya existentes, como con las que están en desarrollo. Aplicaría los conocimientos sobre hormigón en proyectos de construcción, asegurando una mezcla adecuada de ingredientes, propiedades de resistencia y durabilidad, y utilización eficiente

en la fundición de estructuras sólidas y duraderas, garantizando la seguridad y calidad en las edificaciones.

Aplicaría en el campo laboral, al momento de adquirir los materiales de manera confiable con un buen seguimiento y calidad de este. Para tener los materiales de mejor calidad- precio

En proyectos futuros. En la elección de materiales según su propiedad, invertir en recursos de buena calidad. Innovando en la utilización de materiales, no quedar con lo convencional.

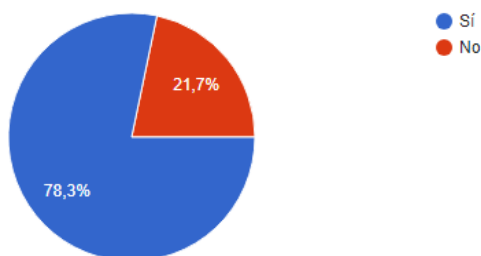


Figura 7: *Estaría dispuesto a profundizar en el tema? (Fuente: encuesta realizada)*

Si su respuesta anterior fue sí, en qué tema de los tratados quisiera profundizar?

No. Sobre las tendencias constructivas de la actualidad. Hormigones prefabricados. En lo que son los materiales renovables. Maquinarias, montaje y desmontaje (2). En la aplicación del hormigón en distintos tipos de construcciones (3). Optimización de material y materiales ligeros. Aislaciones de todo tipo, y la nueva tecnología de las mamposterías. Nuevas tecnologías para construcción. Seguir actualizándonos con las tecnologías y materiales disponibles en el mercado. En el área de estructuras de Hormigón prefabricados. Innovación de los métodos constructivos. Costo de materiales. En la innovación de materiales. En la probabilidad real de usar las nuevas tecnologías ya siempre se vuelve a optar por lo tradicional en la mayoría de los casos. En materiales nuevos más eficientes y otros procesos constructivos. En los impermeabilizantes (5). Montaje y colación del hormigón en obra. Como manejar las ofertas, temas que abarquen la parte vial de la carrera, los tipos de materiales alternativos expuestos. En la Construcciones y aplicaciones. Materiales que van a reemplazar a la madera por la escasez, hormigón y cimentaciones (2). Materiales de obras más

utilizados actualmente. En cualquiera, la verdad me pareció super interesante todo lo que se mostró en la feria, En aditivos. Las ferias realizadas me parecen muy interesantes, y nos ayudan mucho a conocer los rubros de nuestra carrera y la vida profesional que nos tocara en el futuro, me parece muy bueno ya estar al tanto de las novedades ya que así tendremos más elementos a nuestro conocimiento para enfrentar la vida laboral.

Materiales y sus beneficios al construir con ellos. Me siento más confiado y preparado para salir al ámbito profesional después de la experiencia. En la expo vimos mucha variedad de maquinarias utilizadas en nuestro rubro y nos informamos a cerca de su funcionamiento, también habían muchos otros stands donde podíamos ver la tecnología utilizada para la explotación de minerales, seguridad en la construcción

Deberíamos profundizar respecto a la construcción de rutas y asfaltos. Quisiera profundizar en la fabricación de los materiales de construcción. En elementos que hagan una construcción (casa, edificio, etc.) más eficiente, recuerdo un tipo de hormigón permeable, qué por ejemplo, serviría para evitar que las obras ya terminadas se llenen de agua porque ayudan a drenar. En el hormigón permeable y sus posibles usos para evitar inundaciones y raudales en zonas urbanas. Me gustaría profundizar más sobre los materiales para la construcción que se producen y ofrecen en nuestro país. Resistencia. No podría aún.

Todo lo que tenga que ver con ING civil en obra. Hormigón impermeable

La mayoría de artículos en exposición fueron impermeabilizantes, no ahonde mucho en el tema aun, pero si estuviera disponible, desearía conocer cómo y cuando se pueden utilizar a modo de solventar problemas en obras ya existentes. Equipo que ayuden a una construcción más eficiente. Hormigón Celular. Pavimentos de hormigones

Las formas de uso y las nuevas tecnologías en el ambiente de la construcción (2). Los diferentes tipos de hormigón y sus ensayos. En las vigas de hormigones. Construcción sostenible (2).

Ya que todos los temas tocados y mostrados fueron sobre construcción estaría dispuesto a incentivar todos los temas como para el mercado de mi ciudad. Estudio de suelos

En las adiciones y aditivos (3). En cómo se puede optimizar el uso de los materiales sin necesidad de dañar el resultado final. En todos. Actualmente nada

Sobre el cemento puzolánico. Procesos constructivos, actualización sobre qué materiales de obras civiles hay actualmente en el mercado, etc.

En los sistemas de aislamiento me interesaron los productos que presentan.

En sistema Bar Chip fue un tema que más me interesó (2), hormigones estructurales.

En los productos innovadores del mercado, productos nuevos por decirlo en aditivos para cemento. Moldes de hormigón metálicos reutilizables.

Quisiera profundizar más sobre la forma de utilización adecuada de productos extranjeros para la construcción en Paraguay. En la realización de ensayos. En la fabricación de todo tipo de hormigón. Me interesan los temas referentes a las estructuras de hormigón

En comprender mejor el campo laboral. En el tema del hormigón celular, me fue muy interesante y tiene muchas aplicaciones factibles en la construcción de obras

Pavimentación a partir de hormigón armado. Cimentación y utilización del hormigón

Ninguna (2). Me gustaría profundizar en el tema de los aditivos para hormigón. Estos productos se utilizan para mejorar las propiedades del hormigón, como la resistencia, la trabajabilidad, la durabilidad y la impermeabilidad. Sería interesante explorar los diferentes tipos de aditivos y cómo se aplican en la industria de la construcción. Me gustaría profundizar en la calidad del hormigón. Acero. Quisiera profundizar en los aditivos, su fabricación y la duración del efecto en el hormigón. En las nuevas necesidades y exigencias del consumidor

Sobre los tipos de hormigón para puesta en obra, acá en Paraguay los ingenieros civiles son muy de hormigón, y por eso es importante conocer absolutamente todo del mismo. Conocer nuevas tecnologías para la construcción. La utilización de Fibra estructural en reemplazo del acero, técnicas de encofrado.

Realizar una comparación detallada de los materiales que tenemos en nuestro país, con los materiales vecinos, ya sean comparaciones en las varillas, cemento, aditivos incluso elementos cerámicos. Ya que existen lugares, donde se facilita el uso de varillas del Brasil, o cementos que provienen de la argentina, incluso de Uruguay. Me interesó el encofrado.

La verdad hay muchos temas de mi interés, en cuanto tenga tiempo libre me gustaría averiguar más sobre materiales que pueden reducir el costo de las obras y facilitar su ejecución, sin afectar la calidad de la misma.

Alguna reflexión o idea de mejoras para estos trabajos de investigación de mercado o in situ, o de alguna otra metodología de enseñanza?

Ninguna (10). Ni idea. Me pareció que fueron muy bien preparados y desarrollados.

Para mí estuvo todo muy bien, y que se sigan acercando o participando más empresas presentando sus productos para así poder conocer más. Me resultó muy útil y a la vez muy dinámico la forma de realizar la actividad. Enseñanza sobre aplicaciones reales. Pude absorber bien la información por la capacidad de transmitir del encargado y facilidad, cabe recalcar que el expositor era brasilero. Conseguir demostraciones y aplicaciones más prácticas. Que las visitas sean guiadas.

La mejor forma de aprender en cátedras específicas de la carrera es directamente en campo, sería bueno programar más visitas técnicas a industrias que estén en el rubro para poder visualizar mejor todo lo que aprendemos en las clases de teoría. Nada más que eso. Dar mayor importancia a la práctica. Que el profesor haga una lista de todos los lugares a donde ir y preguntas a realizar, porque al estar a mitad de carrera los conocimientos que se tienen del ámbito todavía son insuficientes para profundizar en los temas y la experiencia queda prácticamente desaprovechada por los que no tienen un interés fuerte acerca del tema y solo se van para cumplir con alguna tarea. También que se haga una actividad de retroalimentación junto con el profesor después de la experiencia. Mayor número de visitas técnicas a obras.

A mi parecer estuvo bien la feria, la mayoría de los stands tenían experimentos o alguna manera de demostrar las cosas. Dar la oportunidad a los alumnos que estén en grupos y realicen charlas en los puestos de la Constructecnia, que haya algún convenio de alguna empresa con la facultad así los alumnos van a los puestos, aprenden y luego den una breve charla acerca de lo aprendido, enfatizar contenidos directamente al mundo profesional ya que es una materia profesional, especificando que contenidos de la materia se verán allí.

Que en los Stands faciliten hoja de precios de sus productos, participación de charlas.

Visita a obras para familiarizarnos más con la práctica, la verdad me pareció una experiencia muy completa, las personas de cada stand estaban bien informadas sobre su producto y proporcionaron información muy útil sobre los mismos, nada que recomendar.

Me gustaría que podamos recorrer con el profesor, la persona que más entiende del tema, escuchar su opinión sobre lo que estamos viendo en el lugar, y las preguntas que el hace, que tiene en cuenta y que no a la hora de informarse. Realizar capacitaciones, charlas, etc.

Tratar de que más alumnos vengan a las ferias. El trabajo de investigación in situ de alguna obra, tener más visitas técnicas donde podamos aprender observando el trabajo, tener una idea del gran campo laboral existente en nuestro país.

Ninguna, excelente experiencia! Lograr que más alumnos puedan visitar. Las exposiciones dan un mayor impacto ante la sociedad. En la parte de enseñanza, sería bueno que las prácticas de laboratorio mejoren la calidad con respecto a máquinas y aparatos e incluso los materiales a utilizar. A lo mucho podría dar ya una guía de que ir a preguntar sobre algún producto en específico. Recuerdo que cuando fui con amigos no teníamos idea de que preguntar. Directamente le pedíamos a los expositores que nos hablen de su producto.

Me gustaría que el informe referente a la visita técnica sea sobre un solo tema muy específico (tema libre o puntualizado) así usar los conocimientos de la Constructecnia como complemento de una investigación más extensa. O de lo contrario que sea un informe de muy general sobre los temas que atañen a nuestra materia, incluso enfocarlo como un artículo de opinión. Esta Perfecto.

A parte de participar en este tipo de ferias, también me gustaría realizar visitas técnicas a industrias que se dediquen a la construcción. Más allá de lo que aprendemos en las clases, me gustaría poder observar los procesos que se realizan para la obtención de estos materiales. Me parece acertado debido a que nos ayuda a visualizar y conocer más de estos temas. Si bien el enfoque de los trabajos es va más a la investigación por cuenta propia. Tener más información virtual, más información sobre todo y más detalladamente.

La mayoría de productos, al menos de los que tuve la oportunidad de investigar en la feria, fueron impermeabilizantes, ya sea de humedad, térmicos y sonoros. Sabiendo que no solo esos problemas existen dentro de la obra, estaría bueno conocer productos del mercado nacional, sus precios y como se comparan, y que problema dentro de la obra solucionan.

me gusta mucho la metodología actual.

Teórico práctico en manejos de pavimentos de hormigón

Como esta fue mi primera vez participando no tengo nada con que compararlo para poder mejorar, pero personalmente me pareció poco tiempo la visita (en la expo).

Para mí opinión está súper bien, porque hace la parte teoría y también la parte práctica.

Si no hay pandemia, es mejor irse presencialmente a ver

A mi parecer todo estaba en perfección total. Algún curso para poder seguir el tema

Me gustaría que el stand de la facultad lleve cosas que mostrar, objetos de laboratorio, el tipógrafo, etc. La visita fue satisfactoria y añadió conocimientos suficientes en mi área como estudiante de la carrera de ingeniería. Hacer las clases un poco más prácticas, menos teóricas y más resumidas para que sea menos tedioso el estudio de la materia. Sería bueno obtener algunos productos innovadores y ponerlas a prueba en las clases. Sigán manteniendo esto, que en base a mi experiencia estuvo muy buena. Ir a ferias son de gran utilidad, ya que se aprende muchas cosas, en cuanto a ferias es mucho mejor presencial por qué uno ahí ve, palpa cómo son las ferias de Constructecnia. Pero hay ferias tipo charlas que asistí virtualmente fueron muy buenas en

particular las charlas de Sika, muestran gama de productos su utilización, procesos constructivos básicos que utilizamos en obras día a día y mucha información interesante. Cuando son trabajos de investigación creo que es buena la virtualidad, ya que con la misma se puede proporcionar más información al estudiante o a la persona interesada. Para mí no se necesita mejorar (2). Me parece una gran metodología.

Hacer una exposición del trabajo. Personalmente me parece que está bien.

Las fibras sintéticas estructurales, a base de polipropileno, tiene alta resistencia a la tracción y la alcalinidad del hormigón, lo que permite la sustitución completa de armaduras con mallas o fibras de acero. Es un tema muy interesante ya que al aplicarlo, además de aumentar la resistencia a la abrasión y la protección contra impactos, se reduce el 70 % de las emisiones de carbono en comparación con el acero, también es más seguro y liviano de manejar que el acero. Todo está perfecto, cada dato proporcionado por los encargados era el ideal, para la próxima, podrían traer más empresas del exterior para también expandir a la audiencia.

En particular me parece que aprendemos mejor poniendo en práctica la teoría.

Ninguna ... satisfecha con las investigaciones hechas (3). Lo único que añadiría sería más charlas sobre los materiales y una mejor explicación de las cantidades en la dosificación.

Ninguna, creo que todo correcto. Ir a más eventos como el de la Construtecnia, para recaudar más información y profundizar mis conocimientos. Qué involucre alguna parte práctica. Creo que el trabajo de investigación es muy bueno para empezar a conocer el mercado de las construcciones civiles.

Personalmente todo bien lo único que afectaba era los días disponibles, tenía varios exámenes muy cercanos y por ende no se pudo expresar al máximo. Está genial. Más prácticas respecto a lo aprendido. Nada que acotar-

Ir hasta la Construtecnia está bastante bien, pero lo ideal sería ir ya con cierta idea del tema o con una guía de preguntas a realizar. Recuerdo que cuando fui aun no me adentraba demasiado en temas de ingeniería civil y estaba algo perdido ante las explicaciones que me

daban en los Stands. Visita en grupo para facilitar el transporte hasta el local del evento, posibilidad de debatir con el docente acerca de lo visto y aprendido tras la visita.

Realizar probetas de hormigón utilizando adiciones, analizar diferencias o cambios en las resistencias y debido a que factores. La investigación de mercado resulta importante para toda construcción, ya que de esta forma convertimos una obra en un negocio, al analizar la variedad de productos con sus respectivos costos, y también analizar todo el auge que va tomando los materiales, o alternativas de construcción, todo con el fin de una mejor eficiencia y economía. Por el momento no tengo alguna idea en específico

Que tenga más relación con lo que está expuesto en el lugar. Nos pidieron información que debimos sacar prácticamente todo de internet (feria virtual en pandemia). A mi parecer no. Elaborar un presupuesto con los materiales disponibles en el mercado. Disfrute mucho la experiencia, estoy conforme.

Me gustaría que las futuras investigaciones o trabajos sean mucho más focalizados, que se encuentre de alguna manera en la feria, y que cada grupo tuviera su tema diferente de forma que haya que investigar a fondo de distintas fuentes y que la información obtenida en la feria sea solo el complemento del trabajo. O bien si se requiere un trabajo más general sea sobre toda la feria sobre las aplicaciones a la materia de las tecnologías ahí mostradas y tenga un carácter más informal como si de un artículo de opinión se tratara. Esto es debido a que lo se encuentra en la feria difiere mucho de lo pedido en nuestro trabajo y pareciera que hay que combinar de forma artificial 2 trabajos de investigación. Una visita guiada sería muy buena. Las visitas técnicas son muy útiles porque despiertan el interés por conocer las diferentes opciones que se tienen hoy en día en el mercado de materiales. Son muy interesantes para conocer todo lo que se puede realizar en el ámbito de la construcción y todos los recursos que tendremos como profesionales el día de mañana. Tener un seguimiento de los trabajos realizados estar al pendiente del cliente. No en realidad.

Mayor difusión y charlas en las casas de estudios. Ninguna, tan solo que el tiempo se queda un poco corto debido a que coincide con la época de parciales. Creo que se debería de organizar un poco más con

la materia e ir a la feria todos juntos en el bus, así se asegura un poco más que la experiencia sea la misma para todos.

1.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS ACADÉMICOS.

A continuación, un seguimiento de las calificaciones a través de los semestres y años respectivamente, es importante la sostenibilidad de las notas en el proceso, las técnicas didácticas no deberían variar ostensiblemente las calificaciones (salvo se quiera estimular al estudiante, pero en nuestras cátedras se busca principalmente la evaluación objetiva), debido a que el aprendizaje y la asimilación de las materias no son las mismas, ni la dedicación de los alumnos.

En formar personas competentes de Mostache, A, 2007, encontramos una lista de lo que se necesita para ser alumno universitario: planificar y gestionar su tiempo, compromiso con el proyecto universitario y profesional, adaptarse a nuevas situaciones, hábitos de estudio sistemático, concentración, trabajo autónomo, crítica y autocritica, saber que sabe y que no sabe, comunicación oral y escrita, trabajo en equipo, aplicar conocimientos para resolver problemas, búsqueda y análisis de información, identificar ideas principales, secundarias y accesorias, vincularse con la información nueva, evaluar los resultados, análisis, síntesis y resumen, comparaciones y analogías. En este trabajo varios de estos componentes de la competencia están presentes.

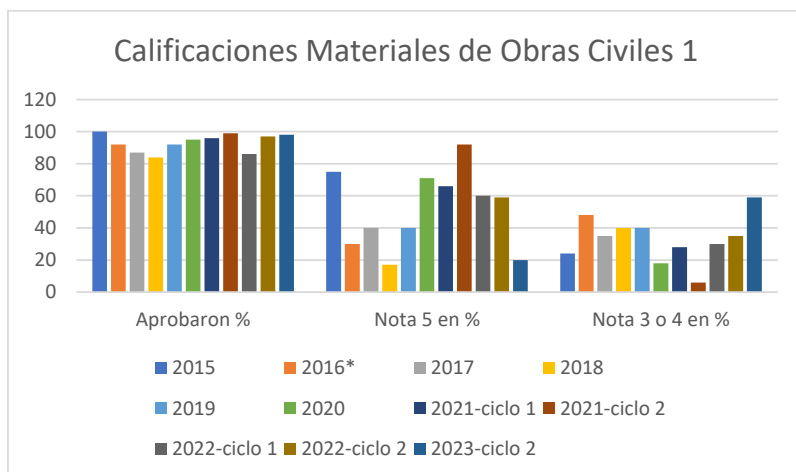


Figura 8: Calificaciones de Materiales de Obras Civiles 1 por semestre/año

Fuente. Encuesta realizada

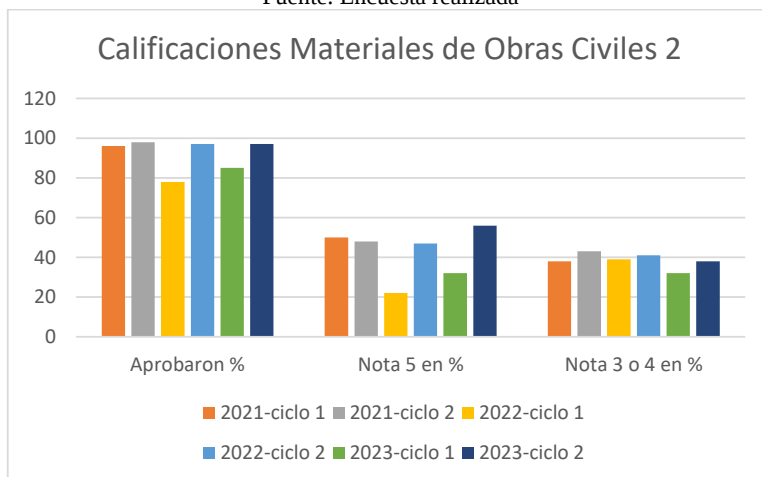


Figura 9: Calificaciones de Materiales de Obras Civiles 2 por semestre/año

Fuente. Encuesta realizada

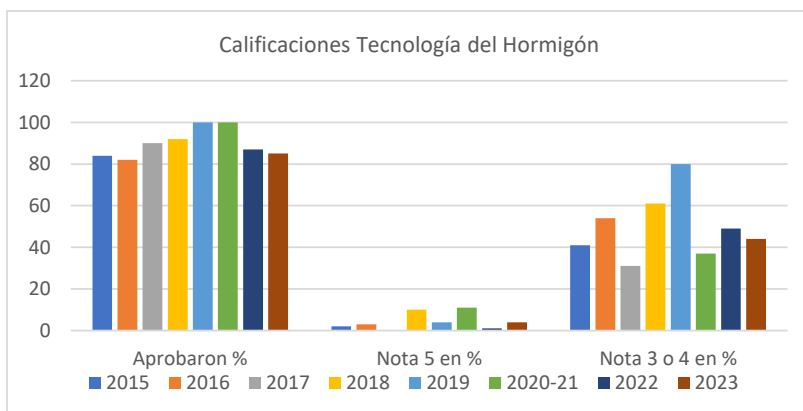


Figura 10: Calificaciones de Tecnología del Hormigón por semestre/año

Fuente. Encuesta realizada

El pantallazo a los resultados de las evaluaciones puede observarse la dinámica de las calificaciones y evaluaciones de proceso, la variación de las técnicas didácticas es muy importante además se realizaron aula invertida otros tipos de trabajos prácticos, visitas y ensayos de

laboratorio, entre otras metodologías. En el Caso de Materiales de Obras Civiles 2 en los años anteriores no se tiene las estadísticas ya que recién desde el año 2021 me correspondió la evaluación de los mismos, sin embargo el proceso didáctico se realizó del mismo modo que con las demás materias de este trabajo de investigación educativa. Vale decir también que algunos de los inicialmente reprobados pudieron aprobar en los siguientes exámenes finales ya que se cuenta con tres posibilidades de hacerlo en el semestre. En el caso de Tecnología del Hormigón durante la pandemia el semestre se realizó en dos años 2020-21. La motivación durante el proceso de los estudiantes y el interés por aplicarlos en las construcciones además de la curiosidad propia, activa un mecanismo que les permite aprender por sí mismos contactando con realidades locales.

2. CONCLUSIONES.

El alumno de ingeniería civil de nuestras cátedras, podemos decir que aprendió a: planificar y gestionar su tiempo, comprometerse con el proyecto universitario y profesional, adaptarse a nuevas situaciones, tiene hábitos de estudio sistemático, concentración, trabajo autónomo, crítica y autocrítica, sabe lo que sabe y lo que no sabe, se comunica en forma oral y escrita, trabaja en equipo, aplica conocimientos para resolver problemas, búsqueda y análisis de información, identificar ideas principales, secundarios y accesorios, se vincula con la información nueva, evalúa los resultados, analiza, sintetiza y resume, compara y encuentra analogías. Es decir al menos, varias de estas cualidades puede decirse se enfrentan en esta actividad, bastante diferente a las que enfrenta en el aula.

Al terminar el año las evaluaciones por los alumnos en encuestas y los resultados de las Evaluaciones Académicas son un fuerte respaldo al proceso enseñanza-aprendizaje. La variación de técnicas didácticas, la buena práctica del docente, que busca que sus estudiantes superen obstáculos de comprensión en la asignatura, construye espacios de diálogo y evalúa como forma de aprendizaje y no solo como instrumento de acreditación, apuntando a un mejor desempeño del alumno, parte de ello reflejado en las evaluaciones formativas, parciales y finales, así como en los trabajos prácticos. Ello hace que el proceso sea integral, real, adaptado a las necesidades y requerimientos competentes de la demanda laboral y profesional. Hay mucho por

mejorar, pero es válida esta metodología para "sacudir" su conocimiento sobre los materiales de edificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIEBER, O., BIEBER, E., ACOSTA, A., FLORES, R. & ROJAS R. (2017). Manual de Materiales de Obras Civiles tomo I volumen I, tercera edición, Editorial Litocolor, Asunción.
- BIEBER, O.; BIEBER, E.; ACOSTA, A.; FLORES, F., JIMÉNEZ, J. & ROJAS, R. (2019). Manual de Materiales de Obras Civiles tomo I volumen II-Hormigón, Armadura y Encofrado, segunda edición, Imprenta Yolysuiter, Asunción.
- CAMPOLI, O., MINARD, C., MORRONGIELL, N & PASCAL, G. (2013). Impacto de las Redes Sociales en Ámbitos Académicos Universitarios, Indicadores de Aceptabilidad en Docentes y Estudiantes de Ingeniería. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Facultad de Ingeniería. Instituto de Investigaciones de Tecnología y Educación. Buenos Aires.
- CONTRERAS, J.L. (2007). Formando Ingenieros creativos, innovadores y más competentes, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso.
- FELLOWS, R. & LIU, A. (2008). Research Methods for Construction, Third Edition-Wiley-Blackwell Publication-United Kingdom.
- IRIARTE, L. & MONTANO, A. (2022). Didáctica del Nivel Superior en agenda. Contextos, instituciones, prácticas profesionales y contenidos, Editorial de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- KAPRANOS, P. (2013). Teaching and learning in Engineering Education-Are we moving with times? University of Sheffield, Department of Materials Science & Engineering. 6th International Forum on Engineering Education (IFEE 2012).El Sevier. www.sciencedirect.comProcedia Social and Behavioral Sciences.
- LABORDA GILL, X. (2014). Inteligencia Comunicacional. El orador sexy. Plataforma Editorial. Barcelona.
- LAZO ARRASCO, J. (2013). Pedagogía Universitaria, Universidad Alas Peruanas 5ta Edición. Lima.
- MANTICO, S. (2004). La motivación en el aula universitaria: ¿una necesidad pedagógica? Comunicaciones Humanidades - Ciencias Sociales Revista

Ciencia, Docencia y Tecnología N° 29, Año XV, (noviembre de 2004).
mail: smontico@sede.unr.edu.ar 105-112.

- MIRANDA DE ALVARENGA, E. (2010). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa, 5ta Edición, A4 Diseños, Docente de la Facultad de Filosofía y Ciencias Médicas UNA, CEDOC, UTIC, UTCD y Universidad San Carlos, Asunción.
- MOSTACHE, A., (2007). Formar personas competentes. Desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales. Ediciones Novedades Educativas, Buenos Aires.
- PALACIOS HIDALGO, E.R. (2009). Teoría de la Educación, Universidad Alas Peruanas, Lima.
- PÉREZ LINDO, A. (2010). ¿Para Qué Educamos Hoy?. Filosofía de la Educación para un Nuevo Mundo. 2ª Edición, Editorial Biblos, Buenos Aires.
- ROBINSON, K. & ARONICA, L. (2014) Encuentra tu Elemento. Conecta. Buenos Aires.
- ROJAS, R. (2022). Manual de Evaluación e Intervención de Estructuras, Imprenta Yolysuitter, Asunción.
- ROJAS, R. (2020). Ideemos una educación para todos o casi todos-Ciencia + arte de la enseñanza, Imprenta Yolysuitter, Asunción.
- ROJAS, R. (2021). Gestión Ambiental de la Construcción, Imprenta Yolysuitter, Asunción.
- ROJAS, R. (2021). La extensión tecnológica en la educación superior. Un paradigma en pleno siglo XXI, Imprenta Yolysuitter, Asunción.
- ROJAS, R. (2024). Los Hormigones Especiales-Sabiendo cómo Innovar en Concreto. Imprenta Yolysuitter, Asunción.
- ROJAS HOLDEN, R. (2013). Innovación docente con materiales propios-Experiencias en aula. Innovación en la Metodología Docente. IV Jornada de Innovación Docente, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, (28 y 29 de setiembre 2013).
- ROJAS HOLDEN, R. (2015). Estrategias para captar y retener a los mejores docentes del área de materiales de la Facultad de Ingeniería. Tesis para acceder al grado de Doctor en Educación con Énfasis en Gestión de la Educación Superior". DGPG Y RRII-Universidad Nacional de Asunción. Asunción.
- ROJAS HOLDEN, R. (2023). Renewing Ourselves in Engineering Education. 7th CINIE. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

- RUEDA BELTRÁN, M. (2012). La Evaluación Educativa: Análisis de sus prácticas. UNAM, CONACYT, Ediciones Díaz de Santos, México.
- ROJAS HOLDEN, R. (2019-2023). Encuestas a alumnos participantes en investigaciones de Mercado en Ingeniería Civil. FIUNA-FCyTUNCA. San Lorenzo, Coronel Oviedo, Paraguay.
- ROJAS HOLDEN, R. (2015-2023) Estadísticas de evaluaciones de tres cátedras de Ingeniería Civil. FIUNA-FCyTUNCA. San Lorenzo, Coronel Oviedo, Paraguay.
- A. VÁZQUEZ. 2001. Educación basada en competencias. Guadalajara. <http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/19/argudin.html>

FENOMENOLOGÍA DE LA AUTORREPRESENTACIÓN EN LA ERA DEL *SELFIE*¹

DRA. PILAR SAN PABLO MORENO
Universidad de Valladolid, España

RESUMEN

El fenómeno *selfie* expresa la relación que establecemos con autorrepresentación y la tecnología de los *smartphones*. Al poner en nuestras manos una cámara fotográfica y usarla como espejo, los teléfonos digitales nos permiten, simultáneamente, mirarnos y hacernos visibles en las redes sociales. La velocidad y profusión con las que hemos incorporado los autorretratos a nuestra práctica comunicativa cotidiana, nos llevan a reflexionar sobre ese deseo de construirse frente al espejo para exponerse luego en el espacio público.

La fotografía comenzó siendo la posibilidad de documentar el mundo ante nuestros ojos. En las autofotos digitales el sujeto fotografiado es el propio fotógrafo. Mediante un giro visual se ha incluido a sí mismo dentro del encuadre y participa del paisaje que comparte y muestra al mundo en las redes sociales. Un *selfie* lo es porque se comparte; así, autorretrato digital cumple una función comunicativa en la que la fotografía ha visto desplazada su función documental hacia un territorio nuevo.

Internet permite que los individuos creen espacios *sinópticos* –inscritos en un gran *panóptico digital*– en los que muchos verán a unos pocos en el caleidoscopio de la autorrepresentación digital. ¿Cuáles serán las derivas de esta masiva autoexpresión visual? ¿Cómo afectará

¹ Este capítulo parte del Proyecto: EDU2015-64015-C3-3-R Nombre del IP o IPs: Agustín García Matilla (IP 1) Título del proyecto: Competencias mediáticas de la ciudadanía en medios digitales emergentes en el ámbito profesional de la comunicación Entidad Financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad

esto a nuestra autoestima y a nuestra forma de socializar? Necesitamos explorar sus implicaciones éticas y estéticas y esbozar la fenomenología de una nueva gramática con la que construimos nuestra imagen y buscamos nuestro lugar en el mundo... virtual.

PALABRAS CLAVE

Selfie, Giro visual, Autoimagen digital, Posverdad, Apariencia.

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de nosotros habitamos hoy día en un ecosistema visual en el que ver y ser vistos (Martín Prada, 2018) se ha convertido en la principal ocupación. Internet se ha impuesto en nuestra existencia obligándonos a un adiestramiento tecnológico que ha cambiado nuestra mirada. Desde que Marshall McLuhan (1967) enunciara que *el medio es el mensaje*, nunca como ahora ha sido tan evidente la fusión de medio y mensaje. Los humanos, en nuestra versión de internautas, nos hemos convertido en seres participativos y productores de contenidos con un volumen y una velocidad de transmisión jamás conocida por las generaciones precedentes.

La “furia de las imágenes” (Fontcuberta, 2016) se manifiesta con la llegada de las cámaras digitales, ordenadores y escáneres domésticos y estalla cuando aparecen los teléfonos inteligentes, dando paso a la *posfotografía* que “trastocaba la ontología de la imagen y la metafísica de la experiencia visual” (pp. 29-30) al constatar la “rescisión del contrato social de la fotografía imperante hasta entonces: el protocolo de confianza en la noción de evidencia fotográfica”. La imagen actúa como interfaz en un cambio de paradigma o modelo mental desde el cual pensar la realidad:

Al modelo mental antropológico del espejo de la naturaleza, materializado en la *camera obscura*, le sigue por lo tanto el modelo interfaz, que tiene en la hermenéutica su base metodológica de la misma manera que el otro tenía en la suya a la epistemología. (Catalá, 2010, p.234)

La tecnología influye en la construcción de nuestra mirada y de nuestros imaginarios y el autorretrato digital –globalmente conocido como

selfie– se ha convertido en un “*fenómeno* sociológico: una infinitud de *reality shows* a escala individual” (Fontcuberta, 2016, p.99). Espejos y cámaras definen una sociedad que participa de un escenario extendido en el que goza mirando y siendo mirada. La transformación que ha impuesto el giro digital a cualquier esfera de la actividad humana obliga a contemplar las implicaciones epistémicas de la autorrepresentación para no quedar circunscritos a un ámbito meramente instrumental.

Para empezar, quizá convenga tener en cuenta algunas de las palabras que han nacido al tiempo que *seelfie*. Por ejemplo, el neologismo *postureo*, “surgida en el ámbito de las redes sociales para calificar actitudes impostadas, con un sentido que puede ir de lo irónico a lo despectivo, y se ha extendido ya en el español de España a otros ámbitos” (Fundéu, 2014). Otro caso, el neologismo *posverdad*, empleado para contextualizar el estupor causado por el advenimiento de una nueva era que en política han marcado la llegada de Donald Trump a la Casa Blanca o el referéndum del Brexit. Definido (Diccionario Oxford, 2016) como lo relativo o referido a circunstancias en las que los hechos objetivos son menos influyentes en la opinión pública que las emociones y las creencias personales. Sin embargo, resulta que posverdad somos nosotros cuando aceptamos que la mentira y la apariencia prevalezcan en la política y las relaciones sociales y económicas (Müller-Thyssen, 2019) ante el riesgo a salir del espacio conocido de nuestras creencias.

1. VER Y HACERSE VISIBLE

Ligadas a la tecnología, las imágenes de hoy devienen interfaces a través de las cuales se participa en el espectáculo: se diseña y fabrica la propia aparición en la escena pública para ser consumida masivamente en escasos segundos. Basta con observar cómo hasta que un problema, por gigantesco que sea, no deviene consumible mediante un espectáculo público, no parece recibir la atención necesaria: algunos han leído así el caso de Greta Thunberg y su impacto en la conciencia mundial sobre el Cambio Climático (Llamazares, 2019).

Hoy todo el mundo es activo productor y distribuidor de imágenes. Participar en la cultura de lo público y lo espectacular es lo normal en un universo de redes sociales. Podríamos decir que, más que ponerse en escena, como afirmaba Debord (1967), en nuestros días el mundo

se hace ver, aunque tenga poco tiempo para *ver*, puesto que los internautas navegamos ríos de imágenes en un flujo incesante que apenas tiene remansos para la contemplación. Convendría permanecer advertidos de que “verlo todo es no ver nada” (Tranche, 2019, p.117 y ss).

pone de manifiesto un problema intelectual de fondo: la construcción del sujeto y de las diferentes subjetividades.

1.1. EL OBSERVADOR ES LO OBSERVADO

El selfi representa un giro de 180 grados en la representación de la propia imagen. Desde que la tecnología ha puesto en nuestras manos los *smartphones*, unos dispositivos que permiten guardar las imágenes de nuestros rostros que vemos en ellos reflejadas, la fotografía de los objetos ha pasado a poder ser la fotografía de los sujetos. Ahora, nuestro espejo nos guarda las instantáneas, marca hitos en el devenir de nuestra existencia y nos conecta con redes en las que vamos configurando esa narración de nuestra vida, una fotonovela moderna, pendiente de la aprobación del otro. El teléfono se ha convertido en un espejo con memoria y el observador ha pasado a ser lo observado.

Estamos ante un *giro icónico* que nos permite volvernos desde la imagen externa a la imagen interna. Podríamos ir más allá y decir que, tal vez estemos yendo desde una imagen inconsciente en busca de una imagen consciente. Muchos lo llaman la era del narcisismo y, seguramente lo sea; sin embargo y a la vez, a nuestro entender, el fenómeno del selfi es la prueba de algo mucho más profundo.

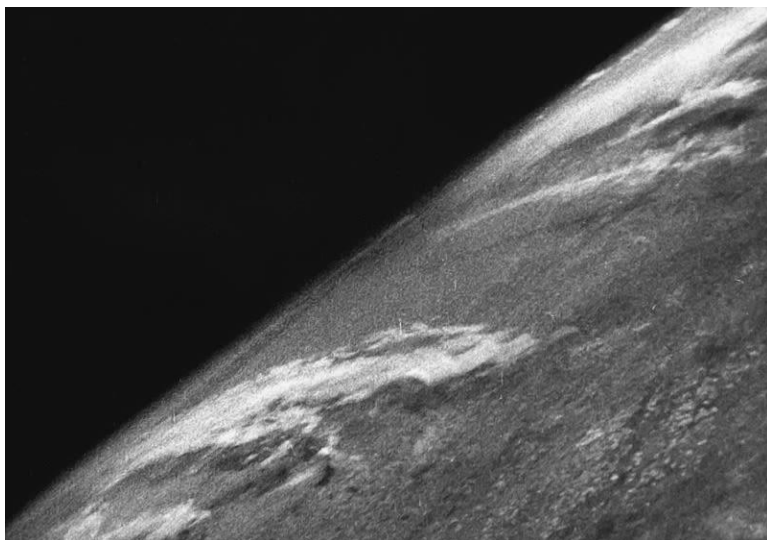


Figura 1: Primera imagen de la Tierra desde el espacio (1946)

Fuente. Google Imágenes

En la segunda mitad del siglo XX se inició la carrera espacial, algunos lo llaman odisea espacial. Ulises, el héroe de la clásica Odisea, viajaba de vuelta a casa, después de luchar en la guerra de Troya. Homero hizo inolvidable su periplo para regresar a Ítaka. En cierto modo, volver a casa es retornar a nosotros mismos, al encuentro con lo que somos. Quizá, salir del planeta por primera vez, nos permitió tomar una nueva perspectiva de nuestro lugar en el cosmos. La posibilidad tecnológica cambia nuestra manera de mirar y también nuestra relación con lo que vemos.

1.1.1. Usos y abusos del *selfie*

El teléfono móvil se ha convertido en un dispositivo imprescindible para las nuevas generaciones. En el informe *Digital in 2018 Global Overview* que publica *We are social* con *Hootsuite* sobre la evolución de usuarios de Internet, Social Media y Móvil en el Mundo se afirma que:

Gran parte del crecimiento de este año en los usuarios de Internet ha sido impulsado por teléfonos inteligentes y planes

de datos móviles más asequibles. Más de 200 millones de personas obtuvieron su primer dispositivo móvil en 2017, y dos tercios de los 7.600 millones de habitantes del mundo tienen ahora un teléfono móvil. Más de la mitad de los teléfonos en uso en la actualidad también son dispositivos "inteligentes", por lo que cada vez es más fácil para las personas disfrutar de una rica experiencia en Internet donde sea que se encuentren (*We are social*, 2018).

Para ser considerado como tal, el selfi debe estar realizado por aquel que ejerce, a su vez, la función de modelo. Nos referimos a una modalidad de autorretrato que, además, suele estar destinado a compararse en el espacio público virtual de las redes sociales y el universo digital:

- Enseñar a los alumnos a diseñar y desarrollar proyectos de investigación de calado universitario.
- Conocer los distintos tipos de metodologías académicas a partir de las cuales se puede estudiar un fenómeno.
- Aplicar técnicas de investigación, tanto cualitativas como cuantitativas, a un proyecto a pequeña escala.
- Analizar e interpretar la información recogida a partir de los esquemas habituales de la difusión científica.
- Aprender a utilizar las normas APA de manera eficaz.
- Trabajar en equipo y crear un documento colaborativo con herramientas digitales.

Los tutores, además, buscamos alcanzar objetivos adicionales de aprendizaje que nos orientan en el diseño del proyecto, pero que no quedan reflejado en el texto final que redactan las alumnas. El primero de ellos es el de reflexionar acerca de una temática de actualidad que nos permita debatir, con los alumnos, cuestiones educativas, culturales o sociales que nos preocupan. En este sentido, y como profesores conscientes de la necesidad de educar a los alumnos en el uso responsable de las nuevas tecnologías, pensamos que el análisis de las Redes Sociales y su relación con la adolescencia era una opción muy adecuada para este proyecto, dado que nos permitía observar con los alumnos el uso de los entornos digitales desde una perspectiva crítica. El efecto que las redes sociales tiene en nuestros adolescentes merece una reflexión profunda con sus protagonistas, toda vez que, como

apuntan los expertos, las redes tienen un impacto evidente, no siempre positivo, en la creación de la identidad de sus usuarios más jóvenes (Arab y Díaz, 2014; Villa y Suárez, 2016). De ahí que, a los objetivos previstos en el currículo, los directores del proyecto sumemos los siguientes:

1. Establecimiento del marco teórico. Lectura de textos relacionados con la creación de identidades. Revisión de obras audiovisuales en las que se aborda la temática de la creación de identidades falsas.
2. Análisis literario de la obra. Estudio de la biografía de su autor y del contexto sociocultural en el que redactó la novela. Análisis de la simbología y los aspectos más representativos de la obra. Revisión del perfil del protagonista y de sus motivaciones a la hora de construir una identidad falsa.
3. Diseño de una encuesta destinada a conocer de qué modo utilizan los adolescentes las redes sociales. La encuesta estuvo inspirada en las principales ideas extraídas de las dos fases anteriores. Selección de preguntas destinadas a observar si los usuarios mientan a la hora de publicar fotos en Instagram.
4. Creación de un perfil falso en Instagram para observar las reacciones de sus seguidores.

Una vez establecidos los objetivos, las fases y el modo en que íbamos a abordar la investigación, dimos inicio a un ambicioso proyecto que nos permitió, no sólo repasar las distintas metodologías con las que se puede afrontar una investigación, sino también reflexionar acerca de la influencia que las redes sociales ejercen sobre la imagen y la autopercepción de los adolescentes.

1.2. DISEÑO DE LA ENCUESTA Y DE UN PERFIL FALSO EN INSTAGRAM.

En la tercera fase se diseñó una encuesta destinada a conocer el comportamiento de los adolescentes en redes sociales. Para ello se lanzaron las siguientes preguntas:

1. ¿Tienes perfiles en alguna red social?
2. ¿Cada cuánto subes fotos a tus redes sociales?
3. ¿Qué te motiva a tener un perfil en redes sociales?
4. ¿Todo lo que publicas en tus redes sociales es cierto?
5. Cuando publicas algo que no es del todo cierto, ¿por qué lo haces?

6. ¿En alguna ocasión has publicado alguna imagen tuya para atraer la atención de la persona que te gusta?
7. ¿Qué tipo de fotos publicas si tu intención es llamar la atención?
8. ¿Has conseguido llamar la atención de alguien con esas fotos?
9. ¿Alguna vez has publicado fotos de momentos tristes?
10. Si alguna vez publicas algo para llamar la atención de alguien y no lo consigues, ¿te frustras por ello?

Como complemento a la investigación, se creó un perfil falso en Instagram con la intención de conocer qué imágenes atraían mayor atención de los seguidores. El equipo de investigación planeó una batería de fotografías falsas, muchas de ellas basadas en las respuestas de la pregunta 7, y dedicó un par de tardes a realizar las imágenes. Para ello, utilizaron gafas y pelucas que les permitieron aparecer en las fotografías de manera anónima. Una vez editadas las fotografías con los filtros que les parecieron convenientes, las publicaron en el perfil y anotaron qué imágenes obtenían mayor atención por parte de sus seguidores.

2. DEL *GRAN GATSBY* A LOS *INFLUENCERS*. RESULTADOS.

2.1. RESULTADOS DE LA PARTE TEÓRICA

El análisis de la novela y de los textos académicos permitió a las alumnas conocer de qué manera influyen los grupos sociales, y específicamente el deseo de pertenecer a ellos, en la creación de la identidad de los individuos. La distancia espacio temporal que existe entre el momento actual y el tiempo histórico de la novela, en la que las relaciones humanas no giraban aún en torno a universos virtuales, les hizo descubrir que las tecnologías digitales no han creado el concepto de “redes sociales”, sino que únicamente han supuesto un cambio en un fenómeno que siempre ha existido (Renau et al, 2013). Aun reconociendo la disruptividad que los nuevos medios le han aportado a la configuración de los espacios comunes que se comparten en los entornos digitales, las alumnas constataron que las redes sociales no son un fenómeno actual, sino el resultado de intereses y prácticas culturales que han llevado siempre a los individuos a unirse para compartir sus inquietudes (Materys, 2018).

En este sentido, aislaron como característica principal del diseño de la propia identidad el deseo de las personas de ser aceptados y

considerados “populares” dentro del grupo de referencia en el que buscan integrarse. Este deseo, que actualmente se formula desde las redes digitales, se evidencia de manera muy clara en *The Great Gatsby*. En la obra son la música, la moda, el lujo, el consumo y la ostentación son los símbolos que unen e identifican a los individuos que forman parte de cada grupo social.

Cuadro 1. Áreas de Investigaçao na filosofia

ÁREA FILOSÓFICA	MÉTODO	PROBLEMA
Filosofia da Biologia	Abordagem científica Viés naturalista	A genética mendeliana pode ser reduzida à biologia molecular? O que é adequação? Qual a unidade da seleção?
Filosofia da Matemática	Abordagem científica Problemas metafísicos e epistemológicos	O que são entidades matemáticas? Como podemos conhecê-las?
Filosofia da Informação	Viés naturalista Método Sintético de Análise Níveis de Abstração Problemas metafísicos e epistemológicos	Que é informação? O que é significado? O conhecimento pode ser explicado via informação? Qual a relação entre informação e verdade? Os <i>qualia</i> ² podem ser explicados via informação?

Fuente: (Adams; Moraes, 2014: 5)

El argumento sobre las adicciones a través de las redes sociales es causa de gran preocupación también en Europa donde se han realizado estudios no solo clínicos, sino también sociológicos para determinar sus causas y consecuencias.

² Os *qualia*, ou qualidades subjetivas da experiência, constituem um problema da Filosofia da Mente muito debatido e que não obteve ainda consenso entre a comunidade científica. Concretamente, o problema é o de saber se é ou não possível conhecer cientificamente uma sensação experimentada por outro organismo. Isto é, poderei eu conhecer, por exemplo, o sabor (ou o cheiro, ou o tacto...) de alguma coisa que outro experienciou? Poderei eu ser como ele (O que é ser como?). Segundo Dretske a questão poderia ser afirmativamente respondida a partir de uma abordagem informacional.

- a) Diseño de una encuesta destinada a conocer de qué modo utilizan los adolescentes las redes sociales.
- b) La encuesta estuvo inspirada en las principales ideas extraídas de las dos fases anteriores. Selección de preguntas destinadas a observar si los usuarios mienten a la hora de publicar fotos en Instagram.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAME, A. (2019). Redes sociales más usadas en el mundo hispano: tips para crecer tu presencia y alcance social. Recuperado de <http://bit.ly/2TBVRWE>
- BARROS BERNAL, S. M., HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Y. D. L. C., VANEGAS QUIZHPI, O. S., ARMIJOS, C., de LOURDES, M., ALVARADO MALDONADO, H., y CABRERA GUERRERO, J. A. (2018). Adolescentes de básica superior con adicción a internet y redes sociales y relaciones interpersonales. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 20(3), 42-68.
- CEPAL. (2015). “Ranking” de los países con mayor número de internautas. Recuperado de <http://bit.ly/2TBK8HB>
- Datos importantes sobre el comportamiento Digital en Ecuador 2019. Recuperado de <http://bit.ly/2ue2C64>
- DEL ALCÁZAR, J.P (2019) Estado Digital Ecuador 2019 – Estadísticas Digitales Actualizadas. Recuperado de <http://bit.ly/2NFLsFk>
- ENDARA, V. (2019, febrero 3) El consumo de drogas es diferente en cada ciudad del país. *Diario El Telégrafo* Recuperado de <http://bit.ly/2NAPXkr>
- EFE. (2016, February 11). Advierten del potencial impacto de las redes sociales en el consumo de droga. *El Espectador*. Recuperado de <http://bit.ly/2RwUQfx>
- EL-SAHILI, L. F. (2014). *Psicología de Facebook: Vislumbrando los fenómenos psíquicos, complejidad y alcance de la red social más grande del mundo*. Universidad de Guanajuato.
- ESBEC, E., & Echeburúa, E. (2016). Abuso de drogas y delincuencia: consideraciones para una valoración forense integral. *Adicciones*, 28(1), 48-56.

MEJORA DE LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA EN EL ÁMBITO DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN Y LA INDUSTRIA A TRAVÉS DE ACCIONES DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL

DR. RAÚL BRIONES-LLORENTE
Universidad de Burgos, España

DR. GABRIEL RUBIO-PÉREZ
Universidad de Burgos, España

DR. MOHAMED LIFI
Universidad de Burgos, España

DRA. NATALIA MUÑOZ-RUJAS
Universidad de Burgos, España

DR. FERNANDO AGUILAR ROMERO
Universidad de Burgos, España

DR. ALEXANDER MARTÍN-GARÍN
Universidad del País Vasco, España

DR. JOSÉ ANTONIO MILLÁN-GARCÍA
Universidad del País Vasco, España

DR. ÁNGEL RODRÍGUEZ SAIZ
Universidad de Burgos, España

RESUMEN

El Grupo de Investigación en Ingeniería Energética (iENERGÍA) de la Universidad de Burgos está enfocado en la eficiencia, el ahorro energético y la sostenibilidad en la construcción y la industria.

Sus profesores han ido implantando un método de aprendizaje activo basado en problemas (ABP) obteniendo mayor implicación de los alumnos y mejores resultados académicos, frente al enfoque teórico más tradicional.

Participando en Acuerdos de Cooperación Internacional con dos universidades de Marruecos y una de Corea del Sur, han promovido el intercambio de estudiantes e investigadores, la formación en la parte experimental de Máster y Doctorado, la participación conjunta en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, la difusión de los resultados de investigación, y el fomento de la transición del laboratorio a los recursos educativos digitales abiertos en ingeniería.

Así, se ha contribuido al desarrollo económico, social y sostenible en Marruecos, de acuerdo con los objetivos de la Agenda 2030.

PALABRAS CLAVE

Aprendizaje activo basado en problemas (ABP), Cooperación internacional, Educación superior, Sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

El Grupo de Innovación Docente de la Universidad de Burgos en Aprendizaje Activo y *e-Learning* en Ingeniería se fundó en 2010. Su objetivo es focalizar las actividades hacia el aprendizaje en ingeniería, adaptándose a los cambios sociales, e incluir en sus proyectos nuevas metodologías de aprendizaje, como las basadas en el *blended-learning*, *design thinking*, y *flipped learning*.

El Grupo de Investigación en Ingeniería Energética de la Universidad de Burgos (iENERGÍA) se fundó en 1996. Este grupo de investigación tiene como objetivo desarrollar la investigación básica y su aplicación al campo de la eficiencia de conversión de energía y la investigación en energías renovables (Energy Engineering Research Group, 1996). El alcance de su investigación se extiende a las propiedades termodinámicas y de transporte de nuevos fluidos y sus mezclas (como combustibles y biocombustibles, refrigerantes, fluidos de transferencia de

calor, materiales de cambio de fase), materiales de almacenamiento de energía térmica, eficiencia energética en edificios e industria, y suministro de energía a través de fuentes renovables.

Los miembros de ambos Grupos, todos ellos profesores de la Universidad de Burgos en Grados en Ingeniería Mecánica, Ingeniería de Organización Industrial, Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Matemáticas y en el Máster en Ingeniería Industrial, se interesaron por la aplicación de la innovación docente en el aula. Debido a esto, comenzaron a aplicar la Metodología de Aprendizaje Activo Basado en Problemas (ABP), principalmente en sus clases prácticas. El ABP es un método institucional en el que el aprendizaje de los estudiantes se centra en un problema complejo que no tiene una sola respuesta correcta (Hmelo-Silver, 2004). Con este enfoque, que considera al alumno como protagonista del proceso de aprendizaje, el alumno debe resolver los problemas propuestos a partir de sus conocimientos previos de la materia. Los estudiantes deben investigar, buscar información, comprender e integrar los conceptos de la asignatura para poder resolver el problema. Además, han incluido otras estrategias en el aula, como el Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI) y los enfoques *STEM* (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), dando lugar a publicaciones como (Montero García et al., 2015; Muñoz-Rujas et al., 2019; Saiz-Manzanares et al., 2021; Muñoz-Rujas et al., 2022).

También colabora con investigadores de la Universidad del País Vasco en el ámbito de la innovación docente, habiendo sido presentadas algunas publicaciones en ediciones previas del Congreso Internacional de Innovación Educativa en Edificación (CINIE), en 2021 (Martín-Garín et al., 2021) y 2023 (Millán-García et al., 2023).

Aprovechando las oportunidades que ofrecen los Convenios de Colaboración firmados por la Universidad de Burgos y otras universidades líderes a nivel mundial, el Grupo de Investigación en Ingeniería Energética comenzó a colaborar con profesores e investigadores de universidades extranjeras, centrándose en la promoción de acciones de desarrollo y la producción de material didáctico, con el objetivo de mejorar los conocimientos de los estudiantes en temas como la eficiencia energética y la sostenibilidad en la edificación y la industria. El intercambio de estudiantes y profesores permitió conocer de primera mano cómo se gestionan e imparten estas asignaturas en otros

países. Actualmente, la colaboración se establece con tres universidades, dos de ellas ubicadas en Marruecos (Universidad *Abdelmalek Essaâdi*) (Abdelmalek Essaâdi University, 1989) y (Universidad *Chouaïb Doukkali*) (Chouaïb Doukkali University, 1985), y la tercera en Corea del Sur (Universidad Nacional de *Pusan*) (Pusan National University, 1946).

Las acciones de cooperación internacional llevadas a cabo con estas tres universidades, con el objetivo de mejorar la docencia y la investigación en materias relacionadas con la eficiencia energética y la sostenibilidad en la edificación y la industria, han cumplido con los objetivos marcados en los acuerdos y memorando de entendimiento (MOU).

El contexto de las acciones colaborativas está directamente relacionado con los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas (United Nations, 2015). Es un plan de acción en favor de los pueblos, el planeta y la prosperidad, destinado también a fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia. Está estructurado en torno a 17 Objetivos con 169 Metas integradas e indivisibles que abarcan los ámbitos económico, social y medioambiental. Estos objetivos han sido incorporados a la legislación española a través de la Agenda 2030 (Government of Spain, 2015).

Las acciones conjuntas tienen como objetivo lograr una educación de calidad basada en valores sociales, ambientales y de defensa de los derechos humanos (Hales y Birdthistle, 2022). Asimismo, adopta una posición activa hacia la cooperación internacional en la defensa de la igualdad de género, con el objetivo de lograr un protagonismo real de las mujeres en la educación superior (Leal Filho et al., 2023; Ávila y Tiana, 2021).

En línea con los principios que sustentan los objetivos de investigación de los tres centros universitarios, la colaboración también se orienta a reforzar el compromiso social con el fomento de las energías renovables respetuosas con el medio ambiente y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a la descarbonización del sistema energético de acuerdo con los postulados programáticos del Acuerdo de París (Küfeoğlu, 2022; European Union, 2016). Del mismo modo, apuesta por la innovación industrial y la promoción y desarrollo de infraestructuras sostenibles que vertebran los

territorios, creando empleo de calidad en un entorno sostenible basado en la Economía Circular de los Residuos (Kumar et al., 2021).

Un referente importante en las acciones colaborativas fue la estrategia de considerar la ingeniería como una herramienta para la integración de entornos urbanos y rurales, creando espacios sostenibles con una adecuada gestión de los recursos naturales, el tratamiento de residuos y el fomento de las energías renovables, así como una red de comunicaciones que vincule los territorios (Kellison, 2022; Pérez Del Hoyo et al., 2021). Por último, se compromete a hacer frente al cambio climático promoviendo la investigación y la transferencia de conocimiento en el ámbito del ahorro energético y la sostenibilidad desde la educación superior (Schneider et al., 2019) y a dotar de recursos suficientes para hacer realidad la colaboración internacional, movilizándolo a los agentes públicos y privados que la hacen posible, con el objetivo de lograr la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible (Peyser y D'Esposito, 2021).

Este trabajo muestra algunas de las acciones colaborativas llevadas a cabo por el profesorado del Grupo iENERGÍA, con el objetivo de poner de manifiesto la importancia de establecer líneas de trabajo compartidas con otras realidades sociales y culturales, fomentando las relaciones interculturales y el progreso científico mutuo. De esta forma, la docencia universitaria y la investigación se convierten en referentes para conseguir un mundo socialmente más justo y respetuoso con el medio ambiente.

1. METODOLOGÍA Y CONTEXTOS DE COLABORACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS Y OTRAS UNIVERSIDADES

La Universidad de Burgos (España) tiene convenios de colaboración con numerosas universidades de todo el mundo. En el ámbito de aplicación de este documento, se ha establecido una colaboración entre la Universidad *Abdelmalek Essaâdi* de *Tétouan*, y la Universidad *Chouaïb Doukkali* de *El Jadida*, ambas en Marruecos, y la Universidad de *Pusan*, en Corea del Sur. A continuación, se hace una breve referencia a cada una de ellas, así como a los convenios establecidos con la Universidad de Burgos.

1.1. COOPERACIÓN CON LA UNIVERSIDAD ABDELMALEK ESSAÂDI

La Universidad *Abdelmalek Essaâdi (Tétouan)*, Marruecos, es un centro de educación superior en ingeniería, creado en 1989. Según su declaración institucional (Abdelmalek Essaâdi University, 1989), su misión es actuar como motor del desarrollo socioeconómico y cultural de la región de *Tangier – Tétouan – Al Hoceima*, ofreciendo una formación competitiva y una investigación de alto nivel para apoyar la dinámica socioeconómica de esta región, que se caracteriza por sus actividades industriales, portuarias, logísticas, turísticas, agrícolas, comerciales, pesqueras y acuícolas. Este propósito requiere de una oferta universitaria en cuanto a formación e investigación adaptada al mismo.

La Universidad cuenta con diez facultades en las ciudades de *Tétouan, Tangier, Larache, Al Hoceima* y *El Kébir*, y seis escuelas de ingeniería en las ciudades de *Tangier, Tétouan* y *Al Hoceima*. Además, se espera que pronto se abran cinco nuevas facultades en algunas de las ciudades mencionadas, así como en *Chefchaouen* y *Ouezzane*, y dos nuevas escuelas de ingeniería en *Tétouan* y *Al Hoceima*. Esta Universidad está clasificada como la mejor universidad marroquí, y una de las más visitadas de África, según el *Ranking Web of Universities* (Ranking Web of Universities, 2024).

La Facultad de Ciencias, en la que se llevan a cabo las actividades de cooperación, se encuentra en la ciudad de *Tétouan*. La estructura y titulaciones son muy similares a aquellas en las que participa el Departamento de Ingeniería Electromecánica de la Universidad de Burgos.

En 2012, la Universidad de Burgos y la Universidad *Abdelmalek Essaâdi* firmaron un Convenio Marco de Colaboración para la Cooperación Académica, Científica y Cultural. Los objetivos de colaboración del Convenio se limitaron a la planificación y ejecución de políticas de desarrollo regional sostenible basadas en la formación compartida de profesores y estudiantes, la participación conjunta en Proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico, el intercambio de estudiantes en Programas de Formación de Postgrado (Máster y Doctorado) o Programas de Prácticas, entre otros.

El Convenio hace especial hincapié en los Programas de Innovación Docente orientados al desarrollo de Recursos Educativos Abiertos en Ingeniería, haciendo referencia tanto al equipamiento experimental

de los laboratorios como a los recursos para la creación de materiales didácticos.

1.2. COOPERACIÓN CON LA UNIVERSIDAD *CHOUAÏB DOUKKALI*

La Universidad *Chouaïb Doukkali* fue fundada en 1985 junto a la ciudad de *El Jadida*, en la región de *Doukkala-Abda* (Chouaïb Doukkali University, 1985). En sus inicios, la Universidad de *Chouaïb Doukkali* tenía dos facultades, la Facultad de Ciencias y la Facultad de Letras. Hoy en día, la Universidad *Chouaïb Doukkali* cuenta con seis facultades, siendo la *École Nationale des Sciences Appliquées de El Jadida (ENSAJ)* uno de sus establecimientos universitarios más notables. *ENSAJ* fue fundada en 2008. Esta universidad también está bien clasificada entre las universidades marroquíes, según la clasificación *Ranking Web of Universities* (Ranking Web of Universities, 2024).

Como recoge su declaración institucional (Chouaïb Doukkali University, 1985), su misión es vincularse esencialmente con las principales industrias de la región. Para alcanzar este objetivo, la *ENSAJ* está interesada en la mejora de la capacidad docente de sus jóvenes profesores, con el fin de formar ingenieros. Del mismo modo, la *ENSAJ* pretende contribuir a incrementar la industrialización de la región, a incrementar los ingresos económicos, así como a promover el desarrollo social y el empleo de la región.

En 2014, la Universidad de Burgos y la Universidad *Chouaïb Doukkali*, establecieron un Convenio Marco de Colaboración para promover actividades de colaboración entre ambas comunidades universitarias en el ámbito de la docencia, la investigación, el fomento de la cultura y la búsqueda de la calidad y la excelencia. En el contexto de este Acuerdo Marco, se han llevado a cabo muchas actividades, incluyendo el intercambio de profesores y estudiantes, la publicación compartida de investigaciones científicas y el desarrollo de Proyectos de Investigación colaborativos.

Este Convenio Marco se ha desarrollado entre centros de ambas Universidades. La Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos y la *École Nationale des Sciences Appliquées de El Jadida (ENSAJ)* establecieron una estrategia de colaboración a través de la firma del Acuerdo Específico de Innovación Docente para la Transición del Laboratorio a los Recursos Educativos Digitales Abiertos en Ingeniería.

La colaboración entre estas dos escuelas técnicas ha implicado el intercambio de estudiantes, investigadores en formación y la difusión de los resultados de la investigación en congresos nacionales e internacionales y en publicaciones de alto impacto.

1.3. COOPERACIÓN CON LA UNIVERSIDAD DE *PUSAN*

La Universidad Nacional de *Pusan*, también llamada Universidad Nacional de *Busan*, se estableció en 1946 en la ciudad de *Busan*, y es una de las diez mejores universidades de Corea del Sur. La Universidad Nacional de *Pusan* comenzó inicialmente con dos facultades (Pusan National University, 1946), la Facultad de Humanidades y la Facultad de Pesca, que comprenden hoy en día cuatro campus, quince colegios, cuatro escuelas profesionales de posgrado y cinco escuelas especiales de posgrado, que cubren todas las disciplinas principales. Su ideología proclama la verdad, la libertad y la dedicación. La Universidad Nacional de *Pusan* forma parte del *PICEE* (Centro de Innovación para la Educación en Ingeniería de la Universidad Nacional de *Pusan*), que comprende catorce universidades de la región sudoriental de Corea del Sur. La misión de *PICEE* incluye el auto posicionamiento, la vía de cursos cooperativos entre la industria y la academia, el apoyo a la acreditación educativa de ingeniería, el aprendizaje de servicios de ingeniería, la educación en ingeniería K-12, el aprendizaje basado en problemas en la educación en ingeniería y la educación de convergencia (Youngbong et al., 2017).

En 2016, la Universidad de Burgos y la Universidad de *Pusan*, acordaron un Memorándum de Entendimiento (MOU), con el objetivo de establecer acuerdos de colaboración e intercambio tanto en el ámbito docente como administrativo, intercambio de estudiantes o acciones conjuntas de investigación.

2. RESULTADOS DE LAS ACCIONES DE COOPERACIÓN

En primer lugar, cabe destacar que el Grupo de Investigación en Ingeniería Energética (iENERGÍA) ha desarrollado actividades de cooperación con Universidades marroquíes previas a la firma de los Convenios de Colaboración suscritos por la Universidad de Burgos. Estas actividades se llevaron a cabo en el ámbito de la formación universitaria vinculada a la ingeniería, el desarrollo y la sostenibilidad en el contexto de Proyectos de Cooperación, Tesis Doctorales, estancias de

investigación y difusión de la investigación en congresos y revistas científicas de impacto.

En la Tabla 1 se muestran las actuaciones llevadas a cabo por el Grupo de Investigación en Ingeniería Energética (iENERGÍA) con la Universidad *Abdelmalek Essaâdi*, con anterioridad a la firma del convenio de colaboración en 2012 con la Universidad de Burgos. A continuación, se hace una retrospectiva de los hitos más importantes desarrollados con las tres Universidades de referencia desde la firma de los Convenios de Colaboración, con referencia específica a las actividades singulares destacadas en cada caso.

Tabla 1: Acciones previas llevadas a cabo con la Universidad *Abdelmalek Essaâdi*

PARTICIPANTES	TIPO DE ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Profesor de la Facultad de Ciencias	Proyecto de cooperación 2011-2013	"Programa integrado de aprovechamiento energético de biomasa y biocarburantes para la producción de energía útil de bajo impacto ambiental". IP: E. Montero Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AP/041072/11). 2011-2013.
Profesor de la Facultad de Ciencias	Tribunal de Tesis Doctorales (Mención Doctorado Internacional) 2011	Tesis de F. Alaoui <i>Experimental investigation of thermodynamic properties of mixing enthalpy and density in multicomponent systems of oxygenated additives and hydrocarbons in biofuels with low environmental impact.</i> Director: E. Montero 06/06/2011
Profesor de la Facultad de Ciencias	Estancia de investigación en el Departamento de Ingeniería Electromecánica 2011	Universidad de Burgos - Vicerrectorado de Investigación. Programa de Investigadores Visitantes 2011 Estancia 03/10/2011 a 22/12/2011

2.1. RESULTADOS DE LA COOPERACIÓN CON LA UNIVERSIDAD ABDELMALEK ESSAÂDI

Desde la firma del Convenio de Colaboración en 2012 entre la Universidad de Burgos y la Universidad *Abdelmalek Essaâdi*, las acciones de

colaboración entre ambas Universidades han sido numerosas, principalmente referidas al intercambio de profesores y estudiantes entre ambas entidades o a la difusión de resultados de investigación en congresos internacionales o revistas científicas. En la Tabla 2 se muestran las otras acciones llevadas a cabo con la Universidad *Abdelmalek Essaâdi* tras la firma del convenio de colaboración en 2012.

Tabla 2: Acciones posteriores llevadas a cabo con la Universidad *Abdelmalek Essaâdi*

PARTICIPANTES	TIPO DE ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Profesor de la Facultad de Ciencias	Congreso de investigación 2012	M. Dakkach, F. Aguilar, F. Alaoui, E. Montero, "Density measurements under pressure of di-isopropyl ether at temperatures up to 393.15 K and at pressures up to 70 MPa", 22 nd IUPAC International Conference on Chemical Thermodynamics ICCT 2012, Búzios, Brazil, 05/08/12 a 10/08/12.
Profesor de la Facultad de Ciencias	Congreso de investigación 2012	F. Alaoui, F. Aguilar, M.J. Gonzalez-Fernandez, A. El Amarti, E. Montero, "New oxygenated additives in bio-fuels: excess enthalpies of mixtures 1-propanol + methylcyclohexane or + 1-hexene at 298.15 and 313.15 K", 26 th European Symposium on Applied Thermodynamics, ESAT 2012, Potsdam, Germany, 2012.
Profesor de la Facultad de Ciencias	Congreso de investigación 2012	M. Dakkach, F. Aguilar, F. Alaoui, E. Montero, "Density measurements under pressure of 2-butanol at temperatures up to 393.15 K and at pressures up to 70 MPa", 26 th European Symposium on Applied Thermodynamics, ESAT 2012, Potsdam, Germany, 2012.
Profesor de la Facultad de Ciencias	Estancia de investigación en el Departamento de Ingeniería Electromecánica 2013	Proyecto "Combustibles ambientalmente sostenibles: Caracterización termo física de mezclas de biocombustibles líquidos y gaseosos con hidrocarburos convencionales de referencia" IP: E. Montero

		Ministerio de Ciencia e Innovación, Subdirección General de Proyectos de Investigación (Project ENE2009-14644-C02-02), 2010-2013. Estancia 15/01/2013 a 30/04/2013
Profesor de la Facultad de Ciencias	Congreso de investigación 2013	F.E.M. Alaoui, F. Aguilar, M.J. González-Fernández, A. el Amarti, E. Montero, "Oxygenated additives in bio-fuels: excess enthalpies of mixtures di-butyl ether + 1-propanol + heptane or + cyclohexane at 298.15 and 313.15 K", 39th Joint European days on Equilibrium between Phases JEEP 2013, Nancy, France, 2013.
Profesor de la Facultad de Ciencias	Congreso de investigación 2013	M. Dakkach, F. Alaoui, C. Chamorro, F. Aguilar, E. Montero, "Density measurements under pressure of 1-heptanol at temperatures up to 393.15 K and at pressures up to 140 MPa", 23 rd Thermodynamics 2013, Manchester (United Kingdom), 03/09/2013 a 06/09/2013.
Profesor de la Facultad de Ciencias	Congreso de investigación 2013	F. Alaoui, F. Aguilar, M. J. González-Fernández, J. M. García-Alonso, A. El Amarti, C. Chamorro, E. Montero, "New oxygenated additives in bio-fuels: excess enthalpies of binary mixtures 1-propanol + heptane or 2,2,4 trimethylpentane at 298.15 and 313.15 K", 23 rd Thermodynamics 2013, Manchester (United Kingdom), 03/09/2013 a 06/09/2013.
Profesor de la Facultad de Ciencias – Grupo iENERGÍA (UBU)	Publicaciones conjuntas de artículos de investigación	Publicación de más de 8 artículos de investigación en revistas de alto impacto, fruto de la colaboración entre ambas Universidades.
Doctorando de la Facultad de Ciencias	Estancia de investigación (6 meses) 2017 - 2018	Estancia de investigación en el laboratorio del Grupo de Investigación iENERGÍA. El objetivo de esta investigación fue determinar las propiedades físicas (densidad, propiedades derivadas) de fluidos puros y mezclas de hidrofluoréteres (HFEs), para su uso como fluidos refrigerantes y de transferencia de calor con bajo impacto ambiental.

Doctorando de la Facultad de Ciencias	Publicación de artículo de investigación 2018	Mouna Darkaoui, Natalia Muñoz-Rujas, Fernando Aguilar, Ahmed El Amarti, Mohamed Dakkach, Eduardo A. Montero, <i>"Liquid Density of Mixtures of Methyl Nonafluorobutyl Ether (HFE-7100) + n-Heptane at Pressures up to 80 MPa and Temperatures from 298.15 to 393.15 K"</i> .
Doctorando de la Facultad de Ciencias	Congreso de investigación 2018	Mouna Darkaoui, Natalia Muñoz-Rujas, Ahmed El Amarti, Fernando Aguilar, Mohamed Dakkach, Eduardo Montero, <i>"High pressure and high temperature volumetric properties of the binary system HFE-7100 + methanol"</i> .
Profesor de la Facultad de Ciencias – Grupo iENERGÍA (UBU)	Congreso de investigación 2020	Mohammed Amine, Merzougui, Rachid Janati-Idrissi, Mohamed Dakkach, Mourad Madrane, Mohammed Laafou, Fernando Aguilar, <i>"Towards an innovative learning of chemical and enzymatic catalysis for Moroccan secondary students"</i> , ICEUTE International Conference on Teaching Innovation.
Doctorando de la Facultad de Ciencias	Estancia de investigación (6 meses) 2021-2022	Estancia de investigación en el Laboratorio de Ingeniería Energética. Esta investigación se centró principalmente en la determinación de las propiedades termo físicas de las mezclas de biocombustibles, utilizadas para reducir el impacto ambiental.
Doctorando de la Facultad de Ciencias	Estancia de investigación (Programa Erasmus, 5 meses) 2022-2023	Estancia de investigación en el Laboratorio de Ingeniería Energética. Esta investigación se centró principalmente en la determinación de las propiedades termo físicas de las mezclas de biocombustibles, utilizadas para reducir el impacto ambiental.
Doctorando de la Facultad de Ciencias	Estancia de investigación (Programa Erasmus, (5 meses) 2022-2023	Estancia de investigación en el Laboratorio de Ingeniería Energética. Esta investigación se centró principalmente en la determinación de las propiedades termo físicas de mezclas de aceites esenciales artesanales que fueron obtenidos por comunidades rurales de Marruecos.

Una de las acciones colaborativas que mayor impacto ha tenido ha sido la estancia de dos profesores-investigadores del Grupo de Investigación en Ingeniería Energética (iENERGÍA) en la Facultad de Ciencias de *Tétouan*, en el mes de noviembre de 2021.

Continuando con las líneas de trabajo desarrolladas por profesores del mismo grupo de investigación en estancias anteriores, se programaron dos experiencias educativas aplicando Metodologías de Aprendizaje Activo Basado en Problemas a la docencia de ingeniería, utilizando el Aprendizaje Cooperativo entre estudiantes, con la supervisión y seguimiento de los profesores. Pero el desarrollo del Proyecto de Colaboración se vio condicionado por la evolución de la pandemia de COVID-19 en Marruecos, lo que hizo necesario reorientar la estrategia formativa, evitando el trabajo en grupo. Por ello, estas dos actividades fueron sustituidas por conferencias sobre investigaciones realizadas en el ámbito de la sostenibilidad, la eficiencia energética en edificios y el almacenamiento de energía, de acuerdo con los postulados de las Directivas de la Unión Europea (Figura 1).



Figura 1: Dr. Raúl Briones Llorente y Dr. Gabriel Rubio Pérez durante las conferencias
Fuente. iENERGÍA

2.2. RESULTADOS DE LA COOPERACIÓN CON LA UNIVERSIDAD *CHOUAÏB DOUKKALI*

Desde la firma del Convenio Marco en 2014 con la Universidad de *Chouaïb Doukkali*, se han llevado a cabo varias actividades de intercambio de estudiantes y profesores. Del mismo modo, se han llevado

a cabo otras acciones, como publicaciones educativas, y formación del personal. Todas las acciones que se llevaron a cabo durante el período 2014 – 2018 se incluyeron en una comunicación de un congreso (Muñoz-Rujas et al., 2018). En la Tabla 3, se recogen las actividades llevadas a cabo entre la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos, y la *École des Sciences Appliquées de El Jadida*, de la Universidad *Chouaïb Doukkali*.

Tabla 3: Acciones llevadas a cabo con la *École des Sciences Appliquées de El Jadida* (ENSAJ, Universidad *Chouaïb Doukkali*). Parte de la información proviene de (Muñoz-Rujas et al., 2018).

TIPO DE ACCIÓN	AÑO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Intercambio de estudiantes de grado de Marruecos a España	2014	2 estudiantes	1 mes Convenio <i>Ecole Nationale des Sciences Appliquées El Jadida</i> / Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos. Financiado por la Universidad <i>Chouaïb Doukkali</i>
Intercambio de estudiantes de grado de Marruecos a España	2015	2 estudiantes	1 mes Convenio <i>Ecole Nationale des Sciences Appliquées El Jadida</i> / Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos. Financiado por la Universidad <i>Chouaïb Doukkali</i>
Intercambio de estudiantes de grado de Marruecos a España	2016	2 estudiantes	1 mes Convenio <i>Ecole Nationale des Sciences Appliquées El Jadida</i> / Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos. Financiado por la Universidad <i>Chouaïb Doukkali</i>
Intercambio de estudiantes de grado de Marruecos a España	2017	2 estudiantes	1 mes Convenio <i>Ecole Nationale des Sciences Appliquées El Jadida</i> / Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos. Financiado por la Universidad <i>Chouaïb Doukkali</i>

Trabajo de fin de carrera, de España a Marruecos	2016	1 estudiante	1 semana Convenio <i>Ecole Nationale des Sciences Appliquées El Jadida</i> / Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos. Financiado por la Universidad de Burgos
Estudiante de Máster de Marruecos a España	2018	1 estudiante	4 meses Convenio <i>Ecole Nationale des Sciences Appliquées El Jadida</i> / Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos
Doctorando de Marruecos a España	2019	1 estudiante	1 mes Convenio <i>Ecole Nationale des Sciences Appliquées El Jadida</i> / Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos
Publicaciones educativas	2013	1 artículo	Artículo sobre educación internacional en ingeniería
Conferencias Internacionales sobre enseñanza de la ingeniería	2011	1	Contribución oral/póster
Conferencias internacionales sobre enseñanza de la ingeniería	2012	3	Contribución oral/póster
Conferencias internacionales sobre enseñanza de la ingeniería	2014	1	Contribución oral/póster
Conferencias internacionales sobre enseñanza de la ingeniería	2015	1	Contribución oral/póster
Conferencias internacionales sobre enseñanza de la ingeniería	2017	1	Contribución oral/póster
Capacitación del personal en educación en ingeniería	2014	1 curso	Curso de Aprendizaje Basado en Problemas en cursos de ingeniería 14 asistentes, docentes de la <i>Ecole Nationale des Sciences Appliquées El Jadida</i>

			Financiado por la Universidad de Burgos Programa de Cooperación para el Desarrollo
Cursos de pregrado en temas de ingeniería	2014	2 cursos	1 curso de seguridad eléctrica y seguridad en laboratorios químicos 1 curso de eficiencia energética en edificios 40 asistentes, estudiantes de la Escuela Nacional de Ciencias Aplicadas <i>El Jadida</i> Financiado por la Universidad de Burgos Programa de Cooperación para el Desarrollo
Cursos de pregrado y capacitación del personal en temas de ingeniería	2016	2 cursos	1 curso de Aprendizaje Basado en Problemas: determinación experimental de la conductividad térmica 9 asistentes, estudiantes 1 curso de fluidos refrigerantes nuevos 12 asistentes, estudiantes y profesores <i>Ecole Nationale des Sciences Appliquées El Jadida</i> Financiado por la Universidad de Burgos Programa de Cooperación para el Desarrollo

Desde el año 2014, dos estudiantes de la *ENSAJ* fueron acogidos en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos para realizar una estancia de formación de Grado, a través de los correspondientes convenios de cooperación educativa. Este intercambio continuó hasta 2017 con dos estudiantes diferentes cada año. En octubre de 2014 se llevó a cabo un Proyecto de Cooperación al Desarrollo Universitario, financiado por el Centro de Cooperación y Acción Solidaria de la Universidad de Burgos, en la sede de la *École des Sciences Appliquées* de *El Jadida*. A través de este proyecto, dos profesores del Departamento de Ingeniería Electromecánica de la Universidad de Burgos desarrollaron un proyecto para mejorar la docencia en ingeniería

con acciones para profesores y alumnos, basado en el Aprendizaje Basado en Problemas y la seguridad eléctrica en los laboratorios de ingeniería.

Posteriormente, en 2016, tuvo lugar en la *ENSAJ* otro Proyecto de Cooperación para el Desarrollo, financiado una vez más por el Centro de Cooperación y Acción Solidaria. En este caso, un profesor del Departamento de Ingeniería Electromecánica impartió un curso de Aprendizaje Basado en Problemas sobre conductividad térmica en diferentes materiales, y un segundo curso sobre nuevos fluidos refrigerantes. Ambos cursos estaban destinados a estudiantes de Máster y Doctorado, así como a profesores.

Al finalizar cada uno de los Proyectos de Cooperación para el Desarrollo, se llevó a cabo una reunión con los responsables y profesores de los departamentos, con el fin de establecer nuevas actividades entre las dos Universidades.

En cuanto al Convenio Específico "Transición del laboratorio a los Recursos Educativos Abiertos en Ingeniería", el resultado más reciente de este convenio de colaboración es la publicación de un *e-book* titulado "Ingeniería Termodinámica. Ecuación térmica del estado de los fluidos por experimentación" (Muñoz Rujas et al., 2021). La edición incluye los contenidos en español, inglés y francés, para facilitar su uso entre estudiantes universitarios de diferentes países. En este libro, se explica experimentalmente la interdependencia de las propiedades de presión, volumen y temperatura en los fluidos a través de un estudio de caso en el que los estudiantes pueden visualizar conceptos teóricos de forma práctica.

La Figura 2 muestra una visión general de los aparatos experimentales utilizados.

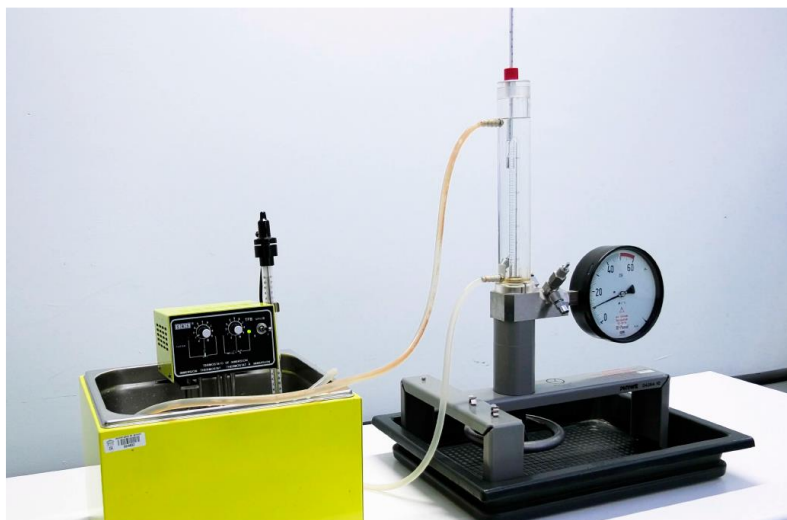


Figura 2: Vista general del aparato experimental
Fuente. iENERGÍA

Con estos mismos contenidos se han producido cuatro vídeos docentes en español, inglés, francés y árabe, que también están alojados en *YouTube* y en el Repositorio Institucional de la Universidad de Burgos (University of Burgos, 2021). El público objetivo de estos vídeos es principalmente estudiantes de Ingeniería o de cualquier Grado en Ciencias. Además, se ha creado un sitio *web* (University of Burgos, 2021). llamado "Del laboratorio a los recursos digitales abiertos en ingeniería energética", con información educativa sobre energía, termodinámica, eficiencia y sostenibilidad. La *web* también incluye los enlaces a los vídeos mencionados, así como ejercicios de autoevaluación relacionados con la información proporcionada en los vídeos.

A la vista de todas las acciones y resultados obtenidos a expensas de la colaboración de estas dos Universidades, se pretende continuar con la progresión, que actualmente se encuentra en la producción de más vídeos educativos en diferentes idiomas sobre temas de eficiencia energética. La pandemia de COVID-19 ha afectado el intercambio de estudiantes de las dos universidades desde que hubo un cierre de fronteras entre ambos países hasta mediados de 2022. El objetivo es reiniciar la promoción del intercambio de estudiantes para continuar con la movilidad.

2.3. RESULTADOS DE LA COOPERACIÓN CON LA UNIVERSIDAD DE PUSAN

El Memorando de Entendimiento firmado con esta Universidad ha supuesto la participación de la Universidad de Burgos en dos ediciones del Proyecto Educativo Internacional *Smile Project*. El programa que involucra el Proyecto *Smile*, Proyecto *BEE* (*Beyond Engineering Education*), está gestionado por el Consorcio del Centro de Innovación para la Educación en Ingeniería de la Universidad Nacional de Pusan (PNU). *Smile Project*, que nació en 2009, es un proyecto de educación internacional para estudiantes de ingeniería, arquitectura y ciencias, e implica actividades de voluntariado que incluyen ayuda y apoyo a las comunidades locales en países en desarrollo (Younghong et al., 2017). Estudiantes de diferentes nacionalidades y conocimientos desarrollan una solución para un problema específico en una comunidad de un país con un índice de desarrollo bajo o medio. A los estudiantes se les da una cantidad limitada de dinero y una semana para llegar a una solución al problema. Cada estudiante debe tener uno o más roles en el equipo: comunicación, logística, contabilidad, etc.

El lema del Proyecto *Smile*, "Hacer sonreír a los locales basándose en el apoyo técnico", es el lema del proyecto de diseño (Pusan National University, 2017). Durante el desarrollo del proyecto se promueve la creación de equipos de trabajo colaborativos, estudiando la personalidad de los alumnos para conseguir grupos perfectamente estructurados. Al hacerlo, las habilidades de cada miembro del grupo se complementan entre sí. Por otro lado, se fomenta el diálogo y la cooperación con el fin de encontrar soluciones eficientes a los problemas propuestos, aprendiendo a establecer estrategias de trabajo orientadas a la consecución de objetivos compartidos. Uno de los motores del éxito de estos grupos de trabajo es la interacción entre los miembros a través del diálogo y el intercambio de puntos de vista y opiniones.

La Universidad de Burgos participó en dos ediciones del Proyecto *Smile*. La primera edición, que tuvo lugar del 8 al 15 de junio de 2016, en el pequeño pueblo de *Ksar-Sghir*, cerca de *Tangier*, en el norte de Marruecos, fue organizada por la Universidad Nacional de Pusan y la Universidad *Chouaib Doukkali*. La Universidad de Burgos participó como invitada enviando a un profesor del Grupo de Ingeniería de la Energía, que actuaría como gestor de uno de los cuatro grupos de estudiantes. La Figura 3 muestra una solución dada por un equipo en *Ksar-Sghir*: un extensor de chimenea para una panadería.



Figura 3: Extensor de chimenea para una panadería
Fuente. iENERGÍA

En la segunda edición, que tuvo lugar del 23 de julio al 2 de agosto de 2017 en *Ben Smime*, un pueblo de *Ifrane*, en el centro de Marruecos, la Universidad de Burgos participó como organizadora junto con la Universidad Nacional de *Pusan* y la Universidad *Chouaïb Doukkali*. En esta edición, la Universidad de Burgos envió a cinco estudiantes de ingeniería y a un profesor que ejerció de gerente de uno de los equipos (Youngbong et al., 2017). La Figura 4 muestra una solución adoptada por uno de los equipos: la creación de tarjetas de visita, para mejorar la estrategia de marketing de una fábrica de alfombras.



Figura 4: Aparición de la tarjeta de visita de la cooperativa de alfombras de *Tahadi*
Fuente. iENERGÍA

Al final de cada edición, los estudiantes y directivos debían redactar un informe recogiendo las experiencias y opiniones sobre las soluciones adoptadas, así como las lecciones aprendidas. En la mayoría de los casos, los participantes informaron que el aprendizaje surgió de la combinación de diferentes nacionalidades. Evaluaron positivamente el hecho de tener que administrar el dinero y el tiempo dado para llegar a la solución. De la misma manera, y como punto a favor, los participantes informaron que una de las cosas más importantes del Proyecto *Smile* era ver sonreír a la gente local. Por otro lado, el choque cultural de estar en otro país con recursos limitados fue importante para algunos estudiantes en algunos aspectos. Es interesante preparar previamente a los estudiantes para este choque cultural. Estas actividades de Cooperación para el Desarrollo han reforzado las relaciones entre las tres Universidades participantes. Se espera una mayor participación en más ediciones en otros países, como Indonesia, en la que se han realizado otras ediciones, pero sin la participación de la Universidad de Burgos.

3. CONCLUSIONES

Los convenios de colaboración entre universidades de diferentes países permiten acercar culturas y compartir objetivos, tanto en actividades docentes como de investigación, contribuyendo al progreso del conocimiento y al desarrollo científico.

El Grupo de Investigación en Ingeniería Energética (iENERGÍA) de la Universidad de Burgos siempre ha estado motivado por conocer otras formas de enseñar e investigar con el fin de alcanzar la excelencia, especialmente en el ámbito del medio ambiente y las energías renovables, compartiendo experiencias y facilitando el intercambio científico y cultural.

En conclusión, las experiencias anteriormente descritas han conseguido alcanzar los objetivos programáticos de los Convenios de Colaboración suscritos por la Universidad de Burgos con otras Universidades:

- Ha contribuido a la formación del profesorado y del alumnado de la Universidad *Abdelmalek Essaâdi de Tétouan* y de la Universidad *Chouaib Doukkali de El Jadida*, ambas en Marruecos, especialmente en disciplinas relacionadas con las tecnologías energéticas, de forma que la mejora de la formación de sus alumnos contribuya al desarrollo económico y social sostenible de su región.
- Las Metodologías de Aprendizaje Activo se han aplicado en los estudios de ingeniería, demostrando su eficacia en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes.
- Se han desarrollado actividades específicas de formación en ciencia, tecnología e investigación para estudiantes y profesores.
- Se ha capacitado a docentes y técnicos de laboratorio en prevención y seguridad aplicada a actividades de ciencia y tecnología.
- En el ámbito de la investigación, se ha llevado a cabo una amplia actividad divulgativa a través de contribuciones científicas a congresos y publicaciones en revistas científicas de referencia relacionadas con la energía, la sostenibilidad y el medio ambiente.
- En relación con las actividades de Cooperación al Desarrollo, se ha contribuido a sensibilizar sobre las necesidades de otras

comunidades, así como sobre la capacidad de resolución de problemas y las habilidades económicas y de gestión del tiempo de estudiantes de diferentes nacionalidades.

Como observación final, cabe destacar que las actividades de investigación, docencia, gestión y transferencia de conocimiento han contribuido a la integración de las universidades con su entorno social y económico, a través de la participación de profesores y estudiantes en actividades de Cooperación al Desarrollo, en un país con una importante proyección social y económica, con especiales relaciones con la Unión Europea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelmalek Essaâdi University. (1989). Recuperado de <https://uae.ma/website/>
- Ávila, G. D. S. G. L., y Tiana, S.A. (2021). Gender Equality and Education as Core Components of the 2030 Agenda. *Revista Mexicana de Política Exterior*, 118, 67-79. Recuperado de <https://revistadigital.sre.gob.mx/index.php/rmpe/article/view/34>
- Chouaib Doukkali University. (1985). Recuperado de <https://www.ucd.ac.ma/en/>
- Energy Engineering Research Group (iENERGÍA). (1996). Recuperado de <https://www.ubu.es/energy-engineering-research-group-ienergia/>
- European Union. Council of the European Union. (2016). Paris Agreement on climate change. Recuperado de <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/climate-change/paris-agreement/>
- Government of Spain. (2015). Agenda 2030. Recuperado de <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/index.htm>
- Hales, R., y Birdthistle, N. (2022). The Sustainable Development Goals–SDG# 4 Quality Education. *Attaining the 2030 Sustainable Development Goal of Quality Education*, Emerald Publishing Limited, Leeds, 1-8. Recuperado de <https://doi.org/10.1108/978-1-80382-475-820221001>

- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-based learning: what and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16, 235-266.
- Kellison, T. (2022). An overview of sustainable development goal 11. *Routledge (Ed.), The Routledge handbook of sport and sustainable development, Oxfordshire*, 261-275, ISBN 978-0-367-90353-4.
- Küfeoğlu, S. (2022). SDG-7 Affordable and Clean Energy. *Emerging Technologies: Value Creation for Sustainable Development, Springer International Publishing, Cham*, 305-330. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-3-031-07127-0_9
- Kumar, R., Verma, A., Shone, A., Sinha, R., Sinha, S., Jha, P.K., et al. (2021). Impacts of plastic pollution on ecosystem services, sustainable development goals, and need to focus on circular economy and policy interventions. *Sustainability*, 13(17), 9963. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/su13179963>
- Leal Filho, W., Kovaleva, M., Tsani, S., Țîrcă, D.M., Shiel, C., Dinis, M. A. P., et al. (2023). Promoting gender equality across the sustainable development goals. *Environment, Development and Sustainability*, 25, 14177-14198. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02656-1>
- Martín-Garín, A., Millán-García, J.A., Marieta-Gorriti, C., Oregi, X., Rodríguez-Vidal, I., Briones-Llorente, R., y Rodríguez-Saiz, A. (2021). An active educational approach during the TFM direction based on ESD competencies and PBL methodology through the Campus Bizia Lab Program of the UPV/EHU. *5th International Conference of Educational Innovation in Building (CINIE 2021), Madrid*, 79-80, ISBN: 9788418255335.
- Millán-García, J.A., Martín-Garín, A., Rodríguez-Vidal, I., y Briones-Llorente, R. (2023). Assisted laboratory for the teaching of thermal installations in buildings. *7th International Conference of Educational Innovation in Building (CINIE 2023), Madrid*, 56-57, ISBN: 9788418255519.
- Montero García, E., González Fernández, M.J., y Aguilar, F. (2015). Aprendizaje por investigación en prácticas de propiedades PVT de fluidos en termodinámica. *9º Congreso Nacional de Ingeniería Termodinámica, Cartagena*, 1397-1404, ISBN: 978-84-606-8931-7.

- Muñoz-Rujas, N., Alaoui, F.E.M., Rubio-Pérez, G., Lifi, M., Aguilar, F. y Montero, E. (2018). Exchanging undergraduate engineering students and lecturers: an international action between Spain and Morocco for teaching energy topics. *11th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI)*, Sevilla, 6953-6961, ISBN: 978-84-09-05948-5.
- Muñoz-Rujas, N., Diez-Ojeda, M., Greca, I.M., y Montero, E.A. (2019). Application of the engineering design process within the STEAM frame to the determination of heat capacities in liquids. *11th National and 2nd International Conference on Engineering Thermodynamics*, Albacete, 1512 – 1522, ISBN: 978-84-09-11635-5.
- Muñoz-Rujas, N., Pavani, A., Baptiste, J., y Montero, E. (2022). Enhancing engineer and engineering perception through video design in STEM education. *Proceedings in Engineering Mechanics Research, Technology and Education*, 23-37, ISBN: 978-989-910-14-87.
- Muñoz Rujas, N., Rubio Pérez, G., Lifi, M., M'Hamdi Alaoui, F.E., y Montero García, E. (2021). Ingeniería termodinámica. Ecuación de estado térmica de fluidos mediante experimentación. *First ed., Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional de la Universidad de Burgos, Burgos*. Recuperado de <https://doi.org/10.36443/9788418465048>
- Pérez Del Hoyo, R., Visvizi, A., y Mora, H. (2021). Inclusiveness, safety, resilience, and sustainability in the smart city context. *A. Visvizi, R. Pérez del Hoyo (Eds.), Smart Cities and the un SDGs, Elsevier, Amsterdam*, 15-28. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85151-0.00002-6>
- Peyser, J., y D'Esposito, S. (2021). Strengthen the Means of Implementation and Revitalize the Global Partnership for Sustainable Development. *C. Parra Rojas, B. Lewis, S.H. Ali (Eds.), Mining, Materials, and the Sustainable Development Goals (SDGs): 2030 and beyond, CRC Press, London*, 197-210, ISBN 978-0-367-81496-0.
- Pusan National University. (1946). Recuperado de <https://www.pusan.ac.kr/eng/Main.do/>

- Pusan National University. (2017). Smile Project 2017 guide. Project BEE Beyond Engineering Education. Recuperado de <https://windboy.pusan.ac.kr/group/groupViewIssue?idx=28>
- Ranking Web of Universities. (2024). Recuperado de https://www.webometrics.info/en/Ranking_africa?page=1
- Saiz-Manzanares, M.C., Marticorena-Sánchez, R., Muñoz-Rujas, N., Rodríguez-Arribas, S., Escolar-Llamazares, M.C., Alonso-Santander, N., Martínez-Martín, M.Á., y Mercado-Val, E.I. (2021). Teaching and Learning Styles on Moodle: An Analysis of the Effectiveness of Using STEM and Non-STEM Qualifications from a Gender Perspective. *Sustainability*, 13, 1166.
- Schneider, F., Kläy, A., Zimmermann, A.B., Buser, T., Ingalls, M., y Messerli, P. (2019). How can science support the 2030 Agenda for Sustainable Development? Four tasks to tackle the normative dimension of sustainability. *Sustainability Science*, 14, 1593-1604. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00675-y>
- United Nations. (2015). The 2030 Agenda for Sustainable Development. Recuperado de <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- University of Burgos. (2021). From the laboratory to the open digital resources in energy engineering. Recuperado de <https://www.ubu.es/laboratory-open-digital-resources-energy-engineering/>
- University of Burgos. (2021). PVT Arabic video. Recuperado de <https://youtu.be/NP3MfzD0eYg/>
- University of Burgos. (2021). PVT English video. Recuperado de <https://youtu.be/vYbFmuneL3Y/>
- University of Burgos. (2021). PVT French video. Recuperado de <https://youtu.be/sfmMwDZ4jVM/>
- University of Burgos. (2021). PVT Spanish video. Recuperado de <https://youtu.be/WjUXDfVVq3s/>
- Youngbong, S., O-Kaung, L., Eom, J., Alaoui, F.E.M., El Hassani, S., Muñoz-Rujas, N., y Montero, E. (2017). The Smile Project. A case study of an international engineering education project

for development. *10th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI)*, Sevilla, 562-569, ISBN: 978-84-697-6957-7.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA NO PROGRAMADORES CON KNIME: ANÁLISIS DE BIENES INMUEBLES DE LUJO

DR. JORGE PABLO DÍAZ VELILLA
Universidad Politécnica de Madrid, España

DR. DANIEL FERRÁNDEZ VEGA
Universidad Politécnica de Madrid, España

MSC. ALICIA ZARAGOZA BENZAL
Universidad Politécnica de Madrid, España

MSC. ALBERTO LEAL MATILLA
Universidad Politécnica de Madrid, España

RESUMEN

Existen palabras que tienen un indudable poder de seducción y una de ellas es inteligencia artificial (IA). De hecho, de un tiempo a esta parte, parece que todo está impregnado de dicho concepto, sin que realmente sepamos en muchas ocasiones qué implica. Máxime porque además se podría decir que a imagen y semejanza de las inteligencias múltiples que Howard Gardner desarrolló para el ser humano, existen muchas inteligencias artificiales para las máquinas. De otra parte, en casi todos los contextos actuales de empleo de IA, la generación de código informático conducente a implementar los algoritmos necesarios requiere de notables conocimientos de lenguajes de programación como Python, C++ y R. Este hecho suele ser una barrera de entrada para los no programadores, que impide “democratizar” el concepto IA, salvo que... exista alguna herramienta gráfica de fácil uso que acerque las funcionalidades necesarias para desplegar los algoritmos y procedimientos que habitualmente se precisan. Estamos hablando de KNIME.

En efecto, KNIME (*Konstanz Information Miner*) es una plataforma de software de código abierto diseñada para el análisis y ciencia de datos, así como la automatización de flujos de trabajo. Fue desarrollado inicialmente por el Grupo de Bioinformática y Análisis de Sistemas de la Universidad de Constanza en Alemania en 2004 y ha crecido espectacularmente en popularidad debido a su capacidad para integrar diferentes componentes de

procesamiento de datos en un entorno visual. Entre las características más relevantes de esta aplicación, se destacan:

1. Interfaz de trabajo visual e intuitiva: KNIME permite a los usuarios construir flujos de trabajo mediante un enfoque visual, arrastrando y soltando nodos que representan diferentes pasos de procesamiento de datos. Esto facilita la creación de procesos complejos sin necesidad de escribir código, aunque también permite la integración de *scripts* (pequeños fragmentos de código de programación).

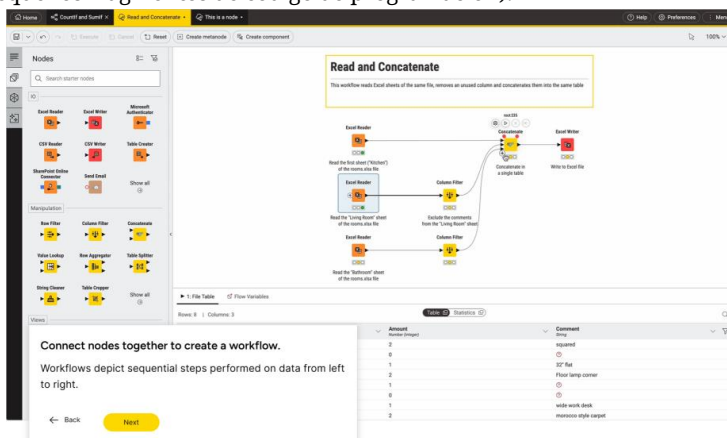


Figura 1. Operativa principal de trabajo con KNIME (fuente: KNIME)

2. Amplia gama de funcionalidades: la plataforma KNIME soporta una gran variedad de tareas, tales como la minería de datos, el aprendizaje automático, la manipulación de información, la integración de datos de múltiples fuentes, el análisis predictivo y el modelado estadístico. Su arquitectura modular permite extender sus capacidades mediante extensiones y *plugins* (pequeñas aplicaciones informáticas instalables).
3. Integración y conectividad: KNIME se integra fácilmente con otras herramientas y tecnologías, incluyendo bases de datos, servicios web, y plataformas de *big data* (grandes cantidades de datos) como Apache Spark. Además, soporta la integración con bibliotecas de aprendizaje automático como TensorFlow, H2O.ai y otras muchas.

4. Colaboración y automatización: KNIME Server permite la colaboración en equipo y la automatización de flujos de trabajo, facilitando el despliegue de análisis de datos y modelos de *machine learning* (aprendizaje automático) en un entorno corporativo.
5. Comunidad de usuarios y desarrolladores muy activa y múltiples recursos educativos: KNIME cuenta con una comunidad ciertamente prolífica que contribuye a su desarrollo continuo y proporciona soporte a través de foros, documentación, tutoriales y ejemplos de flujos de trabajo.

En definitiva, KNIME es una herramienta poderosa y versátil para el análisis de datos y la ciencia de datos, accesible tanto para principiantes como para expertos, gracias a su enfoque visual y extensibilidad.

PALABRAS CLAVE

KNIME, inteligencia artificial, aprendizaje automático, ingeniería de datos, minería de datos

INTRODUCCIÓN

1. Introducción a KNIME: tal y como se ha indicado en el resumen inicial de este artículo, KNIME, acrónimo de Konstanz Information Miner, es una plataforma integral de análisis de datos de código abierto que permite a los usuarios diseñar y ejecutar flujos de trabajo de manera visual sin necesidad de programación. Fundada en 2004 en la Universidad de Konstanz, Alemania, KNIME ha evolucionado muy significativamente para convertirse en una herramienta clave en el ámbito del análisis, ciencia y minería de datos. Su principal atractivo reside en su Interfaz Gráfica de Usuario (Graphical User Interface o GUI) que permite a los usuarios arrastrar y soltar nodos para realizar tareas de procesamiento, análisis y visualización de datos, lo que democratiza el acceso a técnicas avanzadas de análisis sin requerir conocimientos profundos en programación.

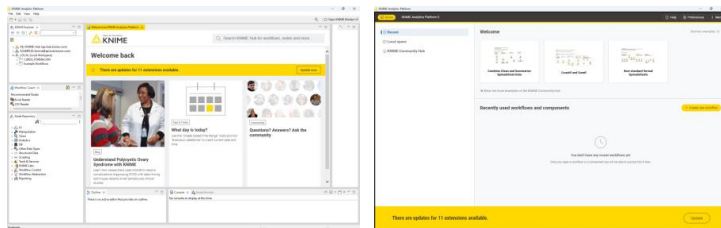


Figura 2. Interfaz Gráfica de Usuario de KNIME clásica vs moderna (fuente: KNIME)

2. Historia y evolución de KNIME: fue creado por un grupo de ingenieros de software y científicos de datos en la Universidad de Konstanz con el objetivo de desarrollar una plataforma fácil de usar para la minería de datos. Desde su lanzamiento inicial en 2006, la herramienta ha pasado por múltiples actualizaciones y expansiones que han mejorado su funcionalidad, estabilidad y accesibilidad. A lo largo de los años, KNIME ha ganado una gran popularidad en la comunidad de análisis de datos, en parte gracias a su enfoque de código abierto, que permite a los usuarios y desarrolladores colaborar y contribuir al desarrollo de la plataforma.
3. Arquitectura y componentes modulares de KNIME
 - **KNIME Analytics Platform:** es el núcleo de KNIME y la interfaz principal que los usuarios utilizan para construir, ejecutar y gestionar flujos de trabajo de análisis de datos. Esta plataforma ofrece una amplia gama de nodos que permiten realizar tareas como limpieza de datos, integración de datos, análisis estadístico, modelado predictivo y visualización de resultados.
 - **KNIME Server:** es una extensión de la plataforma de análisis que permite a las organizaciones implementar y gestionar flujos de trabajo de manera centralizada. Proporciona funcionalidades adicionales como la programación de tareas, la colaboración en equipo, la gestión de versiones y la ejecución remota de flujos de trabajo.
 - **KNIME Hub:** es un repositorio en línea que permite a los usuarios compartir y descubrir flujos de trabajo, nodos personalizados, extensiones y otros recursos relacionados con KNIME. Facilita el

intercambio de conocimiento y las mejores prácticas dentro de la comunidad.

- Extensiones y conectores: KNIME ofrece una variedad de extensiones que amplían sus capacidades base. Estas incluyen integraciones con herramientas de aprendizaje automático como TensorFlow, PyTorch y R, así como conectores para bases de datos, servicios en la nube y aplicaciones de terceros.
4. Características destacadas de KNIME: es conocido por su rica gama de características que lo convierten en una herramienta versátil y poderosa para el análisis de datos. Algunas de las características más destacadas incluyen:
- Interfaz de usuario intuitiva: permite a los usuarios diseñar flujos de trabajo complejos mediante un sistema de arrastrar y soltar, lo cual elimina la necesidad de escribir código manualmente para muchas tareas comunes de análisis de datos.
 - Modularidad y extensibilidad: gracias a su arquitectura modular, los usuarios pueden añadir nuevas funcionalidades mediante extensiones y complementos, lo que permite que la plataforma evolucione continuamente con nuevas capacidades.
 - Integración multilingaje: KNIME soporta la integración con varios lenguajes de programación, incluidos *Python*, *R*, *Java* y *SQL*, lo que facilita la incorporación de *scripts* personalizados y la ampliación de los flujos de trabajo con funcionalidades específicas.
 - Capacidades de *machine learning* y *deep learning*: la plataforma incluye nodos para técnicas de *machine learning* como regresión, clasificación y *clustering*, además de soporte para *deep learning* mediante integraciones con bibliotecas populares como Keras y TensorFlow.
 - Escalabilidad y rendimiento: KNIME está diseñado para manejar grandes volúmenes de datos y puede ser escalado fácilmente para satisfacer las necesidades de las empresas mediante la implementación en entornos de servidor o en la nube.
 - Automatización y gestión de flujos de trabajo: con KNIME Server, los usuarios pueden programar la ejecución automática de flujos de trabajo, gestionar versiones y colaborar en proyectos de manera eficiente.

5. Casos de uso de KNIME: se utiliza en una variedad de industrias y aplicaciones debido a su flexibilidad y poder analítico. Algunos de los casos de uso más comunes incluyen:

- **Análisis predictivo en finanzas:** KNIME se utiliza para desarrollar modelos predictivos que ayudan en la toma de decisiones financieras, como la predicción de riesgos, la detección de fraudes y la optimización de carteras de inversión.
- **Minería de datos en ciencias de la salud:** en el sector de la salud, KNIME es utilizado para analizar datos clínicos, optimizar procesos de investigación y desarrollo, y personalizar tratamientos médicos basados en el análisis de grandes volúmenes de datos biomédicos.
- **Optimización de la cadena de suministro:** las empresas pueden usar KNIME para optimizar la cadena de suministro mediante la previsión de la demanda, la optimización de inventarios y la mejora de la logística mediante análisis avanzados.
- **Análisis de clientes en marketing:** KNIME permite a las empresas analizar el comportamiento de los clientes, segmentar audiencias, y personalizar estrategias de marketing basadas en datos precisos y en tiempo real.
- **Análisis de texto y minería de datos no estructurados:** KNIME proporciona herramientas para el análisis de texto, permitiendo a las empresas extraer conocimientos (*insights*) valiosos de datos no estructurados como correos electrónicos, comentarios en redes sociales y reseñas de productos.

6. Ventajas de Utilizar KNIME: ofrece una serie de ventajas que lo hacen atractivo para organizaciones y profesionales de la ciencia de datos:

- **Accesibilidad y comunidad activa:** su naturaleza de código abierto lo hace accesible para cualquier persona, y la comunidad activa asegura un flujo constante de nuevas ideas, extensiones y soporte.

- Flexibilidad y adaptabilidad: la capacidad de integrar múltiples fuentes de datos y herramientas hace que KNIME se adapte a diversas necesidades analíticas.
- Sinergia entre visualización y análisis: KNIME no sólo facilita el análisis de datos, sino también su visualización, lo que ayuda a los usuarios a interpretar los resultados y comunicar resultados de manera efectiva.

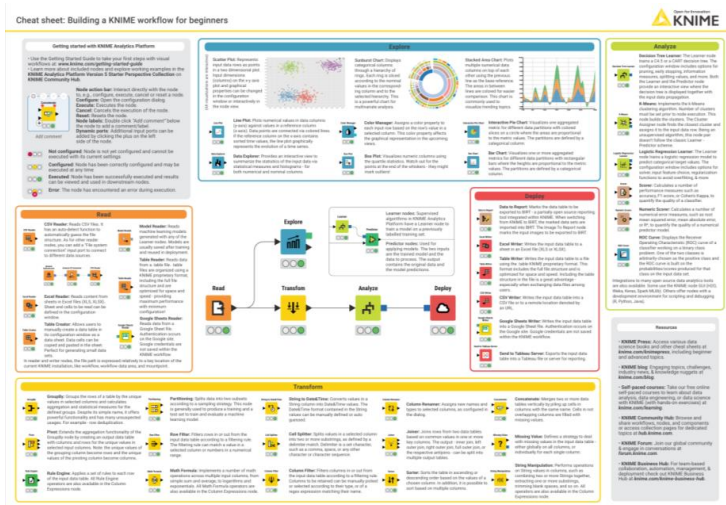


Figura 3. Resumen de construcción de flujo de trabajo (fuente: KNIME)

- Facilidad de uso: su interfaz gráfica intuitiva permite a los usuarios con poca experiencia técnica crear modelos complejos y flujos de trabajo analíticos sin necesidad de escribir código.
- Escalabilidad empresarial: con opciones como KNIME Server, las empresas pueden escalar sus operaciones de análisis de datos a niveles empresariales, gestionando grandes volúmenes de datos y múltiples usuarios.

7. Limitaciones y desafíos: aunque KNIME es una plataforma poderosa, también tiene algunas limitaciones y desafíos.
- Curva de aprendizaje inicial: a pesar de su interfaz intuitiva, los usuarios nuevos pueden enfrentar una curva de aprendizaje inicial, especialmente al intentar comprender la vasta cantidad de nodos y opciones disponibles.
 - Requerimientos de recursos: para tareas muy complejas o grandes volúmenes de datos, KNIME puede requerir recursos computacionales significativos, lo que podría ser un obstáculo para algunos usuarios o pequeñas empresas.
 - Interfaz de usuario: aunque KNIME es fácil de usar, algunos usuarios encuentran que la interfaz gráfica puede volverse desordenada y difícil de manejar a medida que los flujos de trabajo crecen en complejidad.
 - Limitaciones de soporte para *big data*: aunque KNIME ofrece integraciones con herramientas de *big data* como Apache Hadoop y Spark, su manejo de datos extremadamente grandes puede no ser tan eficiente como otras soluciones especializadas.
8. Futuro y tendencias: el futuro de KNIME parece prometedor, con una continua evolución que responde a las necesidades del mercado y a los avances tecnológicos. Las tendencias futuras probablemente incluirán:
- Mayor integración con Inteligencia Artificial: a medida que la IA sigue creciendo en importancia, es probable que KNIME continúe expandiendo sus capacidades para incluir más nodos y funcionalidades relacionados con IA y *machine learning* avanzado.
 - Mejoras en la experiencia de usuario: se espera que KNIME continúe refinando su interfaz de usuario y simplifique aún más la construcción de flujos de trabajo complejos, posiblemente con más automatización y recomendaciones basadas en IA.
 - Mayor enfoque en la analítica en la nube: con la creciente adopción de la computación en la nube (*cloud computing*), KNIME podría expandir

sus ofertas para una integración más profunda y fácil con plataformas en la nube, mejorando la escalabilidad y accesibilidad.

- Expansión de la comunidad y colaboración abierta: la comunidad de KNIME probablemente seguirá creciendo, con más contribuciones de desarrolladores y empresas que amplíen aún más las capacidades de la plataforma a través de extensiones y complementos.
9. Alternativas: existen aplicaciones bastante populares en el campo de la integración y análisis de datos y ofrecen capacidades similares a KNIME, adaptándose a diversas necesidades empresariales y técnicas. Veamos algunas de las más usadas:
- Alteryx: es una plataforma de análisis de datos que permite a los usuarios preparar, mezclar y analizar datos a través de una interfaz visual. Ofrece herramientas para la limpieza y transformación de datos, análisis predictivo y espacial, así como integración con otras plataformas de datos. Es muy popular por su facilidad de uso y sus capacidades de automatización.
 - RapidMiner: es una plataforma de ciencia de datos que permite a los usuarios desarrollar modelos de *machine learning* a través de un entorno de arrastrar y soltar. Soporta todo el ciclo de vida de la ciencia de datos, desde la preparación de datos hasta la implementación de modelos. Incluye funciones para minería de datos, análisis predictivo y *deep learning*.
 - Talend: otra plataforma de integración de datos y ETL (*Extract, Transform, Load*) que ayuda a conectar, transformar y gestionar datos de diversas fuentes. Ofrece un entorno gráfico para la integración de referencias, soportando grandes volúmenes y variedad de datos. Además, tiene capacidades de *big data*, *cloud*, y servicios de datos.
 - Apache NiFi: herramienta de integración y automatización de datos que facilita la transferencia y transformación de datos entre sistemas. Destaca por su flujo de datos en tiempo real, su capacidad de escala y su interfaz visual para diseñar flujos de trabajo de datos. Es altamente configurable y soporta una gran variedad de protocolos y formatos.

- Dataiku: otra nueva plataforma de ciencia de datos que permite a equipos colaborar en proyectos de *machine learning* y análisis de datos. Ofrece herramientas para la preparación de datos, análisis visual, y la creación de modelos predictivos. Soporta lenguajes como Python y R, y se integra con múltiples fuentes.
 - Orange: entorno para la minería de datos y *machine learning* que se destaca por su interfaz intuitiva de arrastrar y soltar. Es muy útil para análisis exploratorio de datos y su ulterior visualización, ofreciendo una amplia gama de *widgets* para tareas de análisis, desde preprocesamiento de datos hasta análisis predictivo.
 - Pentaho Data Integration (PDI): también conocido como Kettle, Pentaho Data Integration es una herramienta de ETL y análisis de datos que permite conectar, limpiar y transformar datos. Proporciona una interfaz gráfica para su integración, soporta *big data* y se puede integrar con otras plataformas de análisis.
10. Conclusión: KNIME se ha establecido como una herramienta líder en el ámbito del análisis y la ciencia de datos, gracias a su enfoque en la facilidad de uso, flexibilidad y capacidad para integrar una amplia gama de herramientas y tecnologías. Su modelo de código abierto y su comunidad activa han contribuido significativamente a su evolución y popularidad.

Desde su inicio como una herramienta académica, KNIME ha crecido hasta convertirse en una solución robusta y ampliamente utilizada en el sector empresarial, académico y científico. Ha evolucionado más allá de sus raíces para satisfacer las demandas de industrias diversas, ofreciendo una plataforma que combina lo mejor de la accesibilidad y la potencia analítica. A medida que el campo del análisis de datos sigue evolucionando, KNIME se posiciona para seguir siendo una herramienta clave, adaptándose a nuevas tecnologías y necesidades del mercado, y continuando con su misión de hacer que el análisis de datos avanzado sea accesible para todos.

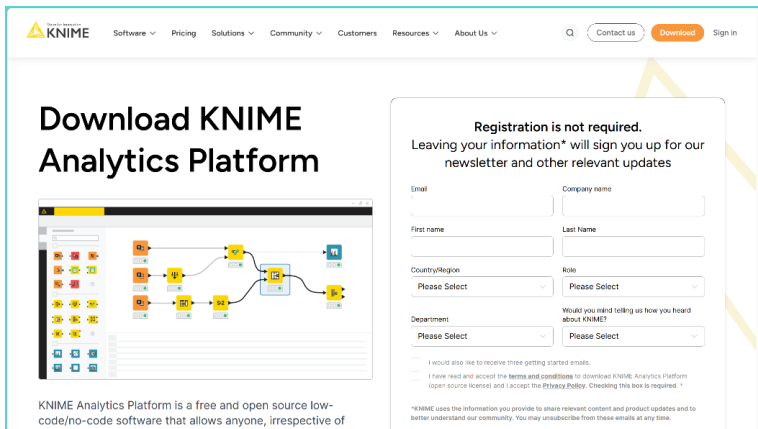


Figura 4. Proceso de descarga de KNIME (fuente: KNIME)

OBJETIVOS

El objetivo genérico de este ejercicio, que ejemplifican de forma práctica lo comentado anteriormente desde el punto de vista teórico, es abordar el análisis de un conjunto de datos sobre características de bienes inmuebles mediante *KNIME Analytics Platform*. En concreto, esto se materializará en tres objetivos secundarios:

1. Aprender a depurar el conjunto de datos, que de forma forzada presenta determinadas referencias ausentes. Dicho conjunto posee información sobre habitaciones y baños, identificación de ofertas recibidas, cámaras de circuito cerrado, orientación y precio.
2. Realizar una partición del conjunto de datos ya depurado, con un porcentaje mayoritario de los datos concretos ya destinados a entrenar el modelo, teniendo el modelo restante para inferir resultados.
3. Emplear como herramienta estadística la regresión lineal, para, juntamente con los anteriores criterios, realizar una predicción de resultados en cuanto a algún criterio de referencia básico para evaluar los inmuebles objeto de partida.
4. Realizar un trazado gráfico de resultados reales vs resultados obtenidos, así como un análisis estadístico fundamental, ambos al objeto de validar el modelo funcional construido.

De manera ilustrativa, se adjuntan capturas de pantalla de las anteriores acciones, al objeto de facilitar su reconstrucción por parte del lector.

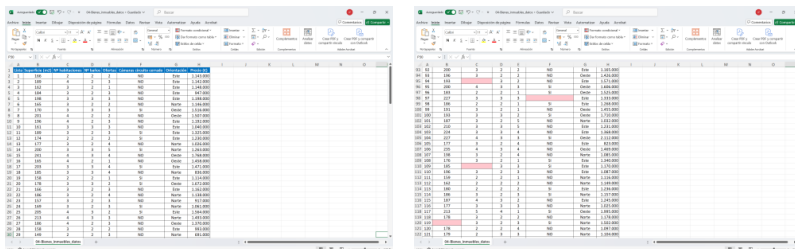


Figura 5. Hoja de cálculo de partida y datos ausentes (fuente: UdeMY)

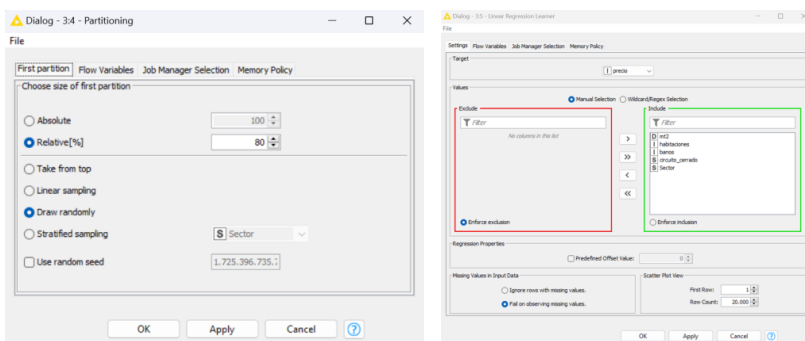


Figura 6. Fraccionamiento de datos y aplicación del nodo de regresión lineal (fuente: UdeMY)

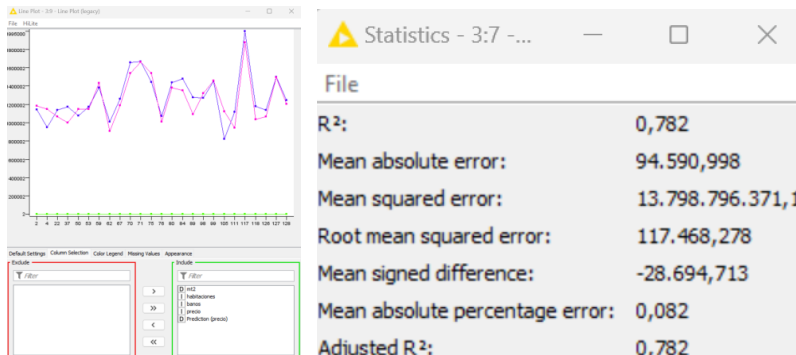


Figura 7. Resultados gráficos y estadísticos (fuente: Udemyl)

METODOLOGÍA

De manera resumida, los pasos detallados a seguir para la construcción del modelo pueden ser lo que a continuación se hacen llegar:

1. KNIME Explorer > LOCAL (Local Workspace) > CURSO_FORMACION > botón dcho > New KNIME Workflow (fichero objeto de trabajo) > botón izdo > Name of the workflow to create: Gestion_datos_ausentes+regresion_lineal_bienes_inmuebles > Finish
2. Node Repository > IO > Read > Excel Reader > clic sostenido nodo Excel Reader y arrastrar a tapiz, apareciendo luz roja y aviso en nodo > clic dcho sobre antedicho nodo > Configure > File and Sheet > Browse > elegir fichero 04-Bienes_inmuebles_datos > Select Sheet (seleccionar hoja objeto de análisis dentro del libro) > Preview vs File Content (seleccionar encabezados) > OK > luz nodo Excel Reader cambia a amarillo y permanece aviso > Advanced > Data Area > RowID > Use column A
3. Clic dcho nodo Excel Reader > File Table > se aprecia faltan datos (?) en filas 94, 97, 109 y 119
4. Node Repository > Manipulation > Column > Transform > clic sostenido nodo Missing Value y arrastrar a tapiz, apareciendo luz roja y aviso en nodo > clic izdo sostenido triángulo salida nodo Excel Reader hasta triángulo entrada nodo Missing Value, apareciendo enlace de unión y luz

amarilla > clic dcho nodo Missing Value > Configure > Default > Number (double), Number (integer), String > Remove Row* > OK

5. Clic dcho nodo Missing Value > omitimos advertencia > Output Table visualizar tabla
6. Node Repository > Manipulation > Column Filter > clic izdo sostenido nodo Column filter y arrastrar a tapiz, apareciendo luz roja y aviso en antedicho nodo > clic izdo sostenido triángulo salida nodo Missing Value hasta triángulo entrada nodo Column Filter, apareciendo enlace de unión y apareciendo luz amarilla > clic dcho nodo Column Filter > Configure > seleccionamos ofertas y llevamos con botón < a parte izda > OK > clic dcho Column Filter > Execute > clic dcho Column Filter > confirmar desaparece tabla ofertas
7. Node Repository > Manipulation > Row > Transform > Partitioning > clic sostenido nodo Partitioning y arrastrar a tapiz, apareciendo luz roja y aviso en antedicho nodo > clic izdo sostenido triángulo salida nodo Column Filter hasta triángulo entrada nodo Partitioning, apareciendo enlace de unión y aviso > clic dcho Partitioning > Configure > First Partition > Relative[%]: 80; tic Draw randomly > OK > clic dcho nodo Partitioning > Execute
8. Node Repository > Mining > Linear/Polynomial Regression > clic sostenido nodo Linear Regression Learner y arrastrar a tapiz, apareciendo luz roja y aviso en antedicho nodo > clic izdo sostenido triángulo salida nodo Partitioning hasta triángulo entrada nodo Linear Regression Learner, apareciendo enlace de unión y apareciendo luz amarillo > clic dcho nodo Linear Regression Learner > Settings > Target > precio. Clic dcho nodo Linear Regression Learner > Execute and Open Views (visualizamos datos de regresión lineal obtenida)
9. Node Repository > Analytics > Mining > Linear/Polynominal Regression > clic izdo sostenido nodo Regression Predictor y arrastrar a tapiz, apareciendo luz roja y aviso en nodo > clic izdo sostenido cuadrado azul salida nodo Linear Regression Learner hasta cuadrado azul entrada nodo Regression Predictor, apareciendo enlace de unión y permaneciendo luz nodo Regression Predictor en rojo > clic izdo sostenido triángulo negro salida nodo Partitioning hasta triángulo negro entrada nodo Regression

Predictor, apareciendo enlace de unión y cambiando luz nodo Regression Predictor a amarillo. Clic dcho nodo Regression Predictor > Execute. Clic dcho nodo Regression Predictor > Predicted data (pudiendo comparar precio real con predicción)

10. Node Repository > Analytics > Mining > Scoring > clic izdo sostenido nodo Numeric Scorer y arrastrar a tapiz, apareciendo luz roja y aviso en antedicho nodo. Clic izdo sostenido triángulo negro salida nodo Regression Predictor hasta triángulo negro entrada nodo Numeric Scorer, apareciendo enlace de unión y aviso, manteniendo luz roja en nodo Numeric Scorer. Clic dcho nodo Numeric Scorer > Configure > Options > Reference column: precio > OK. Clic dcho nodo Numeric Scorer > Execute and Open Views
11. Node Repository > JavaScript > clic izdo sostenido Line Plot (legacy) y arrastrar a tapiz, apareciendo luz roja y aviso en antedicho nodo > clic izdo sostenido triángulo negro salida nodo Regression Predictor hasta triángulo negro entrada nodo Line Plot (legacy), apareciendo enlace de unión y luz amarilla en nodo Line Plot (legacy) > clic dcho Line Plot (legacy) > Configure > Options > Manual Selections > dejamos en Include: precio y Prediction (precio), pasando resto de parámetros a Exclude > OK
12. Clic dcho nodo Line Plot (legacy) > Execute and Open Views > visualizar gráficos

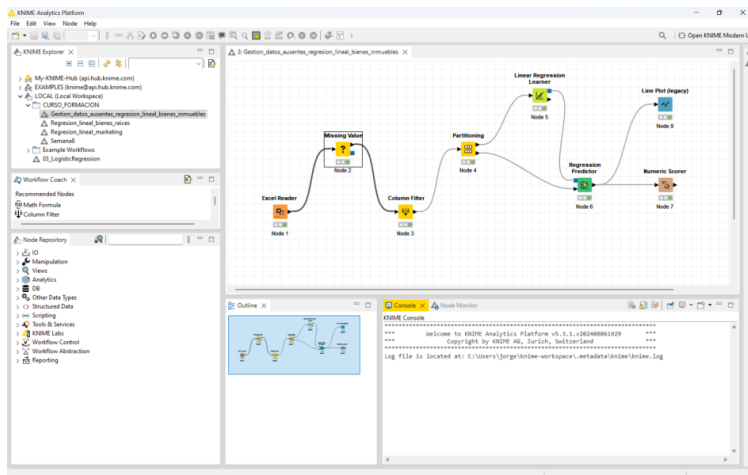


Figura 8. Aspecto del flujo de trabajo del ejercicio (fuente: Udemy Kenneth Alvarenga)

DISCUSIÓN

El primero de los razonamientos que se desea volcar, es que la ausencia de datos en determinados *datasets* puede generar indudables problemas de procesamiento de la información. Una de las soluciones a realizar para subsanarlo, es “interpolar” o “extrapolar” conclusiones “a mano”: pues bien, se desaconseja indudablemente esta idea, que puede generar más perjuicio en la robustez e integridad de los datos, que precisión. Lo más sensato parece ser prescindir de esas referencias, que seguramente no serán relevantes ni en número ni en valor, dentro de un conjunto de datos que puede ser amplio.

En segundo lugar, se sigue la estrategia de entrenar un modelo con datos reales en un porcentaje del 80% (típico en este tipo de casos de aprendizaje automático) mientras el 20% restante se emplea para evaluar la validez del modelo prediciendo (en este caso) precios de venta de los bienes inmuebles. Es decir, con los precios reales se pueden validar los precios obtenidos en la predicción.

El tercero de los razonamientos en términos estadísticos que se puede realizar es que la regresión lineal es una potente herramienta, de fácil comprensión y modelización, y que aporta gran cantidad de información.

Por último y a modo de colofón del trabajo, se puede recurrir a un nodo marcador que resuma todas las características del modelo.

CONCLUSIONES

La primera (y seguramente más importante) de las conclusiones, es que, sin código de programación alguno, se ha conseguido realizar una serie de tareas propias del *machine learning*. Esto permite a investigadores, científicos y docentes, acercarse al mundo de la inteligencia artificial de forma relativamente sencilla y visual.

La recomendación de suprimir datos vinculados a referencias ausentes, es más que coherente, pues evita perder robustez y consigue resultados más fidedignos. Parece confirmarse como coherente, la partición del conjunto de datos entre referencias para entrenar al modelo estadístico (habitualmente entre el 75%-80% de los datos) y usar el resto (por ende, 25%-20%) para cotejar la validez del modelo. Se suele decir que en ocasiones es más importante calcular el error que se comete que la predicción objeto de análisis en sí, especialmente para confirmar si el modelo construido entregará valores fidedignos en el futuro.

Los resultados de la figura 7, son reveladores: de una parte, la previsión de precios (color violeta) frente a los reales (color morado) son muy similares. Sinónimo de un modelo bien construido y presto para enfrentarse a nuevas estimaciones en el futuro con suficiente seguridad. Seguridad que también se puede cuantificar mediante un coeficiente de correlación $R^2=0,782$ <> 78,2% que es suficientemente alto como para inferir que en efecto existe una correlación inequívoca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Lingbo Liua; Xiaokang Fua; Tobias Kotterb; Kevin Sturmb; Carsten Hauboldb; Weihe Wendy Guana; Shuming Baoc; Fahui Wangd. Geospatial Analytics Extension for KNIME. Original Software Publication. Volume 25101627. February 2024. Open access

- [2] Bob Nisbet. Tutorial E - Feature Selection in KNIME. Handbook of Statistical Analysis and Data Mining Applications (Second Edition). 2018, Pages 377-391
- [3] Jesus Silva; Lisette Hernández; Tito Crissien; Omar Bonerge Pineda Lezama; Jenny Romero. Big Data Application for Selecting Theses Topics. *Procedia Computer Science*
- [4] Catia Oliveira; Tiago Guimarães; Filipe Portela; Manuel Santos. Benchmarking Business Analytics Techniques in Big Data. *Procedia Computer Science*. Volume 160, 2019, Pages 690-695
- [5] K. Kusuma; S. Halim. Business Intelligence for Designing Restaurant Marketing Strategy: A Case Study. *Procedia Computer Science* 2019.
- [6] Aderibigbe Israel Adekitan; Odunayo Salau. The impact of engineering students' performance in the first three years on their graduation result using educational data mining. *Heliyon*, Volume 5, Issue 2, February 2019, e01250
- [7] Sergio Di Martino; Enrico Landolfi; Nicola Mazzocca; Franca Rocco di Torrepadula; Luigi Libero Lucio Starace. A visual-based toolkit to support mobility data analytics. *Expert Systems with Applications*. Volume 238, Part C, 15 March 2024, 121949
- [8] Francisco Villarroel Ordenes; Rosaria Silipo. Machine learning for marketing on the KNIME Hub: The development of a live repository for marketing applications. *Journal of Business Research*, Volume 137, December 2021, Pages 393-410
- [9] James A. Lumley; Gary Sharman; Thomas Wilkin; Matthew Hirst; Carlos Cobas; Michael Goebel. A KNIME Workflow for Automated Structure Verification. *SLAS Discovery*. Volume 25, Issue 8, September 2020, Pages 950-956
- [10] Thorsten Mein; Bernd Jagla; Michael R. Berthold. 6 - Integrated data analysis with KNIME. *Open Source Software in Life Science Research. Practical Solutions to Common Challenges in the Pharmaceutical Industry and Beyond*. Woodhead Publishing Series in Biomedicine. 2012, Pages 151-171

ANÁLISIS DE LA MOTIVACIÓN DEL ESTUDIANTADO UNIVERSITARIO EN ENTORNOS TRANSFRONTERIZOS¹

LINDSAY MICHELLE VÁZQUEZ

SERGIO ESCALANTE-GONZÁLEZ

SARA ARENAS-CARRANZA

Universidad de Granada, España

DR. LIONEL SÁNCHEZ BOLÍVAR

Universidad Isabel I, España

RESUMEN

La motivación desempeña un papel muy importante en el aprendizaje porque impulsa al alumnado a superar los retos que se le presentan. Por tanto, los profesores deben fomentar la motivación de los alumnos para favorecer su sentido crítico. Método: Se realizó un estudio descriptivo, exploratorio y transversal con un total de 137 estudiantes matriculados en las titulaciones de Educación de los Campus de Ceuta y Melilla de la Universidad de Granada. Para medir la motivación se utilizó la Escala de Motivación Académica de Vallerand et al. (1992). Resultados: La motivación de los estudiantes de educación, tal y como manifiestan los resultados de este estudio, no depende del género, debido a la baja tasa de varones que cursan la titulación, ni de la religión, debido a que la mayoría de los estudiantes practica una religión. Conclusiones: La titulación de los estudiantes afecta a su mo-

¹ Este capítulo parte del Proyecto: EDU2015-64015-C3-3-R Nombre del IP o IPs: Agustín García Matilla (IP 1) Título del proyecto: Competencias mediáticas de la ciudadanía en medios digitales emergentes en el ámbito profesional de la comunicación Entidad Financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad

tivación, especialmente en lo relacionado con la regulación del estudiante. Además, los estudiantes intrínsecamente motivados mantienen un nivel de motivación constante. autorretrato digital cumple una función comunicativa en la que la fotografía ha visto desplazada su función documental hacia un territorio nuevo.

Internet permite que los individuos creen espacios *sinópticos* –inscritos en un gran *panóptico digital*– en los que muchos verán a unos pocos en el caleidoscopio de la autorrepresentación digital. ¿Cuáles serán las derivas de esta masiva autoexpresión visual? ¿Cómo afectará esto a nuestra autoestima y a nuestra forma de socializar? Necesitamos explorar sus implicaciones éticas y estéticas y esbozar la fenomenología de una nueva gramática con la que construimos nuestra imagen y buscamos nuestro lugar en el mundo... virtual.

PALABRAS CLAVE

Motivación, educación, estudiantes, futuros docentes, universidad.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el éxito académico se ha convertido en un requisito indispensable para progresar en el ámbito laboral, lo que fomenta que la vida académica de los estudiantes esté altamente influenciada por diversos factores psicológicos como el estrés, la ansiedad, la autoeficacia o la motivación. En este contexto, la motivación emerge con un papel fundamental en el camino al éxito académico y laboral. Un elevado nivel de motivación impulsa a los estudiantes a superar desafíos académicos manteniendo el compromiso con los estudios (Sánchez-Bolívar & Martínez-Martínez, 2022).

Nutrida del interés por aprender, la motivación influye en el desarrollo de la persona según sus diferentes tipos y características. La motivación intrínseca conduce a un compromiso genuino, mientras la motivación extrínseca derivada del reconocimiento externos y el futuro éxito proporciona metas y un propósito. La motivación es uno de los principales factores psicológicos que influyen en la vida académica de los estudiantes y, aunque en sí misma, no contribuye al éxito académico, impulsa al estudiantado a seguir aprendiendo y mejorando a lo largo de sus carreras (Kotera et al., 2022).

En este sentido, la motivación puede verse influenciada por factores externos como la edad, el sexo, la religión o el grado universitario del estudiante. Por ejemplo, un estudiante maduro puede sentir más motivación extrínseca, un estudiante religioso puede tener mejores apoyos sociales o un estudiante que elija sus estudios por vocación puede tener ambas (Kácovský et al., 2023; Sánchez-Bolívar et al., 2023; Sokolovskaya et al., 2020).

En entornos transfronterizos, como Ceuta y Melilla, donde confluyen diferentes religiones, la motivación se convierte en un elemento fundamental para el aprendizaje efectivo. Por tanto, se hace necesario el uso de metodologías activas para reforzar de forma efectiva las habilidades de los estudiantes para facilitar los procesos de aprendizaje (Henrique-Sanches et al., 2023).

En el contexto universitario, la motivación adquiere protagonismo, relacionándose la motivación del propio profesorado con la motivación intrínseca del alumnado, por lo que destaca la relevancia de que un equipo docente motivado intrínsecamente se traduce en mayor motivación estudiantil. Panorama que se complementa con otros factores como el respaldo de la autonomía y la implementación de actividades estimulantes por parte de los profesores, estableciendo vínculos con el rendimiento académico (Ahn et al., 2021; Radil et al., 2023; Zou et al., 2023).

Por tanto, es esencial crear programas que ayuden a motivar a los docentes y a mejorar su desempeño en la etapa universitaria, para fomentar el desarrollo de habilidades básicas como la empatía o la resolución de conflictos de futuros docentes. Propiciando la motivación durante el ejercicio docente, ya que la motivación positiva refuerza el compromiso con el trabajo y genera bienestar a nivel personal y emocional (Arhuis-Inca & Ipanaque-Zapata, 2023; Calderón-Castro et al., 2016; Singh et al., 2022; Vázquez et al., 2024).

Además, la posibilidad de obtener mejores oportunidades laborales mediante el desarrollo efectivo de habilidades sociales incrementará la motivación de los docentes, lo cual, a su vez, promoverá una actitud que contribuya a un clima escolar favorable. Esto facilitará una mayor motivación para el aprendizaje en los estudiantes, mejorando así sus resultados académicos (Fajari et al., 2020; Majali, 2020; Sánchez-Bolívar et al., 2022).

Por lo tanto, la motivación influye en la satisfacción laboral y en la retención del personal docente. Un docente motivado disfruta de un mayor bienestar psicológico y tiene menos probabilidades de dejar su puesto o de ausentarse debido a problemas de salud mental. Esto se debe a que la motivación contribuye a mejorar las relaciones sociales, lo cual facilita la creación de conexiones a través de un mayor nivel de habilidades sociales. (Ballová-Mikušková et al., 2024; Fung & Chung, 2021; González Olivares et al., 2020).

De todo lo anterior se desprende la importancia de la motivación en la vida personal y profesional de los futuros docentes, y por ello es necesario medir su nivel de desarrollo. En consecuencia, el objetivo de este estudio es analizar variables como el género, el tipo de universidad, la titulación y el disfrute de becas, y su relación con la motivación de los futuros docentes de la Universidad de Granada.

1. METODOLOGÍA

1.1. DISEÑO Y PARTICIPANTES

Este estudio emplea un diseño de carácter descriptivo, exploratorio y relacional, de carácter transversal. La selección de los participantes se llevó a cabo mediante un muestreo aleatorio estratificado con un error muestral del 5%.

Participaron un total de 137 estudiantes. Esta muestra, reflejada en la tabla 1, consta de matriculados en los grados de Educación Social, Educación Infantil, Educación Primaria, en el Campus de Ceuta y en el de Melilla, de la Universidad de Granada; con edades comprendidas entre los 18 y los 52 años ($M=23.41$; $DT=5.86$), representando el alumnado masculino el 10.50% ($n=14$) y el femenino el 89.50% ($n=119$).

Asimismo, la muestra que accedió mediante bachiller y mediante formación profesional alcanzaba el 47,40% ($N=63$) en ambos casos. En función de la titulación, el 50,40% ($N=67$) procedía del “Grado en Educación Social”, el 45,90% ($N=61$) del “Grado en Educación Infantil” y el restante 3.80% ($N=5$) del “Grado de Educación primaria”. De igual manera, el 44,40% ($N=59$) son musulmanes, mientras que el 39,10% ($N=52$) son cristianos, el 14,30% ($N=19$) son ateos y el resto 2,30% ($N=3$) pertenecen a otra.

Tabla 1. Variables sociodemográficas

VARIABLES		N	%	VARIABLES		N	%
sexo	Mujer	14	10,5	Grado	Infantil	61	45,9
	Hombre	119	89,5		Primaria	5	3,8
	Total	133	100		Ed. Social	67	50,4
Acceso	Bachiller	63	47,4		Total	133	100
	FPGS	63	47,4	Religión	Cristiana/ católica	52	39,1
	>25	3	2,3		Musulmana	59	44,4
	>45	1	8		Otra	3	2,3
	Otras titulaciones universitarias	3	2,3		Ateo	19	14,3
	Total	133	100		Total	133	100

1.2. Variables e instrumentos

Para definir las variables sociodemográficas se elaboró un cuestionario de autorregistro, donde el alumnado podía registrar su edad, género, religión, grado universitario y itinerario formativo de procedencia (bachillerato, formación profesional, mayores de 45, etc.).

Para medir la motivación se empleó la Escala de Motivación Académica (Vallerand et al., 1992), que mide la motivación en el alumnado con 28 ítems, valorando, mediante una escala Likert de 1 a 7 cada uno de ellos. Se miden 7 dimensiones, cada una con 4 ítems. Las dimensiones son: Motivación Intrínseca dirigida al conocimiento, Motivación Intrínseca dirigida al logro, Motivación Intrínseca dirigida a las experiencias estimulantes, Motivación Extrínseca/regulación externa, Motivación Extrínseca/regulación introyectada, Motivación Extrínseca/regulación identificada y desmotivación. El instrumento arrojó en este estudio un índice de fiabilidad de $\alpha=0.900$, lo que demuestra un gran ajuste del instrumento.

1.3. Procedimiento

Finalizado el diseño del instrumento de recogida de datos se procedió a establecer contacto con profesorado coordinador y de relevancia de cada una de las titulaciones de grado del campus de Ceuta y del campus de Melilla. Posteriormente, se acordaba una cita para explicar la

investigación y el instrumento al profesorado, se ofreció una versión online del cuestionario para el alumnado no presencial o el de Melilla, dada la imposibilidad de trasladarse, los investigadores, a la ciudad de Melilla.

Tras la confirmación positiva de acceso al alumnado se acordaba un día y una hora, dentro del horario lectivo y de forma grupal, para la cumplimentación del cuestionario de forma presencial y garantizar la confidencialidad y el anonimato del mismo, el investigador informaba sobre la forma correcta de cumplimentación del cuestionario y aclaraba las dudas que le surgiesen al alumnado.

Por último, cabe destacar que esta investigación ha seguido las normas éticas del Comité de Ética en Investigación Humana de la Universidad de Granada y de la Declaración de Helsinki, con el código ético 2950/CEIH/2022.

1.4. Análisis de los datos

El análisis de los datos se realizó mediante el software estadístico IBM SPSS® 26.0. Para los descriptivos básicos se emplearon frecuencias, mientras que para el estudio relacional se emplearon, tras comprobar que la distribución cumplía con los criterios de normalidad, las pruebas paramétricas de t de Student para las variables dicotómicas y el ANOVA de un factor para el contraste en variables politómicas. Por último, para establecer la relación entre variables se empleó la correlación bivariada de Pearson.

2. RESULTADOS.

Una vez codificada y volcada la información en la base de datos, se procedió al análisis de los mismos. En relación al género, en la tabla 2 se aprecia que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,050$).

Tabla 2. Relación de la motivación con el género

	GÉNERO	N	MEDIA	DT	P
Regulación Externa	Hombre	14	4,30	1,94	,551
	Mujer	119	4,63	1,55	
MI al Conocimiento	Hombre	14	5,32	1,45	,275
	Mujer	119	5,77	1,16	
Regulación Identificada	Hombre	14	5,42	1,50	,233

	Mujer	119	5,94	1,00	
Mi a las Experiencias Estimulantes	Hombre	14	4,19	1,24	,877
	Mujer	119	4,25	1,38	
Amotivación	Hombre	14	1,67	1,28	,804
	Mujer	119	1,58	1,13	
MI al Logro	Hombre	14	4,85	1,43	,208
	Mujer	119	5,38	1,25	
Regulación Introyectada	Hombre	14	4,33	1,40	,613
	Mujer	119	4,54	1,53	

En relación a la religión tampoco se aprecian diferencias estadísticamente significativas ($p \leq .050$), como se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3. Relación de la motivación con la religión

	Religión	N	Media	DT	p
Regulación Externa	Cristiana/Católica	52	4,81	1,53	,113
	Musulmana	59	4,68	1,50	
	Otra	3	4,25	0,43	
	Ateo	19	3,80	1,98	
MI al Conocimiento	Cristiana/Católica	52	5,71	1,14	,703
	Musulmana	59	5,79	1,07	
	Otra	3	6,25	1,30	
	Ateo	19	5,50	1,70	
Regulación Identificada	Cristiana/Católica	52	5,94	1,00	,787
	Musulmana	59	5,91	0,97	
	Otra	3	6,00	1,09	
	Ateo	19	5,66	1,51	
Mi a las Experiencias Estimulantes	Cristiana/Católica	52	4,17	1,11	,561
	Musulmana	59	4,26	1,50	
	Otra	3	5,33	1,01	
	Ateo	19	4,24	1,60	
Amotivación	Cristiana/Católica	52	1,62	1,30	,948
	Musulmana	59	1,56	0,90	
	Otra	3	1,33	0,29	
	Ateo	19	1,70	1,48	
MI al Logro	Cristiana/Católica	52	5,36	1,15	,626
	Musulmana	59	5,42	1,26	
	Otra	3	5,42	1,63	
	Ateo	19	4,97	1,64	
Regulación Introyectada	Cristiana/Católica	52	4,50	1,51	,662
	Musulmana	59	4,67	1,61	
	Otra	3	4,08	1,38	

	Ateo	19	4,21	1,32	
--	------	----	------	------	--

En la tabla 4, con respecto al grado de estudios, se aprecian diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,050$) en la dimensión de “Regulación externa” ($p=0,019$), de la escala de motivación donde el alumnado que estudian el grado de Educación Primaria ($M=4,15$; $DT=1,90$) tienen un valor muy superior a los que estudian el grado de Educación Social ($M=4,25$; $DT=1,49$).

En lo que respecta a la dimensión “Regulación Identificada” ($p=0,008$) se han hallado diferencias estadísticamente relevantes ($p < 0,05$) entre esta y el grado universitario del estudiantado, en el que los estudiantes del grado de Educación Infantil ($M=6,16$; $DT=0,81$) cuentan con valores motivacionales más altos que los del grado de Educación Social ($M=5,71$; $DT=1,21$).

Además, se han hallado diferencias estadísticamente relevantes ($p < 0,05$) entre la dimensión “Regulación Introyectada” ($p=0,003$) y el grado universitario, en el que los estudiantes del grado de Educación Infantil ($M=5,01$; $DT=1,39$) cuentan con niveles motivacionales superiores a los del grado de Educación Primaria ($M=3,95$; $DT=1,81$).

Tabla 4. Relación de la motivación con grado

	GRADO	N	MEDIA	DT	P
Regulación Externa	Infantil	61	5,02	1,62	,019
	Primaria	5	4,15	1,90	
	Ed. Social	67	4,25	1,49	
MI al Conocimiento	Infantil	61	5,89	1,06	,266
	Primaria	5	6,05	1,14	
	Ed. Social	67	5,56	1,32	
Regulación Identificada	Infantil	61	6,16	0,81	,008
	Primaria	5	5,00	1,08	
	Ed. Social	67	5,71	1,21	
Mi a las Experiencias Estimulantes	Infantil	61	4,34	1,22	,751
	Primaria	5	4,35	2,08	
	Ed. Social	67	4,16	1,45	
Amotivación	Infantil	61	1,42	0,92	,127
	Primaria	5	1,15	0,22	
	Ed. Social	67	1,79	1,33	
MI al Logro	Infantil	61	5,52	1,16	,124

Regulación Introyectada	Primaria	5	5,90	1,34	,003
	Ed. Social	67	5,12	1,35	
	Infantil	61	5,01	1,39	
	Primaria	5	3,95	1,81	
	Ed. Social	67	4,13	1,51	

En relación a la vía de acceso a la universidad tampoco se aprecian diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,050$), como se puede observar en la tabla 5.

Tabla 5. Relación de la motivación con vía de acceso

	RELIGIÓN	N	MEDIA	DT	P
Regulación Externa	Bachillerato	63	4,55	1,63	,597
	FPGS	63	4,68	1,59	
	>25	3	3,25	0,90	
	>45	1	5,25		
	Otra titulación universitaria	3	5,08	1,66	
MI al Conocimiento	Bachillerato	63	5,67	1,09	,730
	FPGS	63	5,81	1,25	
	>25	3	5,92	1,28	
	>45	1	6,25		
	Otra titulación universitaria	3	4,92	2,53	
Regulación Identificada	Bachillerato	63	5,83	0,98	,934
	FPGS	63	5,95	1,15	
	>25	3	6,17	1,04	
	>45	1	6,00		
	Otra titulación universitaria	3	5,58	1,66	
Mi a las Experiencias Estimulantes	Bachillerato	63	4,06	1,33	,132
	FPGS	63	4,44	1,39	
	>25	3	4,17	0,52	
	>45	1	6,75		
	Otra titulación universitaria	3	3,33	1,15	
Amotivación	Bachillerato	63	1,68	1,25	,892
	FPGS	63	1,55	1,09	
	>25	3	1,58	0,63	
	>45	1	1,00		
	Otra titulación universitaria	3	1,17	0,29	
MI al Logro	Bachillerato	63	5,17	1,21	,457
	FPGS	63	5,47	1,36	
	>25	3	5,42	0,63	
	>45	1	7,00		
	Otra titulación universitaria	3	5,00	1,50	
	Bachillerato	63	4,32	1,51	,081

Regulación Introyectada	FPGS	63	4,77	1,52	
	>25	3	4,75	1,09	
	>45	1	6,25		
	Otra titulación universitaria	3	2,75	0,43	

En la tabla 6 de correlaciones de la escala de motivación se aprecian correlaciones significativas entre las dimensiones de la escala.

Las correlaciones más altas se aprecian en la relación de la dimensión de “Motivación Intrínseca al Conocimiento” con las dimensiones “Motivación Intrínseca al logro” ($r=,67^{**}$), “Motivación Intrínseca a las Experiencias Estimulantes” ($r=,67^{**}$) y “Regulación Identificada” ($r=,64^{**}$). Y en la relación de la dimensión “Motivación Intrínseca al logro” con la dimensión Motivación Intrínseca a las Experiencias Estimulantes ($r=,61^{**}$).

En la dimensión de “Regulación Introyectada” se aprecian correlaciones de valor medio con todas las dimensiones (entre $r=,41^{**}$ y $r=,56^{**}$), excepto con la “Amotivación”.

La Amotivación no se correlaciona significativamente con ninguna de las dimensiones.

Tabla 6. Correlaciones entre las dimensiones de la escala de motivación

	RE	MIC	RId	MI EE	Am	MIL	RIn
RE	1	,10	,43**	,06	,18*	,21*	,41**
MIC		1	,64**	,67**	-0,13	,67**	,47**
RId			1	,41**	-,06	,52**	,50**
MIEE				1	,01	,61**	,56**
Am					1	-,16	0,09
MIL						1	,56**
RIn							1

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

RE= Regulación Externa; MIC= MI al Conocimiento; RId= Regulación Identificada; MIEE= MI a las Experiencias Estimulantes; Am=Amotivación; MIL= MI al logro; RIn=Regulación Introyectada

2.1. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

En este estudio sobre motivación en universitario en entornos transfronterizos, la motivación de los estudiantes de educación no parece depender del género lo que va en consonancia con Káčovský et al.

(2023), pero estos resultados pueden estar afectados por la baja representación de hombres que cursas este tipo de grados universitarios. Esta discrepancia contrasta con otros estudios, como los de Sánchez-Bolívar et al. (2022) y Manzano-Sánchez et al. (2020), que manifiestan que los hombres tienden a mostrar mayor motivación extrínseca y las mujeres intrínseca.

Por otro lado, se observa que la religión no diferencia los niveles de motivación del alumnado de educación, aunque diversos estudios sugieren que existe una conexión más profunda entre la fe religiosa y otros aspectos de la vida académica y social. Según Sokolovskaya et al. (2020), a medida que aumenta la fe religiosa, se establecen relaciones y apoyos sociales más sólidos, contribuyendo de esta manera al fortalecimiento de habilidades sociales y obteniendo beneficios que emanan de la participación en prácticas religiosas (Cohen et al., 2017).

En relación al grado de estudios universitarios, los alumnos de Primaria se motivan más con la posibilidad de obtener beneficios externos, mientras que los estudiantes de Educación Social presentan menos motivación de regulación externa, posiblemente debido al carácter motivacional de esta carrera y a la predisposición de este tipo de estudiante a ayudar al prójimo, lo que puede comprometer sus competencias para la empleabilidad (Ricci-Caballo et al., 2022).

Además, se puede destacar que los estudiantes de Educación Social tienen más regulación introyectada, lo que implica más motivación cuando comprenden la importancia de la tarea y la realizan de manera más autónoma, lo que se ajusta a su perfil y se relaciona con un estudio, que concluía que la mayor motivación se relaciona con un mayor nivel de destreza social (Fung & Chung, 2021).

Los alumnos del grado de infantil tienen menos regulación introyectada (Sánchez-Bolívar et al., 2021), puede deberse a su carácter vocacional, en muchos casos relacionado con su gusto por los niños, más que por el interés social.

En la regulación Introyectada, referida da a la autoexigencia o el deseo de evitar la culpa o la vergüenza, los alumnos del grado de primaria más motivación y los de infantil los que menos. Puede deberse a que los estudiantes del grado de infantil podrían sentir menos presión externa debido a que su ambiente educativo está más enfocado al

juego y a la exploración, mientras el alumnado del grado de primaria pueden estar más expuesto a un ambiente orientado al logro (Salvador-Ferrer et al., 2023), que establecen la motivación como una variable mediadora en la relación de influencia de las competencias conductuales sobre el compromiso.

Las motivaciones intrínsecas correlacionan entre sí y con la regulación identificada, lo que implica que los estudiantes que tienen motivación intrínseca comparten una raíz de satisfacción en interés personal en los estudios (Sánchez-Bolívar et al., 2021), mayores niveles de motivación intrínseca está asociada a mayor impulso interno para alcanzar metas y valores personales (Cho et al., 2023; Sun et al., 2022) que permiten tener una mayor capacidad para regular el comportamiento de manera identificada y en línea con sus objetivos personales.

Existe una relación recíproca entre la motivación para aprender y la sensación de capacidad para alcanzar metas y objetivos personales. En este sentido, los estudiantes con una mayor motivación no solo se sentirán más capaces de lograr sus metas, sino que también experimentarán un mayor disfrute de experiencias emocionantes y estimulantes, creando así un ciclo positivo de motivación y logro personal, que facilitan el desarrollo de una mayor capacidad de resolución de conflictos, (van der Stouwe et al., 2018), ya que aplicar estrategias de motivación implica un mejor rendimiento (Pérez-Navío et al., 2023).

Además, la Regulación Introyectada correlaciona con todas las dimensiones (Kotera et al., 2022) excepto la amotivación lo que destaca que, pese a los objetivos personales, los estudiantes también impulsan su estudios debido a las normas sociales o a las demandas de otros, como padres o docentes, y su influencia en la elección de grado de sus des-cendientes (Sanzana et al., 2023).

3. CONCLUSIONES.

Este estudio determina que la motivación no parece depender del género ni de la religión, aunque la carrera universitaria sí puede influir dependiendo del carácter vocacional de la misma o de las presiones internas externas de los estudiantes.

Además, los estudiantes con mayor motivación intrínseca tienen más capacidad para regular su comportamiento y alinearlos con sus objetivos personales, lo que se relaciona con mayor disfrute y compromiso con los estudios.

La forma en la que la motivación influye en las competencias conductuales impacta en el compromiso de los estudiantes con sus estudios.

Las principales limitaciones de este estudio han sido la muestra, que puede no ser suficiente para generalizar a una población más amplia, y el diseño transversal del estudio, que impide establecer relaciones causales entre las variables. Sería beneficioso realizar estudios longitudinales para examinar cómo cambian las motivaciones y otras variables a lo largo del tiempo.

FINANCIACIÓN

Financiación: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Formación de Profesorado Universitario (FPU22/01938).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHN, I., CHIU, M. M., & PATRICK, H. (2021). Connecting teacher and student motivation: Student-perceived teacher need-supportive practices and student need satisfaction. *Contemporary Educational Psychology*, 64, 101950. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.101950>
- ARHUIS-INCA, W., & IPANAQUE-ZAPATA, M. (2023). The Relationship Between Social Skills, Psychological Well-Being, and Academic Performance in University Students in Chimbote, Peru. *Revista Electronica Educare*, 27(2), 25-25. <https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15848>
- BALLOVÁ-MIKUŠKOVÁ, E., VEREŠOVÁ, M., & GATIAL, V. (2024). Antecedents of teachers' professional competencies. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2286813>
- CALDERÓN-CASTRO, J. A., GARRO-MENA, L., CALDERÓN-CASTRO, J. A., & GARRO-MENA, L. (2016). Interacción multinivel en estudiantes de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica. *Revista Electrónica Educare*, 20(1), 389-409. <https://doi.org/10.15359/ree.20-1.19>

- CHO, S., LEE, M., & LEE, S. M. (2023). Burned-Out Classroom Climate, Intrinsic Motivation, and Academic Engagement: Exploring Unresolved Issues in the Job Demand-Resource Model. *Psychological Reports*, 126(4), 1954-1976. Scopus. <https://doi.org/10.1177/003329412111054776>
- COHEN, A. B., MAZZA, G. L., JOHNSON, K. A., ENDERS, C. K., WARNER, C. M., PASEK, M. H., & COOK, J. E. (2017). Theorizing and Measuring Religiosity Across Cultures. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 43(12), 1724-1736. <https://doi.org/10.1177/0146167217727732>
- FAJARI, L. E. W., SARWANTO, & CHUMDARI. (2020). Student critical thinking skills and learning motivation in elementary students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 012104. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012104>
- FUNG, W., & CHUNG, K. K. (2021). The direct and indirect relationships among kindergarten children's social mastery motivation, receptive vocabulary, and socioemotional skills. *Current Psychology*, 40(11), 5559-5566. <https://doi.org/10.1007/s12144-019-00523-3>
- GONZÁLEZ OLIVARES, Á. L., NAVARRO, Ó., SÁNCHEZ-VERDEJO, F. J., & MUELAS, Á. (2020). Psychological Well-Being and Intrinsic Motivation: Relationship in Students Who Begin University Studies at the School of Education in Ciudad Real. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.02054>
- HENRIQUE-SANCHES, B. C., SABAGE, L., COSTA, R. R. DE O., ALMEIDA, R. G. DOS S., MORON, R. A., & MAZZO, A. (2023). Implications of practical activities in the Skills and Simulation Laboratory on students' motivation and feelings. *REVISTA LATINO-AMERICANA DE ENFERMAGEM*, 31, e3903. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.6397.3902>
- KÁCOVSKÝ, P., SNĚTINOVÁ, M., CHVÁL, M., HOUFKOVÁ, J., & KOUPILOVÁ, Z. (2023). Predictors of students' intrinsic motivation during practical work in physics. *International Journal of Science Education*, 45(10), 806-826. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2175626>
- KOTERA, Y., ALEDEH, M., BARNES, K., RUSHFORTH, A., ADAM, H., & RISWANI, R. (2022). Academic Motivation of Indonesian University

- Students: Relationship with Self-Compassion and Resilience. *Healthcare*, 10(10), 2092. <https://doi.org/10.3390/healthcare10102092>
- MAJALI, S. A. (2020). Positive Anxiety and Its Role in Motivation and Achievements among University Students. *International Journal of Instruction*, 13(4), 975-986.
- MANZANO-SÁNCHEZ, D., POSTIGO-PÉREZ, L., GÓMEZ-LÓPEZ, M., & VALERO-VALENZUELA, A. (2020). Study of the Motivation of Spanish Amateur Runners Based on Training Patterns and Gender. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8185. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218185>
- PÉREZ-NAVIO, E., GAVIN-CHOCANO, O., CHECA-DOMENE, L., & PRIETO, M. G.-V. (2023). Relationship between Learning Strategies and Motivation of University Students. *Sustainability*, 15(4), 3497. <https://doi.org/10.3390/su15043497>
- RADIL, A. I., GOEGAN, L. D., & DANIELS, L. M. (2023). Teachers' authentic strategies to support student motivation. *Frontiers in Education*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2023.1040996>
- RICCI-CABALLO, B., ALONSO-DIAZ, L., & MENDO-LAZARO, S. (2022). Systemic skills that predict employability in social education. *Educación XX1*, 25(2), 201-221. <https://doi.org/10.5944/educxx1.31538>
- SALVADOR-FERRER, C. M., ANDRES-ROMERO, M. P., FERNANDEZ-TORRES, M., & SALGUERO-GARCIA, D. (2023). Competencies, motivation and commitment of university students through service-learning experiences. *Espiral-Cuadernos Del Profesorado*, 16(33), 25-39. <https://doi.org/10.25115/ecp.v16i33.9192>
- SÁNCHEZ-BOLÍVAR, L., ESCALANTE-GONZÁLEZ, S., & MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, A. (2021). Análisis Motivacional del Alumnado Universitario Transfronterizo de Ceuta y Melilla. *Revista Complutense de Educación*, 32(3), 405-414. <https://doi.org/10.5209/rced.70306>
- SÁNCHEZ-BOLÍVAR, L., ESCALANTE-GONZÁLEZ, S., MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, A., & ZURITA-ORTEGA, F. (2023). Inteligencia emocional en el perfil formativo y psicosocial de los estudiantes universitarios: Una revisión sistemática. *Educatio Siglo XXI*, 41(2), Article 2. <https://doi.org/10.6018/educatio.515181>

- SÁNCHEZ-BOLÍVAR, L., ESCALANTE-GONZÁLEZ, S., & VÁZQUEZ, L. M. (2022). Motivación de los estudiantes universitarios de Ciencias de la Educación según género, cultura religiosa y habilidad social durante la pandemia de COVID-19. *Educar*, 58(1), Article 1. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1353>
- SÁNCHEZ-BOLÍVAR, L., & MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, A. (2022). Factores relacionados con la motivación del alumnado universitario e instrumentos para su evaluación: Una revisión sistemática. *Revista Electrónica Educare*, 26(2), 25.
- SANZANA, Á. G., GUERRERO, C. L., & GARCÍA, K. A. (2023). Motivaciones y percepciones que inciden en la elección de la carrera pedagógica en estudiantes chilenos. *Revista Complutense de Educación*, 34(2), Article 2. <https://doi.org/10.5209/rced.77342>
- SINGH, M., JAMES, P. S., PAUL, H., & BOLAR, K. (2022). Impact of cognitive-behavioral motivation on student engagement. *Heliyon*, 8(7), e09843. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09843>
- SOKOLOVSKAYA, I. E., POLYAKOVA, O. B., ROMANOVA, A. V., BELYAKOVA, N. V., & TERESHCHUK, K. S. (2020). Educational and professional motivation of students with various religious orientations. *European Journal of Science and Theology*.
- SUN, Y., HONG, J.-C., & YE, J.-H. (2022). The Effects of Employees' Perceived Intrinsic Motivation on Knowledge Sharing and Creative Self-Efficacy. *Frontiers in Psychology*, 12. Scopus. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.762994>
- VAN DER STOUWE, T., ASSCHER, J. J., HOEVE, M., VAN DER LAAN, P. H., & STAMS, G. J. J. M. (2018). The Influence of Treatment Motivation on Outcomes of Social Skills Training for Juvenile Delinquents. *International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology*, 62(1), 108-128. <https://doi.org/10.1177/0306624X16648130>
- VÁZQUEZ, L. M., ESCALANTE-GONZÁLEZ, S., & SÁNCHEZ-BOLÍVAR, L. (2024). Analysis of the level of social skills of students in educational science degrees in relation to gender, religion, and academic year. *Education, Sport, Health and Physical Activity (ESHPA): International Journal*, 8(1), 322-336. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10639045>

ZOU, H., YAO, J., ZHANG, Y., & HUANG, X. (2023). The influence of teachers' intrinsic motivation on students' intrinsic motivation: The mediating role of teachers' motivating style and teacher-student relationships. *PSYCHOLOGY IN THE SCHOOLS*.
<https://doi.org/10.1002/pits.23050>

ENHANCING SKILLS IN THE STUDY OF REAL ESTATE VALUATION SUBJECT. THE COLLABORATIVE WORK AS A ACTIVE METHODOLOGY OF LEARNING ¹

DRA. MARÍA PAZ SÁEZ PÉREZ
Universidad de Granada, España

ABSTRACT

Business involvement and the integration of technology have transformed education within the European Higher Education Area (EHEA). Educational institutions are tasked with providing customized solutions to address the training needs of the 21st century, ensuring students acquire essential strategies and skills. Research delves into the effectiveness of Collaborative Work, fostering interaction among students and enhancing skill development. Teaching methodologies play a significant role in shaping learning and problem-solving, encouraging autonomy and the exchange of information. Educators are transitioning into facilitators, empowering students to take on active roles in their learning. The objective is to create inclusive learning experiences that align with evolving demands. The research aims to enhance interdisciplinary competencies through collaborative efforts. Over a span of three academic years, 150 students engaged in projects focused on Valuations and Appraisals. Enhancements in teaching methodologies are vital for achieving effectiveness. A comparison of educational and professional environments highlights both disparities and similarities. Real estate valuation necessitates specialised expertise, with workflow intricacies unaffected by time or training. Structured learning methodologies underscore the importance of group collaboration, bolstering problem-solving abilities and workplace skills while integrating competencies into the learning process.

¹ This work is framed in the Teaching Innovation Project "Laboratory of previous studies and reports on built historical heritage", belonging to the Unit and Quality, Innovation and Prospective of the University of Granada. Teaching Innovation Projects and Good Practices of the FIDO UGR 2018-2020 Plan. IP: M^a Paz Sáez-Pérez. Also, it was carried out under the auspices of Research Groups RNM 0179 and HUM 629 of the Junta de Andalucía

KEYWORDS

Collaborative learning, real state valuation, transversal and professional skills, teaching experience, building engineering.

INTRODUCTION

The evolution of technology and the changing of business have brought about significant shifts in educational paradigms and processes, especially in the realm of learning (Serrano y Casanova, 2018). Consequently, modern educational institutions bear a crucial responsibility to provide customised solutions that address the evolving needs of the 21st century and equip students with the strategies, abilities, and competencies required for success (Gutiérrez y Román, 2018).

Within the context of the European Higher Education Area (EHEA) (<https://www.ehea.info>), the term "competencies" encompasses the knowledge, skills, and abilities students need to acquire during their academic journey, essential for tackling challenges in their professional domains and broader society. Since their inception, competencies have assumed a central role in higher education curricula, clearly defining the proficiencies and knowledge students should possess upon completing their academic programs. These competencies span specific disciplinary knowledge as well as cross-cutting skills, encompassing essential employability traits like teamwork, critical thinking, problem-solving, and effective communication, alongside personal attributes such as professional ethics and adaptability.

Hence, a close connection between Collaborative Work and the European Higher Education Area (EHEA) can be argued, both aiming to enhance the quality and efficacy of higher education in Europe. Collaborative Work, which involves individuals cooperating to achieve common objectives, aligns with EHEA principles by fostering student interaction, diverse learning approaches, and the acquisition of social and professional competencies.

In educational settings, collaborative work involves students collaborating on projects, tasks, or activities that promote idea exchange, problem-solving, and shared learning. This methodology has gained increased significance in higher education, reflecting the growing importance of teamwork skills in professional environments. Consequently, it is reiterated that both collaborative work and the European Higher Education Area (EHEA) share the goal of enhancing the quality and relevance of higher education, thereby preparing students to confront workplace challenges and contribute to the development of more cohesive and collaborative societies.

In line with this purpose, educational institutions have highlighted the relevance of developing cross-cutting skills focused on employability during students' university education. It is crucial to recognize that the acquisition of skills such as analysis, comparison, classification, interpretation, and deduction is closely linked to the

development of competencies and the learning of curriculum content. Likewise, the promotion of competencies is emphasized, as it empowers students to be active agents in the teaching-learning process, enabling them to generate new knowledge and solve problems. In this context, the didactic strategy proposed by the teacher, another key actor, is essential, as it influences how students learn and address the learning difficulties (García and Martínez, 2014), (García-Medina and García-Fernández, 2015).

In recent years, collaborative work has been recognized to have a significant impact on the educational field, emerging as one of the most effective ways to achieve meaningful learning and foster the exchange and development of skills and capabilities (Herrero et al, 2018). This approach has become a primary objective with the aim of establishing inclusive education in which the entire community participates systematically. Therefore, education must be based on a community approach, as collaborative work has the potential to generate substantial impact both within the educational community and in society at large, while promoting inclusion.

Overall, collaborative work has experienced development as an educational and training methodology used in various circumstances, contributing to improving quality of life (León et al., 2023). In institutional settings, it is used to support and/or drive the advancement of knowledge, leveraging all skills and fostering the development of competencies in participants of the educational process (Cerdás et al., 2020). Additionally, it promotes active interaction among individuals through a design that encourages adaptation and interdependence (Tello, 2020). Therefore, collaborative work involves addressing problem-solving or task completion together, with a shared goal that strengthens actions at both individual and group levels, fostering equitable participation.

In the university environment, collaborative learning emerges as a suitable pedagogical methodology for developing competencies, focusing teaching on groups of students with the purpose of optimizing both individual and group learning (Es-trada et al., 2019), De Espinoza et al., 2019).

From the perspective of Castillo and Suárez (2020), collaborative learning generates a type of learning that is relevant, motivating, practical, lasting, deep, and meaningful by interrelating theoretical and practical aspects, resulting in improved academic outcomes. Additionally, as indicated by Lizcano et al. (2019), collaborative learning is structured through various techniques and educational technological resources, enriching classroom dynamics in a didactic manner and generating meaningful experiences. This methodology has become essential for the teaching-learning process, enabling the implementation of an active and interactive methodology in classrooms (Agredo et al., 2020).

From the student's perspective, it is essential to highlight that collaborative learning takes place through interactions both in real-time and asynchronously, facilitating

both teamwork and individual autonomy by employing various means to share information with the group. This enables learning to occur in a participatory and shared manner (García-Chitiva, 2021).

For the teacher, they play a crucial role in adopting facilitator, guide, and collaborator roles during the teaching process, moving away from the exclusive role of knowledge transmitter. This implies that students take on an active and responsible role in achieving their established goals (Cornide-Reyes and Villarroel, 2019), allowing the teacher to perform their functions in a holistic manner (Molina and López, 2019).

Currently, classrooms are populated by a variety of students, necessitating the need to address the diverse needs of all students, driving a transformation of methodologies and educational practices towards a more student-centered approach (Kaput, 2018). In response to this diversity, teachers have observed an increase in the importance of employing actions and strategies for small group work (Hattie, 2019) and (Tomlinson, 2017). This not only addresses the heterogeneity present in the classroom but also fosters the development of skills relevant to higher education and the professions, thus improving the preparation of a wide range of students for their future.

2. COLLABORATIVE LEARNING.

As an educational strategy, collaborative learning is based on the principle of "learning by doing", offering advantages and significant opportunities to achieve this purpose. According to Diaz-Vicario and Gairín (2018), there is currently an emphasis on establishing a professional culture based on collaboration, encompassing communication, teamwork, joint reflection, and the search for shared solutions. However, Gros et al. (2009) warn that careful design of collaborative learning activities is essential and requires meticulous planning and rigorous monitoring, as simply providing a common space for work does not ensure effective communication or collaboration. Additionally, according to Chávez (2017), it is crucial to cultivate an atmosphere of trust within the group to address potential internal conflicts, becoming a mediating tool for social interaction that fosters the development of relationships among peers in an inclusive and nondiscriminatory manner, thus reducing exclusion and insecurity (Fathi, 2022).

Collaborative learning is described as an approach that connects the knowledge acquisition process with social construction of knowledge and exchange among individuals (Montellanos et al., 2021), (Benoit, 2021). Within the educational context, this approach considers that the training process and student participation are closely interconnected. According to Mende et al. (2021), the learner-centered perspective and knowledge creation suggest that a student learns actively when engaged in their own learning processes. This perspective aligns with a strategic vision in which students recognize their abilities, capacities, and knowledge, contributing to becoming active agents in learning construction by feeling valued within the working group.

In the educational context, collaborative learning emphasizes interaction among students as a fundamental element, some of the main characteristics are comment as follows.

It can be asserted that collaborative learning is a methodology that stimulates active student participation in knowledge construction, fostering interaction among peers and teamwork to achieve shared goals.

Positive interdependence involves establishing a connection among group members, clearly defining the task and team objectives so that everyone understands how to collectively reach the desired outcome. Therefore, each group member must recognize that their individual effort impacts the group's overall success (Johnson et al, 1999), (Ortíz et al., 2019).

Face-to-face communication is achieved through mutual interaction and verbal exchange among group members, requiring active and committed participation from students. It is advisable for groups to consist of a maximum of four members, as in some cases, they will serve a dual function by engaging in cooperative work, facilitating rotation in their various responsibilities. This approach aims to ensure optimal student performance (Reyes and Reyes, 2017).

Individual responsibility and personal accountability entail that the entire group is obligated to fulfill its objectives for collective benefit. Each member is responsible for completing their share of the work, avoiding relying solely on the efforts of others. The goal is to strengthen students academically and emotionally through collaborative learning teamwork, allowing for the identification of who needs more assistance or support to complete their tasks (Ortiz et al., 2019), (Garrote et al., 2019).

Regarding interpersonal skills, their development is considered crucial in student education. Social skills such as clear and precise communication, mutual support, constructive problem-solving, acceptance, and trust are practiced. These skills are essential for effective teamwork performance, aiming to achieve deeper learning outcomes (Luna, 2021).

Group assessment or self-assessment involves identifying the behaviors exhibited by each student during group work. Additionally, it is part of the assessment process for their achievements, proposing adjustments and improvements to meet established objectives (Bermejo et al., 2021).

From the educator's perspective, the introduction of collaborative tasks allows for the assessment of strategies such as: 1) assertive and relational communication skills (Howe and Mercer, 2007); and 2) the social construction of knowledge (Roura-Redondo, 2018). In this context, it is crucial to highlight the importance of designing collaborative activities in a didactic manner, aligning them with previously defined objectives according to learning needs and content, and taking into account the individual characteristics of the students (Biasutti and EL-Deghaidy, 2015), (Brindley et al. 2009), (Palomares and Cebrián, 2018).

In this approach, the teacher acts as a facilitator and guide of the process, while students assume an active responsibility in their own learning, allowing them to develop social and teamwork skills simultaneously (Marín et al., 2018), (Kirschner, 2001). Along the same lines, authors like Fernández and Valverde (2014) argue that collaborative learning promotes the improvement of communication skills, positive attitudes towards collective knowledge construction, and group cohesion (Marín et al., 2018), (Laurillard, 2012).

On the other hand, the use of collaborative work as an educational strategy is based on the principle of "learning by doing," and in this sense, the importance of Information and Communication Technologies (ICT) for its implementation is undeniable. Similarly, it can be asserted that learning communities and networks have emerged thanks to the opportunities for socialization and personal exchange provided by these technological means, thus becoming one of the most frequent alternatives for interaction and the establishment of meaningful relationships among participants (García and Gómez, 2015).

Figure 1 shows the interactions that derive from collaborative work in face-to-face teaching.

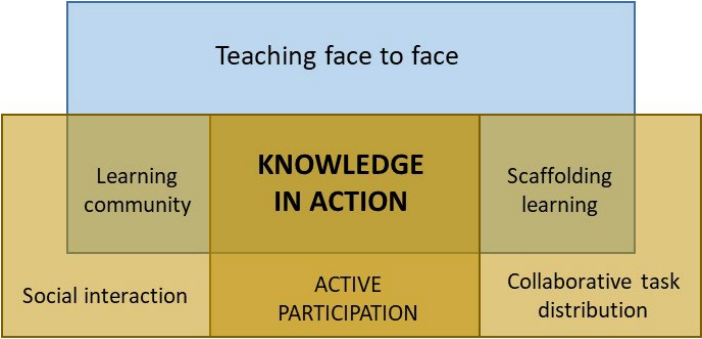


Figure 1: Interactions in collaborative learning
Source: Own authorship

Within the benefits of collaborative project development, the contribution proposed by researchers such as Power and Handley (2019) stands out, who suggest that these activities facilitate the interdisciplinary integration of content in the European Higher Education Area (EHEA). Additionally, the results of other studies indicate that students greatly value both the knowledge acquired and the challenges faced in this method of work (De Hei et al., 2020), (Koivuniemi et al., 2018).

Furthermore, the use of collaborative work emerges as a prominent tool to promote student autonomy (Fernández and Valverde, 2014), (Laurillard, 2012). This autonomy is strengthened through debates that arise during decision-making, simultaneously facilitating the previously mentioned social construction of knowledge. In this context, it is vital to establish stimulating work environments based on trust

and respect, aiming to encourage all team members to feel like active participants and to express their opinions and ideas effectively (Carrió, 2007), (Voogt, et al.,2015).

In this study, the need to improve and advance in educational work led to proposing an innovation in the teaching-learning process to achieve greater effectiveness. To achieve this, a fundamental description of the identified situation was made both in the educational field and in professional practice. By comparing both, it was possible to identify disparities and seek areas of agreement.

From a professional perspective, the field of real estate valuation as a specialty demands a high level of specific knowledge and experience. Therefore, the professionals involved must be specialists in the field and capable of facing the different situations that each case and purpose require. In real practice, according to Voogt (2015), Jonassen and Hung (2008), (Sáez-Pérez, 2022), cases often present "vaguely defined goals, multiple solutions, diverse solution pathways, and unspecified constraints," and unforeseen events are common. Additionally, the criteria for evaluating solutions can be subjective, vary over time, or even be unknown until the end of the process. Likewise, in this type of intervention, professional activity does not follow a linear sequence in terms of difficulty; that is, it does not necessarily increase in complexity as time, training, and knowledge of the technician carrying out the activity pass.

Experience in the educational field confirms that problems, cases, or situations presented often come with well-defined and strategically designed approaches to address specific learning objectives. These cases are often formulated to restrict, limit, or solve problems within a specific context, typically recognizing a single solution and following a progressive and linear learning approach, greatly simplifying the complexity of the environment. Additionally, it is common for these scenarios not to consider external factors, remaining closed to possible external influences. Sometimes, the lack of specialists in specific areas can lead to the omission of relevant details for their resolution.

In line with the ideas presented by the ABET (2018) and National Academy of Engineering, the importance of integrating participation in solving authentic and complex problems or cases into the education of future professionals is emphasized. This implies cultivating the ability to recognize, formulate, and solve problems, as well as defining and addressing situations using technical and professional knowledge foundations, with a focus on "addressing genuine technical problems" (National Academy of Engineering). Therefore, curriculum plans aimed at fostering the development of professional competencies should focus on strengthening technical-analytical skills and problem-solving.

From the perspective of faculty, historically, university teaching has focused on lectures, where the instructor was responsible for presenting concepts to students during classes. In this approach, students worked individually, with limited participation in their own learning process in the classroom. This method has resulted in graduates facing an intensive adaptation period when entering the workforce, not

only in terms of acquiring new technical knowledge but also in the development of teamwork skills. The continuous pursuit of improvements has motivated the exploration of experiences by various authors, such as Revilla-Cuesta et al. (2020), Revilla-Cuesta (2021), Hopster et al. (2019), Yan et al. (2018), Hortiguuela and Pérez (2016), with the aim of enhancing and enriching methodological proposals in the field of studies related to this topic.

3. GOALS.

After conducting a thorough literature review and considering the specific context of technical careers in higher education, two critical aspects requiring attention were identified. Firstly, it was essential to deepen students' mastery of knowledge, partly achieved through the teaching of theoretical content and the completion of simulated practices. Secondly, a notable lack of professional experience among students was observed, underscoring the importance of providing them with opportunities to familiarize themselves with the work environment and gain practical knowledge of their future profession. In response to these identified needs, objectives were established in two areas: one focused on student training and professionalization, and the other on teaching and research activities through the implementation of collaborative work methodology.

In the educational and professional realm, the main objective was to prepare students for their future career path by developing broad skills within their field of study, known as transversal competencies according to the curriculum. However, beyond simply solving practical exercises, the aim was to establish a solid framework for the development of these competencies, as well as to motivate students to apply the acquired knowledge in developing other skills relevant to their profession. Additionally, an evaluation system was implemented to verify the impact of the methodology and the improvements introduced in skills development and competency acquisition.

In the teaching and research domain, the need to establish links with reality and develop new methodologies was identified as a priority. This involved integrating various work dynamics, some of which had already been explored by the authors previously, while others were presented as innovations in the educational field. Existing literature evidenced that these proposals not only focused on learning objectives but also aimed to address broader and more fundamental challenges for professional training. Therefore, it was decided to tackle these challenges through collaborative teamwork.

Based on these premises, the main objective of the research was to enhance transversal competencies through collaborative work, without neglecting the mastery of fundamental concepts and testing the effectiveness of the methodology. The specific objectives outlined were as follows:

- Investigate the attitudes and willingness of Building Degree students towards collaboration in work, as well as examine the tools and resources employed for this purpose.

- Evaluate both the benefits and obstacles associated with the use of collaborative work as a learning strategy to promote professional competencies.
- Identify potential training areas related to the ability to work collaboratively, a fundamental aspect of professional competencies.

4. METHODOLOGY.

In this section, the implemented experience is described in detail, along with the necessary elements for a comprehensive understanding of the achieved results.

The innovation was developed over three academic periods within the subject "Valuations," corresponding to the final year of the Building Degree at the University of Granada, with a workload of six credits (ECTS). Given the practical approach of this subject and its professional recognition as established by the Professional Attributions Regulation (Ley 12/1986), as well as the topics addressed, the opportunity to employ various methodologies in the classroom, including collaborative work, is provided. This allows for the advancement of professional skills and the fostering of teamwork capacity among students. It is relevant to note that students in their final year identify specific training needs, mainly in terms of specialization, covering cross-cutting aspects related to fundamental professional practices.

4.1. PARTICIPANTS

In this project, students enrolled in the subject where the innovation proposal was implemented participated, totaling 157 students over 3 academic years, with an approximate annual average of 50 students. The intervention duration was one semester.

To achieve the established goals, practical work was organized into heterogeneous collaborative groups of three people each. These groups included both regular course students and those who were undergoing an adaptation course, who already held a previous degree and, in some cases, professional experience. The same methodology was applied to all of them, which is described below.

4.2. PROCEDURE

Students worked in groups of 3, with each subgroup assigned a case study. During the first session, the professor introduced the activity, which involved addressing real cases, as well as the teaching methodology to be implemented, along with the expected objectives. During this initial session, questions were asked to understand the scenario to be addressed, tasks were defined, the team was organized, and the assessment system was explained. Additionally, fundamental concepts related to this working methodology were presented to provide a deeper understanding and facilitate its application both in the subject's practices and in future professional life. Recommendations were provided to enhance both learning and familiarity with relevant digital and documentary techniques and resources for the proposed activity. These recommendations included leveraging Information and Communi-

cation Technologies (ICT) to carry out work synchronously or asynchronously, using work documents (such as templates, minutes, forms), and organizing meetings outside the classroom.

4.3. CHRONOLOGY

Regarding the timeline, no intermediate stages were established to carry out partial activities, opting to address the entire necessary process in a single time block. Only the start and end dates for the submission of proposals were defined, providing an approximate calendar that was adjusted according to specific needs.

During the following weeks, students dedicated themselves to solving the assigned activity, which involved searching for relevant information sources, collecting data relevant to the case resolution, and collaborating with their team peers to address the problem, as well as preparing their oral presentations. During this period, participants had total autonomy to investigate other similar real-life cases. During the face-to-face classes in which students worked on their cases, the professor collaborated by facilitating group discussions and answering questions and doubts.

The last two weeks were reserved for the presentation, exhibition, and defense of the proposals developed by each subgroup. It is important to note that the feedback received in this phase did not necessarily imply finding a correct solution but rather recognizing the work process, progress, and improvements in learning through collaborative work.

4.4. DATA COLLECTION AND ANALYSIS METHODS

In this study, questionnaires (surveys) were used as both quantitative and qualitative tools. The choice of quantitative methods was based on the collection of data expressed numerically, facilitating analysis through frequencies, averages, and standard deviations. A structured questionnaire was designed with two sections: the first addressed qualitative aspects through six sets of open-ended questions about the concept, benefits, difficulties, team roles, and resources used during the assigned activity. In the second section, a quantitative analysis was carried out through 15 closed-ended Likert scale questions, where numerical values from one to five were assigned, with corresponding descriptions: 1 = totally disagree, 2 = disagree, 3 = neither agree nor disagree, 4 = agree, and 5 = totally agree. The initial questionnaire was validated by the three professors participating in the research. The questionnaires were completed anonymously at the end of the subject. To maintain the confidentiality of responses and participant communication in the qualitative analysis, a coding system was implemented.

In Figure 2 the schematic of the methodological proposal developed as an experience of teaching innovation is shown.

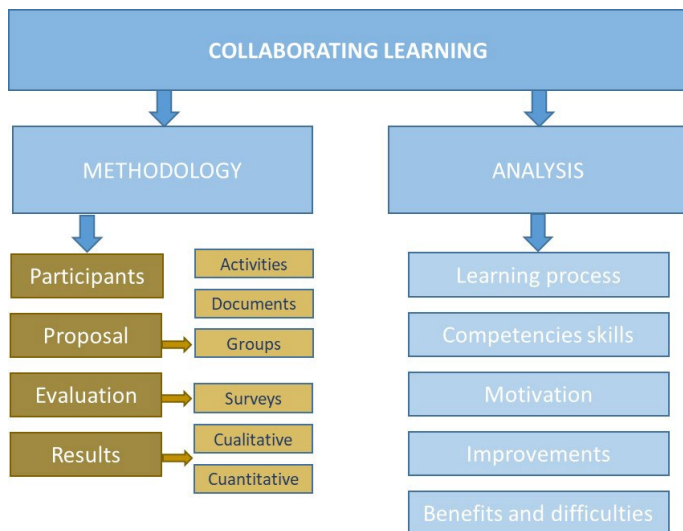


Figure 2: Collaborative learning framework in the innovative experience
Source: Own authorship

5. RESULTS AND DISCUSSION.

After concluding the experience, the results derived from the evaluation of the subject and the experience itself are presented. It is important to note that the analysis is conducted jointly for the three academic years, as it was not possible to assess the same students in different courses, except for those who repeated or enrolled for the second time. Following the structure of the study, the analysis of the results is divided into two main sections.

In the first section, the information collected in the set of open-ended questions is detailed and evaluated, constituting the qualitative component of the research. The results are presented in Tables 1 to 5, where the frequency of occurrence (FO%) and the relative frequency (RF) with respect to the total participants (calculated using the formula FO/n , with $n=157$) are grouped for each item. These items reflect the participants' perception regarding collaborative work, the benefits obtained, identified improvements, assigned roles, participation, and resources used during the application of the methodology.

In the second section, the results of the quantitative component of the research are shown (see Table 6), in which the closed-ended responses are quantified to evaluate collaborative work through the mean value and standard deviation (SD), as well as the percentage of participants who assigned the highest values.

In addition to the data obtained in the different items, it is essential to understand the analysis that students make about the applied methodology. This includes their

knowledge and opinion about collaborative work, perceived benefits, identified improvements, experienced difficulties, and the way of implementing teaching innovation with the available resources and within the established time frame. This information provides a deeper understanding of students' impressions and the effectiveness of the methodology in improving teaching, as well as their perception when implemented in the professional environment. This feedback is valuable for the participating faculty, contributing to the continuous improvement of the methodological application. Below are the mentioned results, accompanied by some examples of responses provided by the students who were part of the experience in each group of items for the set of open-ended questions.

5.1. SECTION 1: QUALITATIVE ANALYSIS

The results of the set of questions related to the "Concept of collaborative work" [GROUP 1] are detailed in Table 1, validating that the majority of respondents have an adequate understanding of this concept. It is observed that they associate it with teamwork, social commitments, and improvements in results.

Table 1. Results of the open survey about "Concept of collaborative work"

1. Concept of collaborative work			
	ITEMS	FO (%)*	RF (%)*
1.1	Professional competence	3.10	0.03
1.2	Common objectives	15.90	0.75
1.3	Effective and quality results	4.86	0.08
1.4	Social interaction	35.14	1.11
1.5	Cooperation and active participation	41.00	1.62
(*) FO: Frequency of occurrence; RF: Relative frequency			

Source: Own authorship

In contrast to the mentioned utility implications, only a few responses were found that established a relationship between the concept of collaborative work and "professional competence" (item 1.1), which future graduates must acquire as part of their training.

Regarding the "Common team objectives" (item 1.2), it is confirmed that they are considered intrinsic characteristics of this type of work and, therefore, serve as a starting point for its development. Additionally, students agree that to understand the common objectives of a project or activity, it is necessary to first understand what needs to be done and what goal is sought to be achieved, as well as to coordinate tasks. Consequently, they emphasize that the lack of consideration of these issues could lead to complications.

Regarding the item "Effective and quality outcomes" (item 1.3), most responses are positive, even ensuring that they manage to obtain better results and in less time.

Regarding "social relationship and interaction" (item 1.4), the responses highlight the importance of this type of activity and explain that it is crucial for improving interpersonal relationships. By working in groups, they develop respect for others, learn to listen, and strengthen participation, sharing ideas, and dialogue.

In the last item of this section, "Cooperation and active participation" (item 1.5), the relevance of the approach presented to students to reflect on and define the concept of collaborative work is confirmed. In the majority of responses, the results confirm the importance of the participation of all team members, indicating that it is a good option to improve their learning.

With regard to the set of questions related to the "Benefits of collaborative work" (Group 2), the following table shows the results obtained.

Table 2. Results of the open survey about "Benefits of collaborative work"

2. Benefits of collaborative work			
	ITEMS	FO (%)*	RF (%)*
2.1	Equitable task distribution	23.35	0.50
2.2	Professional competence	1.15	0.04
2.3	Effective and quality results	8.50	0.47
2.4	Collaborate and learn	14.67	0.68
2.5	Social interaction-knowledge	52.33	1.70
(*) FO: Frequency of occurrence; RF: Relative frequency			

Source: Own authorship

In this context, students perceive "equitable distribution of tasks" (item 2.1) as one of the main advantages. Moreover, they observe that, as far as possible, each member can take on tasks they excel at.

Regarding the item "Collaborate and learn" (item 2.4), students reiterate the importance of collaboration, viewing learning as an integral part of their academic journey. This is particularly noteworthy given that most of them, being final-year students, do not focus solely on assessment.

They consider learning as a crucial part of their academic stage. This is particularly noteworthy as most of them, being final-year students, do not solely focus on evaluation.

Concerning the item "Social interaction-knowledge" (item 2.5), participants argue that collaborative work relies on optimal social interaction. This viewpoint is evident in numerous opinions, stressing the significance of relationships with fellow

participants and how shared knowledge among members offers additional opportunities to the group.

Finally, among the highlighted benefits, which align with items in group 1, are the importance of professional competence and the perceived enhancement of results as more effective and of higher quality.

To identify potential challenges during the experience (refer to Table 3), students were tasked with addressing any issues encountered when implementing this learning methodology.

Table 3. Results of the open survey about "Difficulties of collaborative work"

3. Difficulties of collaborative work			
	ITEMS	FO (%)*	RF (%)*
3.1	Lack of time	30.66	0.40
3.2	Lack of commitment	24.57	0.67
3.3	Lack of consensus	38.18	0.51
3.4	Other problems	4.81	0.35
3.5	No difficulties	1.78	0.03
(*) FO: Frequency of occurrence; RF: Relative frequency			

Source: Own authorship

One of the most outstanding difficulties is the "lack of time" [item 3.1], a concern supported by researchers as they recognise that the implementation of the Bologna plan has led to an increase in the practical workload for university students in various subjects. This creates difficulties in planning their schedules and times to carry out projects for the subjects they are studying.

Regarding the "lack of commitment" [item 3.2], it is confirmed that students acknowledge the absence of responsibility and commitment in the development of the experience, which affects the execution of tasks. This aspect adds to the lack of coordination and organisation.

Another major difficulty is identified with the "lack of consensus" [item 3.3], which manifests itself from the beginning when the group must design actions to carry out a task or subsequently, when discrepancies arise in organisation and planning, or simply, coordination during the development of the work.

Lastly, in the "Other problems" item [item 3.4], students indicate that they recognise the existence of other issues, but that these occur sporadically.

Moreover, some students even confirm that in some cases they do not recognise the existence of difficulties [item 3.5].

Another important aspect in the study of this teaching methodology relates to the "Roles adopted in collaborative work" (GROUP 4), where both coordination tasks

and those derived from the work to be carried out are fundamental, as well as the role played by each team member. The results are shown in Table 4.

Table 4. Results of the open survey about "Roles adopted in collaborative work"

4. Roles adopted in collaborative work			
	ITEMS	FO (%)*	RF (%)*
4.1	Lack of time	30.66	0.40
4.2	Lack of commitment	24.57	0.67
4.3	Lack of consensus	38.18	0.51
4.4	Other problems	4.81	0.35
(*) FO: Frequency of occurrence; RF: Relative frequency			

Source: Own authorship

In this case, only a small group of students consider that they have not taken on a specific role, while approximately a third confirm that the development of functions was carried out through consensus and equitable distribution of work.

On the other hand, some students indicate that specific tasks were indeed assigned among them to avoid duplication of functions and maximize efficiency. In this regard, each team member played a specific role, such as coordinator, secretary, writer, among others.

The use of Information and Communication Technologies (ICT) is recognised as an indispensable tool for university students, being necessary for the design and elaboration of study material and continuous assessment. When asked about the use and intensity of ICT (group 5), all students confirmed that it turned out to be a key tool for the advancement of the project.

Table 5. Results of the open survey about "Resources used in collaborative work"

5. Resources used in collaborative work			
	ITEMS	FO (%)*	RF (%)*
5.1	General ICT tools	54.64	1.21
5.2	Communication-organization-discussion tools	20.91	0.62
5.3	Document work tools	12.87	0.36
5.4	Documents to manage the equipment and results	11.58	0.21
(*) FO: Frequency of occurrence; RF: Relative frequency			

Source: Own authorship

In their responses, the participants confirmed the use of technological tools and other resources for task organization and communication in non-face-to-face work situations [item 5.1 and 5.2].

Regarding the tools used to carry out the work [item 5.3] and the documents employed for team management (minutes, summaries, etc.), all students acknowledged the utility of such tools, mostly conventional ones like Word, Excel, and other image processors. Additionally, they highlighted that the documents intended for team management [item 5.4] were very helpful in correcting possible flaws or errors and contributed to the organization of work.

After analyzing the qualitative results, it is concluded that students perceive collaborative work as a joint effort towards the completion of a common project. In this context, all participants actively collaborate, contributing ideas through effective social interaction and sharing objectives to achieve satisfactory results. Furthermore, they consider this methodology favors their learning, even in the development of professional competencies.

5.2. SECTION 2: QUANTITATIVE ANALYSIS

In this section, the results derived from the quantitative analysis of the research are exhibited, allowing the evaluation of collaborative work through the calculation of the mean and the standard deviation (SD). The use of statistical data to describe the sample has been prioritized, highlighting the mean of the values provided by the participants, the standard deviation to have a group perspective, and the percentage of participants who rated four (DA = agree) and five (TA = totally agree) for each item.

Special attention is paid, in this analysis, to the statistical data characterizing the sample, emphasizing the mean values and their standard deviation obtained from the ratings assigned by the students to each item. Additionally, the percentage of responses indicating "totally agree (TA)" and "agree (DA)" is presented, providing a detailed understanding of the level of agreement of the participants with each statement.

The analysis reveals that 53% of the items receive a rating above 4, reflecting the recognition and importance attributed to the issues addressed. Particularly noteworthy is the satisfaction with the results obtained through collaborative work, scoring 4.80. These items reflect the acknowledgment of learning facilitated by this methodology, the progress experienced, the interaction among team members, and the relevance of opinions in the thematic development and presentation of work. Especially highlighted is the value assigned to the use of real cases and the utility of the professional approach in project development, with scores exceeding 4.50 points.

On the other hand, around 33% of the items receive values around 3, indicating a moderate perception of the effectiveness of group work, content assimilation, and the assessment of responsibility within the team. The importance of improving the ability to justify decisions and organize specific areas is emphasized.

Table 6. Overall assessment of collaborative work

6. Overall assessment of collaborative work			
	ITEMS	$\bar{X}$	SD
6.1	The interaction among peers has improved.	6.12	0.87
6.2	I have learned to respect the opinions of my peers.	5.20	0.62
6.3	I have learned to justify my decisions and argue my opinions.	2.95	0.39
6.4	It has helped us plan ahead of time to complete the assignments.	3.04	0.27
6.5	The effectiveness of group work has been satisfactory.	5.33	0.49
6.6	All group members have actively participated almost all the time.	3.17	0.57
6.7	It has helped me better assimilate the contents of the subject.	7.08	0.76
6.8	I am satisfied with the results obtained from working collaboratively.	15.05	1.21
6.9	There has been a lack of coordination, and roles within the work group were not clear.	5.47	0.53
6.10	I consider myself responsible for the results of the collaboratively performed practice.	7.58	0.73
6.11	I believe that working collaboratively is essential in the training of Building Engineering professionals.	7.11	0.69
6.12	Progress has been made in theoretical and practical knowledge.	5.39	0.72
6.13	Real cases help recognize professional teamwork.	8.01	0.82
6.14	I acknowledge progress in formal and presentation matters.	6.72	0.85
6.15	The proposed methodology allows contact with professional reality.	11.78	1.03
(*) $\bar{X}$: Average; SD: Standard deviation; DA: Agree; TA: Totally agree			

Source: Own authorship

The lowest values are assigned to aspects related to participation and discussion of opinions (14%), the type of active participation that is not always recognized within the group, and the lack of coordination and role assignment, an issue that is not frequently addressed in other subjects during their education.

Items with values close to 3 (approximately 33% of the total) highlight the perceived effectiveness of group work, the ability to assimilate the content covered, and the importance attributed to responsibility within the team. The need to improve the ability to justify decisions and organize thematic areas more effectively is emphasized.

On the other hand, the lowest values are assigned to aspects related to participation and discussion of opinions (14%), the type of active participation that is not always recognized within the group, and the lack of coordination and role assignment. This latter issue is rarely addressed in assignments in most subjects during the group's education, highlighting a gap in the traditional teaching and learning approach.

6. CONCLUSIONS.

The results and the innovation experience underscore the need and importance of incorporating structured learning approaches to address solutions linked to professional areas, with a particular focus on the benefits derived from interaction among team members.

Collaborative work facilitates interaction among team members, fostering autonomy and collaboration. Its advantages are manifested not only in terms of assessment but also in the acquisition of professional competencies and skills, integrating formatively into the learning process of students in technical disciplines.

For the majority of students, collaborative work implies coordination and cooperation among team members, promoting social interaction based on dialogue and active listening to opinions. The importance of assimilating content both individually and as a team is highlighted, an aspect that has not always been addressed in the past. The methodology is presented as a system for learning skills beyond the classroom, and by the end of the study, this idea was widely accepted.

The recognized difficulties highlight the utility and necessity for students to assume responsibilities as part of the team, especially in activities that go beyond simple task delivery. The importance of recognizing roles within teams, coordinating, and planning work together to achieve common objectives is emphasized.

From the perspective of tools, advancements in information and communication technology are crucial, relating to the features available in online environments and the changes in prior knowledge and technological experience applied by students in collaborative learning.

The use of ICT and other tools promotes team participation, whether synchronously or asynchronously, allowing members to interact until solutions are found according to the proposed activity (Sáez-Pérez et al. 2021a). Virtual environments offer significant opportunities in the university educational context beyond the student-student relationship.

In addition to the mentioned results, other benefits of interaction and skills development are recognized, such as student-teacher interaction, which facilitates addressing professional issues in addition to the activities themselves. The increase in student responsibility, mutual learning, and preparation for future professional work situations are also highlighted.

Motivation and confidence to participate play a crucial role in the importance of these benefits (Osman and Warner, 2020). Exchanges involving responses, questions, and justifications require participants to assume various functional and participatory roles, and improvements in assessment results are recognized. The results show that student activity is an effective indicator for assessing the quality of group interaction, not forgetting the development of social interaction competencies, especially useful for those students with difficulties in developing social skills.

It is evident that the progress achieved is not exclusively the result of this innovation but is part of a set of strategies (Sáez-Pérez, 2018), (Sáez-Pérez, et al., 2021b). In this case, it stands out as the main one for recognizing skills during teamwork and the ability to solve problems and situations in the workplace.

The final conclusions of this study allow us to affirm that collaborative work is based on common goals that are assumed as part of collective responsibility and participation, which in turn allows configuring organizational conditions, thus generating a culture of professionalization to improve student training. On the other hand, it contributes to improving the quality of teaching, as this methodology represents an excellent formative opportunity to implement competencies and content in the learning process.

REFERENCES

- Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), criteria for accrediting engineering programs 2017–2018, <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/accreditation-policy-and-procedure-manual-appm-2017-2018/>
- AGREDO-DELGADO, V., MELENJE, P.H.R., COLLAZOS, C.A., MOREIRA, F., FARDOUNE, H.R. (2020). Methodological guidelines catalog to support the collaborative learning process. *Education in the Knowledge Society*, 21, 51–516. <https://doi.org/10.14201/eks.22204>
- BENOIT, C. (2021). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la producción de textos escritos. *Praxis & Saber*, 12(30), e11930. <https://doi.org/10.19053/22160159>.
- BERMEJO DÍAZ, J. M., PULIDO SALAS, D., GALMES-PANADES, A. M., SERRA PAYERAS, P., VIDAL CONTI, J., PONSETI VERDAGUER, F.J. (2021).

Physical Education and university: Evaluation of a teaching experience through cooperative learning, *Retos*, 39 (2021) 90-97.

BIASUTTI, M., EL-DEGHAIDY, H. (2015). Interdisciplinary project-based learning: an online wiki experience in teacher education. *Technology, Pedagogy and Education*, 24(3), 339-355.

<https://doi.org/10.1080/1475939X.2014.899510>

BRINDLEY, J.E., WALTI, C., BLASCHKE, L.M. (2009). Creating effective collaborative learning groups in an online environment. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 10(3), 1–18.
<https://www.irrodl.org/index.php/irrodl/>

CARRIÓ PASTOR, M.L. (2007). Ventajas del uso de la tecnología en el aprendizaje colaborativo. *Revista Iberoamericana De Educación*, 41(4), 1-10.
<https://doi.org/10.35362/rie4142447>

CASTILLO, I., SUÁREZ, B. (2020). Una experiencia inclusiva de aprendizaje cooperativo: Fomentando habilidades para el empleo en la universidad. *Siglo cero revista española sobre discapacidad intelectual*, 51(2), 55.
<https://doi.org/10.14201/scero20205125572>

CERDAS, V., MORA, A., SALAS, S.E. (2020). Educación remota en el contexto universitario: necesidad del trabajo colaborativo para la mediación pedagógica docente en tiempos de COVID. *Revista Electrónica Educare* 24, 1–4. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.24-s.9>

CHÁVEZ, D. (2017). El mejoramiento de las relaciones interpersonales en la educación preescolar a través del trabajo colaborativo. *Educando para educar*, 34, 73-81.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7186604>

CORNIDE-REYES, H. VILLARROEL, R. (2019). Método para Promover el Aprendizaje Colaborativo en Ingeniería de Software. *Formación Universitaria*, 12(4) 3–12.
<https://doi.org/10.4067/s071850062019000400003>

DE ESPINOZA, I., MUÑOZ, Y., TORREGO, J.C. (2019) Implicaciones de la formación del profesorado en aprendizaje cooperativo para la educación inclusiva. *Profesorado* 23(4) 128–151.
<https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i4.9468>

DE HEI, M., TABACARU, C., SJOER, E., RIPPE, R., WALENKAMP, J. (2020). Developing Intercultural Competence Through Collaborative Learning in International Higher Education. *Journal of Studies in International Education* 24(2), 190-211. <https://doi.org/10.1177/1028315319826226>

DÍAZ-VICARIO, A., GAIRÍN, J. (2018). Grupos de Creación y Gestión del Conocimiento en Red en un Programa de Perfeccionamiento en

- Docencia Universitaria. RED. *Revista de Educación a Distancia* 57(5), 1-20.
- ESTRADA, J.A.C, GONZÁLEZ-MESA, C.G., LLAMEDO, R., MARTÍNEZ, B.S., PÉREZ, C.R. (2019). The impact of cooperative learning on peer relationships, intrinsic motivation and future intentions to do sport. *Psicothema* 31(2) 163–169. <https://doi.org/10.7334/psicothema2018.305>
- FATHI SIDIG SIDGI, L. (2022). The Benefits of using Collaborative Learning Strategy in Higher Education. *International Journal of English Literature and Social Sciences*, 7(6) <https://doi.org/10.22161/ijels>
- FERNÁNDEZ, M., VALVERDE, J. (2014). Comunidades de práctica: un modelo de intervención desde el aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *Revista Comunicar*, 42, 97-105. <https://doi.org/10.3916/C42-2014-09>
- GARCÍA, A., GÓMEZ, V. (2015). Evaluación de una experiencia de aprendizaje colaborativo con TIC desarrollada en un centro de educación primaria. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 51, 1-12. <https://doi.org/10.21556/edutec.2015.51.200>
- GARCÍA, S., MARTÍNEZ, C. (2014). La importancia de las habilidades cognitivo-lingüísticas asociadas al estudio de la astronomía desde la perspectiva del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 179-197. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v32-n1-garcia-barros-martinez-losada>
- GARCÍA-CHITIVA, M.D.P. (2021). Aprendizaje colaborativo, mediado por internet, en procesos de educación superior. *Revista Electrónica Educare*, 25(2) 1–19. <https://doi.org/10.15359/ree.252.23>
- GARROTE, D., JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, S., MARTÍNEZ-HEREDIA, N. (2019). El Trabajo Cooperativo como Herramienta Formativa en los Estudiantes Universitarios. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, 17(3), 41–58. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.3.003>
- GROS, B., GARCÍA, I., LARA, P. (2009). El desarrollo de herramientas de apoyo para el trabajo colaborativo en entornos virtuales de aprendizaje. *RIED*, 12(2), 115-138.
- GUERRERO, H. POLO, S., ROYERT, J.M., ARIZA, P. (2018). Trabajo colaborativo como estrategia didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico. *Opcion*, 34(86), 959–986. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ped/article/view/12501
- GUTIÉRREZ-PORLÁN, I., ROMÁN-GARCÍA, M., SÁNCHEZ-VERA, M. (2018). Estrategias para la comunicación y el trabajo colaborativo en red de los estudiantes universitarios. *Revista Comunicar* 54, 91-100. <https://doi.org/10.3916/C54-2018-09>

- HATTIE, J. (2019). Visible Learning MetaX [Data set]. Corwin Visible Learning Plus. <http://www.visiblelearningmetax.com/>
- HOPSTER-DEN OTTER, D., WOOLS, S., EGGEN, T.J.H.M., VELDKAMP, B. P. (2019). A General Framework for the Validation of Embedded Formative Assessment. *Journal of Educational Measurement*, 56(4), 715-732.
- HORTIGÜELA ALCALÁ, D., PÉREZ PUEYO, Á. (2016). Peer assessment as a tool for the improvement of the teaching practice. *Opcion*, 32(7), 865-879.
- HOWE, C., MERCER, N. (2007). Children's social development, peer interaction and classroom learning (Research Survey 2/1b), (2007). *The Cambridge Primary Review Trust*: www.primaryreview.org.uk
- [HTTPS://WWW.EHEA.INFO/UPLOAD/DOCUMENT/MINISTERIAL_DECLARATIONS/EHEAPARIS2018_COMMUNIQUE_APPENDIXIII_952778.PDF](https://www.ehea.info/upload/document/ministerial_declarations/EHEAPARIS2018_COMMUNIQUE_APPENDIXIII_952778.PDF)
- JOHNSON, D.W., JOHNSON, R.T., HOLUBEC, E.J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula-Cooperative Learning in the classroom. In (Ascd). <https://www.ucm.es/data/cont/docs/1626-2019-03-15-JOHNSON%20El%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20el%20aula.pdf>
- JONASSEN, D.H., HUNG, W. (2008). All problems are not equal: Implications for Problem-based learning. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning* 2(2), 6-28.
- KAPUT, K. (2018). Evidence for student-centered learning [Report]. *Education Evolving*. <https://www.educationevolving.org/files/Evidence-for-Student-Centered-Learning.pdf>
- KIRSCHNER, P. (2001). Using integrated electronic environments for collaborative teaching/learning. *Learning and Instruction*. 2 (2001), 1-9. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(00\)00021-9](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(00)00021-9).
- KOIVUNIEMI, M., JÄRVENOJA, H., JÄRVELÄ, S. (2018). Teacher education students' strategic activities in challenging collaborative learning situations. *Learning, Culture and Social Interaction* 19, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2018.05.002>.
- LAURILLARD, D. (2012). Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology. London: Routledge.
- LEÓN QUISPE, K., SANTOS SEBRIÁN, A., ALONZO YARANGA, L. (2023). Horizontes. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación* 7(29),1423-1437. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i29.602>
- Ley 12/1986, de 1 de abril, sobre regulación de las atribuciones profesionales de los Arquitectos e Ingenieros técnicos. <https://www.boe.es/eli/es/l/1986/04/01/12>

- LIZCANO-DALLOS, A.R., BARBOSA-CHACÓN, J.W., VILLAMIZAR-ESCOBAR, J.D. (2019). ICT-aided collaborative learning: Concept, methodology and resources. *Magis* 12(24) 5-24. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m12-24.acat>
- LUNA, J.C. (2021). El aprendizaje colaborativo en la enseñanza de la Matemática a nivel de pregrado. *Delectus*, 4(1), 129–138. <https://doi.org/10.36996/delectus.v4i1.71>
- MARÍN, V.I., ASENSIO-PÉREZ, J.I., VILLAGRÁ-SOBRINO, S., HERNÁNDEZ-LEO, D., GARCÍA-SASTRE, S. (2018). Supporting online collaborative design for teacher professional development. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(5), 571-587. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2018.1547787>
- MENDE, S. PROSKE, A. NARCISS, S. (2021). Individual preparation for collaborative learning: Systematic review and synthesis. *Educational Psychologist*, 56:1, 29-53, <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1828086>
- MOLINA, C., LÓPEZ, F. (2019). Trabajo colaborativo docente: nuevas perspectivas para el desarrollo docente. *Psicología Escolar e Educacional*, 23. <https://doi.org/10.1590/2175-35392019017926>
- MONTELLANOS-SOLÍS, A. R., MELUZKA GARCÍA-RIVEROS, J., FUERTES-MEZA, L.C., MENDEZ VERGARAY, J., FLORES, E. (2021). Collaborative learning an active methodology in Long distance education. *Theoretical review Natural Volatiles & Essent. Oils*, 8(4), 2443-2457.
- National Academy of Engineering, <https://www.nae.edu/>
- ORTIZ, J.R.M., LANDA, A.J.C., FLORES, I.A.R., ARRIJOA, I.E.R. (2019). Propuesta metodológica para el trabajo colaborativo en autoevaluaciones de acreditación utilizando herramientas digitales. *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, 6(2), 68–75. <https://doi.org/10.32671/terc.v6i2.96>
- OSMAN, D.J., WARNER, J.R. (2020). Measuring teacher motivation: The missing link between professional development and practice. *Teaching and Teacher Education*, 92, 103064.
- PALOMARES, A. CEBRIÁN, A., GARCÍA, A.R. (2018). Integración de herramientas TIC de la Web 2.0 en el campus virtual universitario de la UCLM. (Estudio inter-sujetos). *Revista de Estudios y Experiencias en Educación* Número Especial, 3, 103-113. https://doi.org/10.21703/rexe.Especial3_20181031139
- POWER, E.J., HANDLEY, J. (2019). A best-practice model for integrating interdisciplinarity into the higher education student experience. *Studies in Higher Education*, 44(3), 554-570, <https://doi.org/10.1080/03075079.2017.1389876>

- R. GARCÍA-MEDINA, R., GARCÍA-FERNÁNDEZ, J. (2015). Cooperar para enseñar, aprender cooperativamente. *REIRE: Revista D'innovació i Recerca en Educació*, 8(2), 230-241. <https://doi.org/10.1344/reire2015.8.28217>
- REVILLA-CUESTA, V. (2021). Aprendizaje colaborativo en ingeniería como herramienta para la adaptación al entorno laboral: análisis de un caso práctico. In A.L. González-Hermosilla (Coord.), *Reflexiones y propuestas para los desafíos de la educación actual*. pp. 56-65. Madrid, España: Adaya Press.
- REVILLA-CUESTA, V., SKAF, M., MANSO, J.M., ORTEGA-LÓPEZ, V. (2020). Student perceptions of formative assessment and cooperative work on a technical engineering course. *Sustainability*, 12(11), 4569.
- REYES, M. REYES, A. (2017). Aprendizaje cooperativo: Estrategia didáctica y su impacto en el aula. XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa-COMIE, XIV, (2017) 1-11.
- ROURA-REDONDO, M., CAMARERO, L., OSUNA-ACEDO, S. (2018). La evaluación para aprender (EPA) y el empoderamiento de los estudiantes. J. Rodríguez Terceño (coord.), *Investigando en Comunicación e Investigando en Docencia* (2018) 411-423, Madrid: Tecnos
- SÁEZ-PÉREZ, M.P. (2018). Teaching innovation and profession. Skills and active methodologies in technical studies. *Advances in Building Education*, 2(3), 45-64. <https://doi.org/10.20868/abe.2018.3.3832>
- SAÉZ-PÉREZ, M.P. (2022). Improving skills in master's degree contexts: New experiences with professionals and craft companies. *International Humanities Review* 11, 1–13. <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.4182>
- SÁEZ-PÉREZ, M.P., KELERT, K., RODRÍGUEZ-NAVARRO, C., RUIZ-AGUDO, E., IBÁÑEZ-VELASCO, A., CARDELL-FERNÁNDEZ, C., BLANC-GARCÍA, M.R., CULTRONE, G., BEL-ANZUE, P. (2021). Virtual environments of teaching learning for training in experimental techniques. Innovation in multidisciplinary groups. *Advances in Building Education* 5(3), 27–40. <https://doi.org/10.20868/abe.2021.3.4736>
- SÁEZ-PÉREZ, M.P., VERDÚ-VÁZQUEZ, A., NICOLAU-CORBACHO, A., GIL-LÓPEZ, T. (2021). PBL in university technical subjects, improvement in professional skills evaluation of teaching learning process as teaching innovation, *Innovaciones metodológicas con TIC en educación*, coord. O. Buzón-García, M.C. Romero García, A. Verdú Vázquez Árbol académico, 2021, ISBN 978-84-1377-319-3, 3552-3571.
- SERRANO PASTOR, R.M., CASANOVA LÓPEZ, O., (2018). Recursos tecnológicos y educativos destinados al enfoque pedagógico Flipped Learning. *REDU. Revista de Docencia Universitaria* 16(1), 155-173. <https://doi.org/10.4995/redu.2018.8921>

- TELLO, J. (2020). El trabajo colaborativo en la resolución de problemas
PREPRINT: Collaborative work in problema. *Revista Zenodo* 1-23.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4041885>
- TOMLINSON, C.A. (2017). How to differentiate instruction in academically diverse
classrooms (3rd ed.) ASCD.
- VOOGT, J., LAFERRIÈRE, T., BREULEUX, A. (2015). Collaborative design as a form
of professional development. *Instructional Science* 43, 259–282.
<https://doi.org/10.1007/s11251-014-9340-7>
- YAN, J., LI, L., YIN, J., NIE, Y. (2018). A comparison of flipped and traditional
classroom learning: A case study in mechanical engineering.
International Journal of Engineering Education, 34(6) 1876-1887.

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS CON GENERACIÓN COLABORATIVA DE GRUPOS DE TRABAJO BASADA EN LA ASIGNACIÓN DE ROLES DE COMPORTAMIENTO¹

DRA. MARÍA LINARES SERRANO; DRA. GISELA ORCAJO RINCÓN;
D^a. M^a IGNACIA FERNÁNDEZ SERRANO, D^a. M^a ELADIA FERNÁNDEZ SERRANO
Depart. Tecn. Química, Energética y Mecánica, GID-TEAM, GID-SIMIP
Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España

RESUMEN

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es crucial en una sociedad en cambio, fomentando diferentes habilidades que son difíciles de desarrollar con otras actividades, así como potenciando la autonomía del alumnado. La metodología implica resolver problemas a través de la investigación, requiriendo autonomía y cooperación, culminando en productos presentados. Es esencial que los profesores formen grupos efectivos. En este estudio, se aplicó ABP a estudiantes de Ingeniería Mecánica, diseñando una bisagra en 2D y 3D. Los grupos de trabajo se formaron considerando roles conductuales de los integrantes con el fin de mejorar el trabajo colaborativo. Los resultados mostraron una valoración positiva de la actividad y la metodología, desarrollando competencias específicas y habilidades de trabajo en equipo efectivas. El ABP no solo mejora el aprendizaje, sino que también prepara al alumnado para desafíos del mundo real.

¹ Este capítulo parte del Proyecto: Gestión eficaz de los grupos de trabajo basado en roles de comportamiento de los estudiantes. Nombre del IP: María Linares Serrano. Entidad Financiadora: Universidad Rey Juan Carlos

PALABRAS CLAVE

Trabajo en equipo, dibujo técnico, habilidades del alumnado, educación superior, CAD (diseño asistido por computadora)

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la enseñanza universitaria, la materia Expresión Gráfica es fundamental para el alumnado del Grado en Ingeniería Mecánica. Esta materia no solo les proporciona las habilidades técnicas necesarias para representar y comunicar ideas de diseño, sino que también les introduce a herramientas y métodos esenciales en la industria (Alique, 2018). El plan de estudio del sistema nacional de educación superior incluye esta materia en su formación básica, dotando al alumnado de una serie de competencias esenciales relacionadas con las representaciones gráficas técnicas. En general, el objetivo de las asignaturas que componen la materia de Expresión Gráfica en los estudios universitarios reglados es que los alumnos adquieran conocimientos básicos de dibujo técnico aplicado al sector industrial, y que aprendan y apliquen correctamente la normativa vigente tanto a nivel nacional como internacional.

En la Universidad Rey Juan Carlos, esta materia se imparte en dos asignaturas, Expresión Gráfica I (EGI) y Expresión Gráfica II (EGII), que se imparten en el primer y segundo semestre del primer año académico, con un enfoque eminentemente práctico. Esto permite al alumnado desarrollar y adquirir competencias fundamentales para la comprensión y realización de representaciones gráficas técnicas a través de diversas actividades, prácticas y trabajos, tanto individuales como grupales. La materia cubre 9 créditos ECTS en total divididos en 6 créditos para la asignatura I y 3 créditos para la asignatura II. Respecto al temario, considerando la relevancia actual de los sistemas y aplicaciones informáticas, estas competencias prácticas se complementan con el aprendizaje de herramientas de diseño asistido por ordenador (CAD), que son altamente valoradas en la vida profesional de los ingenieros. Los detalles específicos de esta asignatura en los diferentes grados se pueden consultar en los planes de estudio y guías docentes correspondientes. Respecto a los requisitos previos, no hay

ninguna indicación, pero es recomendable que el alumnado tenga nociones básicas de dibujo técnico a nivel de bachillerato para facilitar el seguimiento del curso.

Las competencias de las asignaturas aparecen recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 1: Competencias a adquirir en las asignaturas que conforman la materia: Expresión Gráfica.

COMPETENCIAS GENERALES		
CG3.	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.	EGI EGII
CG6.	Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.	EGI
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS		
CE5.	Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador	EGI
CE19.	Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica	EGII

Hay una competencia general para ambas asignaturas que corresponde con el conocimiento de en materias básicas y tecnológicas, ya que esta materia de es formación básica. En cambio, la asignatura de primer semestre, con mayor carga docente, conlleva también el empleo de normativa. Al analizar las específicas, es destacable que están relacionadas, y que es posible realizar un aprendizaje en ambas asignaturas sobre una actividad común.

En los procesos de aprendizaje en la educación superior es muy importante planificar la evaluación, ya que no solo evidencia la adquisición de determinadas competencias por parte de los alumnos, sino que también proporciona un sistema de retroalimentación para ayudarles a adquirir dichas competencias si aún no lo han logrado. Estas asignaturas tienen numerosas actividades evaluables durante el

transcurso del curso, siendo fundamental que cada estudiante mantenga una constancia en el trabajo durante todo el curso debido a la cantidad de actividades, casos prácticos y trabajos planteados. Sin embargo, esto puede suponer una desmotivación del estudiante, al no saber distinguir el tipo o nivel de implicación que les supone las diferentes actividades evaluables, ya que tienden a considerarlas de manera similar. Por esta razón, se están realizando esfuerzos por parte de los docentes en nuevas estrategias pedagógicas que fomenten un aprendizaje significativo y participativo entre los/las estudiantes (Olmo García, 2016). A diferencia de los enfoques tradicionales basados en la transmisión pasiva de conocimientos, las metodologías activas, como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), y el Aprendizaje Cooperativo, implican al alumnado en el proceso educativo de manera dinámica y colaborativa. Estas metodologías promueven la investigación, la discusión y la aplicación práctica de los contenidos, permitiendo al alumnado desarrollar habilidades críticas como el pensamiento analítico, la resolución de problemas, la comunicación efectiva y el trabajo en equipo. Además, fomentan un ambiente de aprendizaje en el que los/las estudiantes asumen un papel activo y responsable en su propio proceso educativo, lo que aumenta su motivación e interés por la materia. En la educación universitaria, la implementación de metodologías activas no solo mejora la retención de conocimientos, sino que también prepara al alumnado para enfrentar los desafíos y las demandas del mundo profesional con mayor competencia y confianza (Presas, 2023).

En este contexto, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) emerge como una metodología innovadora que puede transformar la experiencia educativa en esta asignatura. El ABP promueve el aprendizaje activo a través de la realización de proyectos reales, lo que fomenta una comprensión más profunda y significativa de los contenidos. Además, la generación colaborativa de grupos de trabajo basada en la asignación de roles de comportamiento añade un nivel adicional de dinamismo y eficiencia al proceso educativo. Esta estrategia permite a cada estudiante desempeñar un determinado rol dentro del equipo, lo que no solo mejora su competencia técnica, sino también sus habilidades de comunicación, liderazgo y trabajo en equipo. En la Figura 1 se recogen sus principales características.

La implementación de ABP en la materia de Expresión Gráfica permite que los/las estudiantes enfrenten problemas reales y complejos que reflejan los desafíos del mundo profesional, además que afiancen los conceptos de una asignatura en la siguiente. Sin embargo, estas asignaturas se encuentran en el primer curso del itinerario formativo, por lo que su desarrollo profesional todavía es lejano, y lo que se persigue es aumentar la motivación por la actividad. Por ello, los proyectos, diseñados para ser interdisciplinarios y orientados a resultados, requieren que los/las estudiantes trabajen de manera colaborativa para desarrollar el proyecto. Al asumir roles específicos, el alumnado desarrolla una comprensión más holística de los procesos de diseño y producción, al tiempo que aprenden a valorar y gestionar la diversidad de habilidades dentro de un equipo (Linares, 2024; Olmedo Torre, 2017)

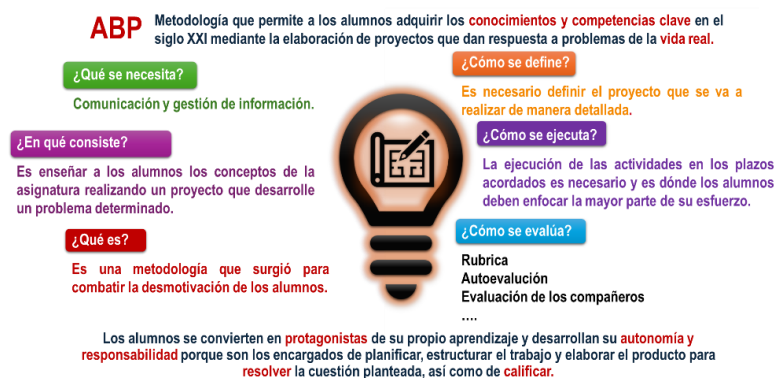


Figura 1: Características del ABP Fuente: Sorrentino, 2018.

En este trabajo, se explorará la aplicación de esta metodología en dos asignaturas consecutivas que el alumnado debe superar con la materia Expresión Gráfica, destacando los beneficios pedagógicos y las competencias desarrolladas. Se presentarán casos de estudio y experiencias prácticas que ilustran cómo la combinación de ABP y la asignación de roles de comportamiento no solo mejora el aprendizaje técnico, sino que también prepara a los/las estudiantes para colaborar de manera efectiva en sus futuras carreras profesionales.

2. METODOLOGIA

Se ha detectado una progresiva desmotivación del alumnado en la realización de un trabajo grupal en ambas asignaturas de la materia Expresión Gráfica. Dicha actividad grupal evaluable solía consistir en la realización de la documentación gráfica a entregar en un proyecto relacionado con el campo de la Ingeniería Mecánica. Los/las estudiantes deben trabajar de manera colaborativa para conseguir su desarrollo durante la última parte del curso. Sin embargo, cada curso el nivel y la implicación iba disminuyendo, ya que lo consideraban una práctica más y no se esmeraban en realizar trabajos de manera colaborativa. Por esta razón, un cambio en la asignación de los grupos así como en el tipo de trabajo a realizar era necesario.

2.1. ASIGNATURAS IMPLICADAS

Las asignaturas en la que se han llevado a cabo esta experiencia es Expresión Gráfica I y Expresión Gráfica II cursadas durante el primer y segundo semestre del primer curso académico en la titulación de grado de Ingeniería Mecánica. Los temarios de ambas asignaturas, recogidos en su guía docente, siguen una estructura similar que muestra diferentes bloques claramente diferenciados:

Bloque 1: Introducción.

Parte introductoria a la materia donde se proporciona a los alumnos de unos primeros conceptos básicos generales, así como ciertas nociones de la normativa habitual que aplica sobre el dibujo técnico dentro el sector industrial.

Bloque 2: Conceptos básicos de Dibujo Industrial

Está centrado en los sistemas de representación más habituales, en donde se recogen diversos temas relacionados con los sistemas de representación diédrico y axonométrico, la perspectiva caballera, el uso y aplicación de secciones, cortes y roturas, acotación y tolerancia, representación de conjuntos y ensamblajes, así como el empleo de diagramas de procesos y la normativa aplicable.

Bloque 3: Diseño asistido por ordenador

Este bloque se imparte de manera simultánea a los otros dos, se centra en el manejo y uso de programas CAD para la ingeniería, en este caso, AutoCAD.

La enseñanza de estas asignaturas se estructura en torno a conferencias teóricas y la aplicación práctica de conceptos a través de estudios de caso de los bloques 1 y 2, impartidos en un aula tradicional por un tiempo que representa aproximadamente el 50 % de los créditos completados por el alumnado. Las horas restantes se dedican a trabajar en casos prácticos de laboratorio dentro de un aula de informática, donde los/las estudiantes utilizan software de diseño asistido por computadora (AutoCAD) para llevar a cabo los ejercicios asignados semanalmente. Adicionalmente, se asigna tiempo para desarrollar un proyecto más complejo de manera colectiva, el cual luego es presentado al resto de la clase (Alique, 2018). Un cambio significativo presentado en este estudio es la alteración de la metodología empleada para realizar el proyecto final, así como el proceso para formar los equipos de trabajo.

2.2. GENERACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO.

El trabajo final explicado anteriormente reúne la necesidad de combinar los conceptos más teóricos con los más prácticos y debe realizarse en grupo y de manera colaborativa para fomentar el desarrollo de habilidades esenciales para el ejercicio profesional de la ingeniería (Hammar, 2014). A través de la colaboración, el alumnado aprende a comunicarse de manera efectiva, compartir responsabilidades, y combinar sus diferentes habilidades y perspectivas para alcanzar un objetivo común. Este enfoque no solo enriquece el proceso de aprendizaje al permitir la discusión y resolución conjunta de problemas, sino que también prepara al alumnado para el entorno laboral, donde el trabajo en equipo es crucial.

En Expresión Gráfica, los proyectos colaborativos facilitan la comprensión de conceptos complejos y la aplicación práctica de técnicas de representación gráfica, promoviendo un aprendizaje más profundo y significativo. Además, el trabajo en equipo en esta asignatura estimula la creatividad y la innovación, ya que los/las estudiantes se benefician del intercambio de ideas y la retroalimentación continua, lo cual es esencial para la resolución de problemas de diseño y la mejora continua de sus habilidades gráficas.

Sin embargo, formar grupos e instar al alumnado a llevar a cabo una tarea de manera colaborativa, no implica que la desarrollen de forma eficaz y no existen garantías de que el grupo trabaje de manera coordinada. Por ello, la manera en la que los docentes realizan los grupos

de trabajo es fundamental y en este trabajo se van a generar los grupos de trabajo basándose en un justo equilibrio de 4 roles necesarios para la realización del mismo (Martín-Somer, 2023):

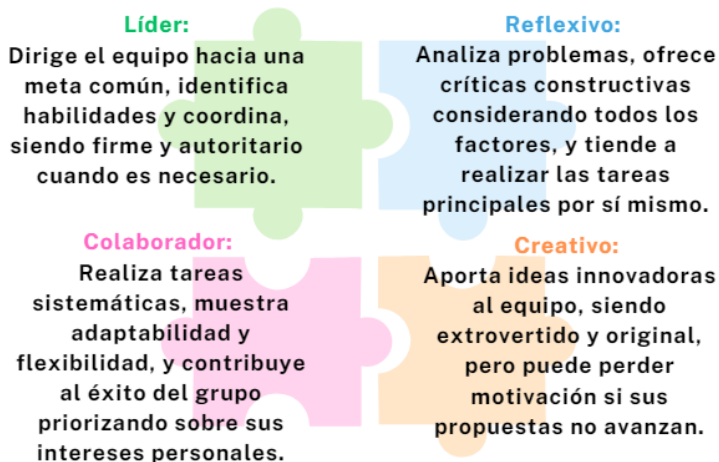


Figura 2: Características de los roles seleccionados.

Esta metodología fue explicada en clase mediante material audiovisual preparado que recogía la importancia que cada integrante tiene en un grupo, ya que sus roles de comportamiento no deben ser sustituidos ni suplantados por otros miembros, y para ello es muy importante conocer en cual de esos roles se siente más cómodo cada estudiante. Para poder asignar a cada estudiante el rol predominante de los cuatro descritos, se ha empleado un cuestionario en el que se preguntará a los alumnos su grado de acuerdo o desacuerdo con diferentes afirmaciones. El cuestionario dispone de diez afirmaciones características de cada rol. Por tanto, consta de 40 afirmaciones, que aparecen a los alumnos de forma aleatoria para no condicionar las respuestas. Este cuestionario está disponible en el trabajo publicado (Martín-Somer, 2023). Para llevar a cabo la asignación de cada estudiante, se analiza cada rol por separado, realizando la valoración en función de la respuesta del estudiante. Si el alumno está de acuerdo con el enunciado, tiene un valor de +1, y si por el contrario no están de acuerdo tiene un valor de -1. Por lo tanto, para cada estudiante se

va a disponer de un valor entre -10 y 10 para cada rol, asignándole el rol predominante al valor más alto.

2.3. APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

Una vez generados los grupos de trabajo, se les asignará un tema para realizar ese proyecto, que tendrá una entrega intermedia y dos entregas finales (una en cada asignatura). El enunciado del trabajo propuesto se presentó en clase, una vez que se habían generado los grupos. En este momento del curso (primeras semanas), los/las estudiantes no disponen de todos los conocimientos para abordarlo, pero si pueden comenzar.

A continuación, se muestran las instrucciones de las que disponen los/las alumnos/as:

Asignatura: Expresión Gráfica I

Se realizará un seminario al final del cuatrimestre en los grupos de trabajo ya generados que consistirá en un trabajo con una breve exposición del mismo. Para ello, los alumnos deben utilizar los conocimientos aprendidos en las clases teóricas y prácticas de la asignatura de Expresión Gráfica. El trabajo consiste en realizar la documentación gráfica que se requiere para la correcta representación de una bisagra. Desde su diseño hasta su puesta en servicio final.

Se realizará con AutoCAD y también se utilizarán técnicas manuales de coquización. Este contenido se puede completar con otra información gráfica, para el diseño, fabricación, montaje, comercialización, etc. Se realizará una entrega intermedia con un primer boceto para poder valorar el correcto avance del trabajo.

El contenido mínimo del trabajo debe incluir lo siguiente:

- Plano de conjunto. Se realizará en AutoCAD o croquizado a mano.*
- Planos de despiece. Se realizarán en AutoCAD.*
- Al menos una de las piezas se representará en perspectiva Isométrica. Se realizará en AutoCAD.*
- Plano de perspectiva isométrica explosionada. Se realizará croquizado a mano.*

- *Esquemas de Montaje. Se realizarán croquizados a mano*
- *Explicación (presentación de la exposición)*

Cada grupo entregará a través del Campus Virtual los archivos generados y un archivo Word o PowerPoint con la presentación para la exposición final del trabajo.

Asignatura: Expresión Gráfica II

Trabajando con los mismos grupos que en EGI se realizará en modelado 3D de la bisagra diseñada. El contenido mínimo del trabajo debe incluir lo siguiente:

- *Plano de conjunto. Se realizará en AutoCAD 3D.*
- *Planos de despiece. Se realizarán en AutoCAD empleando vistabase.*
- *Explicación (presentación de la exposición)*

Cada grupo entregará a través del Campus Virtual los archivos generados y un archivo Word o PowerPoint con la presentación para la exposición final del trabajo.

2.4. PERCEPCIÓN DEL ALUMNADO

Con objeto de analizar la percepción del alumnado sobre la metodología propuesta para la realización del trabajo en el grupo asignado mediante roles, se ha preparado un cuestionario que debe ser contestado por los alumnos una vez finalizada la actividad, pero siempre antes de evaluación final para evitar posibles inferencias y subjetividad en las respuestas proporcionadas.

La encuesta es anónima y emplea una escala de Likert para conocer sus percepciones sobre la metodología aplicada y cómo afecta a las en el desarrollo del proyecto y en las calificaciones, aunque esta última afirmación se va a emplear para discernir si el alumnado comprende el objetivo que se persigue (Echauri, 2024). En la Tabla 2 se recogen estas afirmaciones:

Tabla 2: Cuestionario desarrollado para valorar el desarrollo de la actividad grupal mediante roles de comportamiento

Indique su grado de conformidad en las siguientes cuestiones respecto al trabajo colaborativo desarrollado, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo	
Q1	La formación de grupos por roles ha sido efectiva en el trabajo grupal.
Q2	La formación de grupos por roles ha sido efectiva en la exposición del trabajo grupal.
Q3	Mi grupo de trabajo por roles ha funcionado mejor que aquellos formados siguiendo los métodos tradicionales.
Q4	Esta forma de realizar los grupos me ha parecido interesante
Q5	Los roles establecidos me parecen adecuados (líder, colaborador reflexivo y creativo).
Q6	He podido desarrollar mi rol adecuadamente dentro de mi grupo.
Q7	Me parece recomendable llevar a cabo la formación de grupos por roles para todas las asignaturas donde haya grupos de trabajo.
Q8	Esta metodología afectará positivamente mis notas de las prácticas de laboratorio o trabajo grupal.

Por otro lado, se desea conocer si el empleo de ABP les parece útil en esta asignatura, y para ello, en el mismo cuestionario, los/las alumnos/as deben contestar su opinión sobre las siguientes afirmaciones (Tabla 3)

Tabla 3: Cuestionario desarrollado para valorar el desarrollo de la actividad grupal mediante roles de comportamiento

Con la realización de este trabajo, he podido Indique su grado de conformidad en las siguientes cuestiones, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo	
Q9	Desarrollar mi capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica
Q10	Conocer y aplicar las herramientas, técnicas o equipos de ingeniería, incluyendo programas de software

3. RESULTADOS

3.1. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos en la implementación de una actividad grupal mediante ABP con generación de los grupos de trabajo basado en el rol de comportamiento del alumnado. Por ello, la primera parte va a consistir en presentar al grupo, la información más relevante se recoge en la Tabla 4.

Tabla 4: Características del grupo de estudiantes de ambas asignaturas

	EGI	EGII
Curso académico	2022-23	2022-23
Semestre	Primer	Segundo
Nº de estudiantes	57	56
Nº mujeres	1	1
Nº hombres	56	55
Edad media	19	19

Una vez explicado el proyecto, se les dio acceso al cuestionario de 40 preguntas que debía ser contestado en las primeras sesiones prácticas de la asignatura del primer semestre. Tal y como se ha explicado, este cuestionario fue diseñado con el objetivo de recopilar información sobre el comportamiento de cada estudiante en sus trabajos grupales (Martín-Somer, 2023). Los datos recopilados proporcionarán un rol predominante que va a permitir generar grupos equilibrados. En la Figura 3 se muestra la distribución en % de cada uno de los roles, pudiendo observarse como hay una distribución homogénea, lo cual permitió generar 14 grupos de trabajo equilibrados.

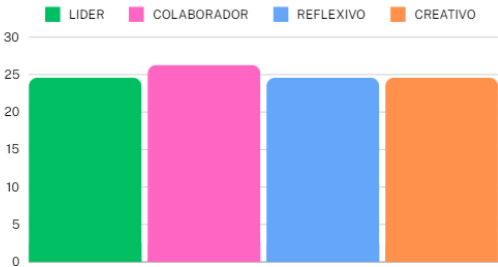


Figura 3: Distribuciones de los roles predominantes del alumnado en %.

Si este resultado no hubiera permitido generar los grupos de manera directa, se habrían empezado a considerar el segundo rol predominante con el objetivo de generar grupos nivelados (Meslec, 2015).

La actividad grupal propuesta consistió en el desarrollo de la documentación gráfica necesaria para realizar el diseño de una bisagra, tal y como se ha mostrado en la metodología. El tema seleccionado se les proporcionó a la vez que los grupos, por lo tanto, la primera tarea a realizar era elegir la bisagra para el proyecto, tomar sus medidas y comenzar a realizar la documentación gráfica necesaria.

En la entrega intermedia, se mostraron los esquemas preliminares, siendo muy positiva la participación de todos los grupos. Este fue el primer resultado positivo de esta propuesta, ya que puede deberse a esta metodología de generación de grupos. De manera tradicional, si los grupos son distribuidos por el alumnado, los/las alumnos/as con mayor nivel tienden a trabajar juntos, y, por el contrario, los de menor nivel suelen estar en los mismos grupos, desarrollando tareas de peor calidad. En cambio, en esta asignación, no se tiene en cuenta las capacidades o rutinas de estudio de cada estudiante.

A modo de ejemplo, en la Figura 4 se muestran algunas de las partes de los trabajos presentados por los/las alumnos/as tanto en las entregas del EGI (2D) como de EGII (3D):

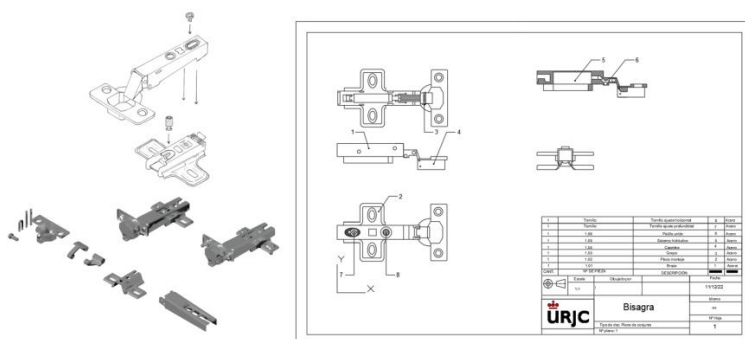


Figura 4: Ejemplo de los trabajos presentados en las entregas de EGI y EGII.

3.2. VALORACIÓN DEL ALUMNADO DEL TRABAJO COLABORATIVO MEDIANTE ROLES DE COMPORTAMIENTO.

En esta sección se va a presentar las valoraciones que los/las alumnos/as han realizado sobre la metodología empleada para la generación de grupos de trabajo. Se dispone de un total de 46 respuestas lo que supone un índice de participación de más del 80 %, cantidad suficiente para poder extraer conclusiones representativas.

Respecto a la valoración global, los/las alumnos/as han otorgado una valoración media de 6.7 a esta metodología de generación de grupos basado en los roles conductuales. Es destacable cómo existe un 12 % del alumnado que valora la metodología por debajo del 5.0, siendo esta proporción similar a la que lo evalúa con una calificación de excelente (10.0), tal y como se recoge en la Figura 5.

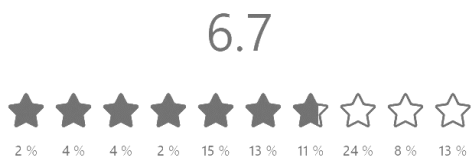


Figura 5: Valoración asignada a la metodología de generación de grupos basado en roles de conducta.

Para poder profundizar en las percepciones de los/las alumnos/as, es necesario llevar a cabo un estudio exhaustivo de las consideraciones mostradas por los mismos estudiantes en las afirmaciones que se recogen en la Tabla 2. Comenzando por la primera afirmación (Q1), que enunciaba lo siguiente “La formación de grupos por roles ha sido efectivo en el trabajo grupal”, cuyos resultados se muestran en la Figura 6.a. Es destacable que más del 65 % (17.8 + 51.1) del alumnado considera que esta metodología para generar los grupos de trabajo es efectiva para realizar el trabajo que han desarrollado en estas asignaturas. Sin embargo, solo el 17 % está totalmente conforme, siendo este porcentaje muy superior si se considera la exposición del trabajo, tal y como han contestado a la Q2(Figura 6.b.) relativa a la presentación del trabajo. A continuación, en la Q3 (Mi grupo de trabajo por roles ha funcionado mejor que aquellos formados siguiendo los métodos tradicionales), los porcentajes cambian de manera muy acusada, mostrando que casi la mitad del alumnado está desconforme con esta afirmación (Figura 6.c.). Tal y como se ha expuesto en la introducción, el

trabajar de manera colaborativa requiere que los/las alumnos/as sean conscientes de que cada integrante es esencial para el desarrollo del trabajo, en cambio, los/las alumnos/as, suelen preferir trabajar con otros compañeros con los que comparten amistad o vivan cerca, antes que plantearse su rol en un grupo (Driskell, 2017). Sin embargo, cuando se le pregunta al alumnado por su nivel de conformidad sobre se la metodología es interesante (Q4), se observa que la mayoría de los/las alumnos/as consideran están conformes y totalmente conformes con ella, mostrados en la Figura 6.d.

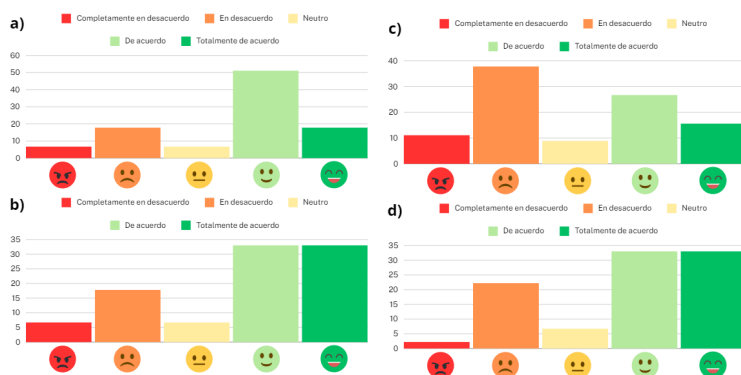


Figura 6: Resultados de los niveles de conformidad de las afirmaciones a) Q1, b) Q2, c) Q3 y d) Q4.

Dentro de las sesiones teóricas de la asignatura del primer semestre (EGI), se explicó el proyecto, y los roles que se han seleccionado para poder generar los grupos, por lo tanto, el alumnado no ha participado en su selección. En cambio, tal y como se les ha planteado en la Q5, (Los roles establecidos me parecen adecuados (líder, colaborador reflexivo y creativo), un porcentaje superior al 60 % está conformes con esta selección, tal y como se recoge en la Figura 7.a. En la realización del trabajo, los/las alumnos/as han realizado el proyecto, sin conocer el rol predominante de cada uno, ya que esa información se les proporcionaba una vez que terminaban su labor en el grupo con la entrega y presentación del proyecto (Martín-Somer, 2023). Pues en este punto, y atendiendo a la Q6, casi la mitad del alumnado está muy de acuerdo con que ha podido desarrollar su rol de manera adecuada (Figura 7.b.), siendo este resultado muy positivo, ya que es uno de los objetivos del trabajo, mejorar el trabajo en grupo.



Figura 7: Resultados de los niveles de conformidad de las afirmaciones a) Q5, b) Q6, c) Q7 y d) Q8.

Respecto a su recomendación de esta metodología en asignaturas posteriores (Q7), los resultados se pueden ver en la Figura 7.c., dónde más de un 50 % de los/las alumnos/as consideran adecuado llevar a cabo la formación de grupos por roles para todas las asignaturas donde haya grupos de trabajo, resultado acorde con la buena valoración en las preguntas previas.

Y, por último, en la Q8 se les pregunta su nivel de conformidad de la relación con las calificaciones (Esta metodología afectará positivamente mis notas de las prácticas de laboratorio o trabajo grupal) recogiendo los datos en la Figura 7.d. Se observa un porcentaje mayor, respecto a las afirmaciones previas, que no considera que afecte de manera ni positiva ni negativa a las calificaciones. Este resultado es muy positivo, ya que con este trabajo no se persigue mejorar las calificaciones individuales de los/las alumnos/as, sin embargo, se espera aumentar la motivación por realizar un trabajo de manera colaborativa.

3.3. VALORACIÓN DEL ALUMNADO DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

Respecto a la percepción de los/las alumnos/as sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos, consideran de manera muy homogénea que la realización de este seminario en ambas asignaturas les ha permitido:

- Mejorar sus destrezas en el uso de AutoCAD 2D y 3D.
- Mejorar sus destrezas en la aplicación de normativa vigente para preparar la documentación.

- Mejorar sus destrezas en las actividades de acotación de las piezas para su posterior conformado.

Por lo tanto, se puede considerar que, según el alumnado, este Aprendizaje Basado en Proyectos ha mejorado las destrezas necesarias que deben adquirir con estas asignaturas (Linares, 2024).

Por último, respecto a las dos afirmaciones de la Tabla 3, se puede concluir que los/las alumnos/as consideran que esta actividad es adecuada para desarrollar las competencias de ambas asignaturas, tal y como lo recoge en la Figura 8, donde más del 70 % del alumnado está de acuerdo o totalmente de acuerdo con que este trabajo les ha permitido desarrollarlas de forma óptima.

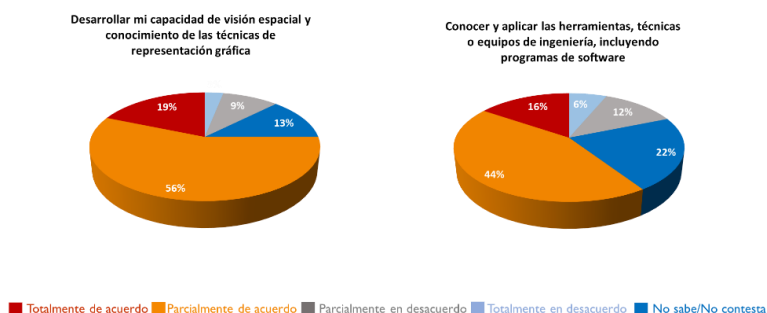


Figura 8: Resultados de los niveles de conformidad de las afirmaciones Q9 (derecha) y Q10 (izquierda).

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha demostrado que el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una buena metodología para lograr una motivación extra en los/las alumnos/as ya que son conscientes de que con su desarrollo están adquiriendo/mejorando habilidades fundamentales de su formación académica. Sin embargo, si la actividad es grupal, es fundamental que los docentes busquen estrategias que favorezcan el trabajo colaborativo, como puede ser la generación de grupos mediante roles de comportamiento. En el caso específico de estudiantes de Ingeniería Mecánica, la implementación del ABP para el diseño de una bisagra en formatos 2D y 3D, teniendo en cuenta roles conductuales para la formación de equipos, ha conducido a la consecución de trabajos con una calidad considerable pero lo más importante es con una

valoración positiva por parte del alumnado. Los resultados indican que la actividad y la metodología de formación de grupos contribuyen significativamente al desarrollo de competencias especializadas y a la eficacia del trabajo en equipo. Por lo tanto, el ABP no solo enriquece el proceso educativo, sino que también equipa a los/las alumnos/as con las herramientas necesarias para enfrentar los retos prácticos del entorno laboral futuro.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con apoyo de la Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología (ESCET) y del Centro de Innovación Docente y Educación Digital (CIED) de la Universidad Rey Juan Carlos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIQUE AMOR D., LINARES SERRANO M. (2018). Metodología educativa y sistema de evaluación para la mejora en la adquisición de competencias sobre manejo de AutoCAD en Expresión Gráfica, Innovación y transformación digital: estrategias y metodologías docentes en Educación Superior / César Cáceres Taladriz (ed. lit.), Natalia Esteban (ed. lit.), María del Carmen Gálvez de la Cuesta (ed. lit.), Begoña Rivas Rebaque (ed. lit.), 2018, ISBN 978-84-9148-907-8, págs. 389-406.
- DRISKELL, T.; DRISKELL, J. E.; BURKE, C. S. Y SALAS, E. (2017). Team roles: A review and integration. *Small Group Research*, 48(4), 482–511. <https://doi.org/10.1177/1046496417711529>.
- ECHAURI, A. M. F., MINAMI, H., & SANDOVAL, M. J. I. (N.D.). (2024) La Escala de Likert en la evaluación docente: acercamiento a sus características y principios metodológicos1. Ujat.Mx. Retrieved May 29, 2024, from <https://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/2706/1/-589-494-A.pdf>.
- HAMMAR CHIRIAC, E. (2014). Group work as an incentive for learning-students` experiences of group work. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00558>.
- LINARES-SERRANO, M., TERROBA-RAMÍREZ, F., & GONZÁLEZ-GALLEGO, M. (2024). Project Based Learning and Self Evaluation for

Training Industrial Engineers in Graphic Expression = Aprendizaje Basado en Proyectos y Autoevaluación para estudiantes de Expresión Gráfica de Grado en Ingeniería en Organización Industrial. *Advances in building education*, 8(1), 9–21. <https://doi.org/10.20868/abe.2024.1.5230>.

MARTÍN-SÓMER, M.; LINARES, M. Y GOMEZ-POZUELO, G. (2023). Effective management of work groups through the behavioural roles applied in higher education students. *Education for Chemical Engineers*, 43, 83–91. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.02.002>.

MESLEC, N. Y CURŞEU, P. L. (2015). Are balanced groups better? Belbin roles in collaborative learning groups. *Learning and Individual Differences*, 39, 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.03.020>.

OLMEDO-TORRE N., FARRERONS O., LAPAZ J., BERMÚDEZ F. (2017) The influence of ICT on Learning in Graphic Engineering. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 237, 737-744.

OLMO GARCÍA J.C., MÁRQUEZ GARCÍA M.L., DELGADO OLMOS A.H. (2016). Metodologías innovadoras en la enseñanza y el aprendizaje de la Ingeniería Gráfica, XIV Jornades de Xarxes d' Investigació en Docència Universitària, Universidad de Alicante. Instituto de Ciencias de la Educación, 2016.

PRESAS, A. A. M., ACUÑA, A. N. V., & RODRÍGUEZ, L. P. G. (2023). Metodologías activas para el desarrollo de competencias 2030. *Company Games & Business Simulation Academic Journal*, 3(1), 35–47. <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/businesssimulation/journal/article/view/1437/614>.

SORRENTINO, F. (2018). ¿Qué es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)? Fundación Sonría. <https://sonria.com/abp/> (accessed 29 May 2024).

NUEVO MÉTODO PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE SOBRE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO: RUINAS DEL MONASTERIO SANTA MARÍA DE RIOSECO (BURGOS)¹

DRA. MERCEDES GONZÁLEZ REDONDO
DR. JAVIER GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO
DR. ENRIQUE RABASA DÍAZ
Universidad Politécnica de Madrid, España

RESUMEN

En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en concreto en la meta 11.4 del ODS11, este documento presenta una innovación metodológica en la enseñanza para incentivar el interés y mejorar el aprendizaje de los estudiantes en las disciplinas relativas a la conservación y restauración del patrimonio arquitectónico, involucrando a profesores y alumnos en los análisis y procedimientos para la toma de decisiones en actuaciones concretas. Para ello, se combina la alta cualificación teórica con el trabajo manual y de campo, para que el alumnado tenga un encuentro inmediato con la realidad arquitectónica y socio-cultural del conjunto. Se ha puesto en práctica mediante dos proyectos de la UPM, resolviendo problemas reales que han finalizado, cada uno de ellos, con la reconstrucción de un arco en el monasterio cisterciense Santa María de Rioseco (Burgos), edificio declarado Bien de Interés Cultural en enero de 2019.

PALABRAS CLAVE

Monasterio de Rioseco; anastilosis; cantería; conservación del patrimonio; MUCRPA.

¹ Este capítulo parte de los Proyectos: IE1920.0305, de título *Análisis de valores, criterios de intervención y reconstrucción del arco de entrada del Monasterio Santa María de Rioseco (Burgos)* y APS22.0303, de título *SALVEMOS RIOSECO. Construcción de un arco de sillería en el monasterio Santa María de Rioseco (Burgos)*. En ambos IP: Mercedes González Redondo y Entidad Financiadora: Universidad Politécnica de Madrid.

1. INTRODUCCIÓN

El Máster Universitario en Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico (MUCRPA), que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSAM) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), cuenta con una larga e ininterrumpida trayectoria docente (desde el curso 2008-09 como Máster Oficial y desde 2011-12 como Máster Universitario). Trata de englobar las distintas áreas de conocimiento que confluyen —con un marcado sentido interdisciplinar— en las acciones de conservación e intervención en el patrimonio. Para ello, se sigue en lo básico el criterio de hacer converger dichos conocimientos con la concreta realidad arquitectónica, material y social de un edificio o conjunto de interés patrimonial.

Este trabajo afronta este aspecto de aprendizaje esencial con la oportunidad de intervenir en un conjunto de enorme interés: el monasterio cisterciense Santa María de Rioseco (Burgos); interés que se desarrolla por muy diversos ámbitos: el formal y arquitectónico, el constructivo (particularmente en lo que se refiere a la estereotomía y labra de la piedra), el histórico y documental; y, muy a destacar en este caso, el interés socio-cultural, debido a que en la localidad burgalesa hay un activo y entusiasta grupo de personas interesadas en la conservación de este bien, incluyendo autoridades administrativas y aun eclesiásticas.

Se da por tanto la atractiva oportunidad de confrontar los intereses y acciones de estas iniciativas locales con la práctica académica y universitaria, como prototipo de una acción social muy recomendable para el trinomio conocimiento-valoración-conservación que es esencial para el caso del patrimonio arquitectónico.

En la amplia literatura sobre el Císter en España apenas se ha reparado en el caso de Santa María de Rioseco (Lampérez, 1909), (Torres Balbás, 1952), (Chueca, 1965). No obstante, la precisa caracterización del tipo de monasterio cisterciense nos alcanza análisis y conceptos fácilmente aplicables a nuestro cenobio burgalés (Fig. 1). Con todo, en los últimos años, la acción de “Salvemos Rioseco” y de Esther López (López, 2011) y Miguel Sobrino en las Jornadas del monasterio de Rioseco ha supuesto una más que necesaria ampliación de conocimiento y, también, una oportuna transferencia del mismo.

El monasterio Santa María de Rioseco es una construcción cuya ruina es relativamente reciente, habiendo albergado usos litúrgicos hasta los años 60 del pasado siglo. Desde hace unos años la población de la comarca de Las Merindades, y especialmente la del pueblo de Villarcayo, se está ocupando con entusiasmo en su recuperación, con la colaboración activa del párroco del lugar. Desde 2016 organizan jornadas bienales en las que se celebran conferencias sobre el Monasterio, publicadas después en libros de actas, con la participación del ayuntamiento de Villarcayo, la Universidad de Burgos y la Fundación “Santa María de Rioseco”.

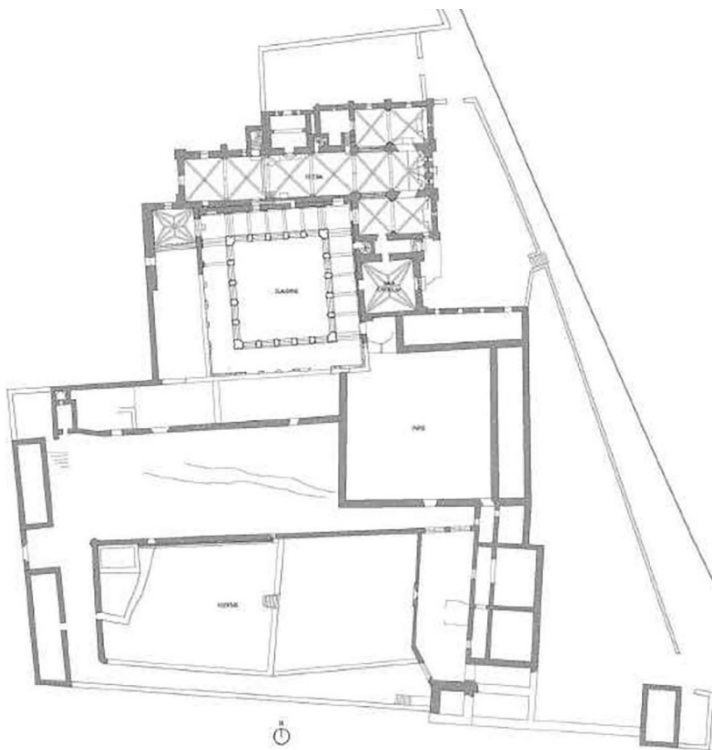


Figura 1: Planta del estado actual del monasterio de Rioseco
Fuente: Félix Escribano.

El apoyo de la UPM, en concreto de profesores y estudiantes del MUCRPA, ha sido muy bien recibido dado que está sirviendo para extender la conciencia de la necesidad de conservación y restauración de las ruinas.

En este trabajo se presenta una nueva metodología que se ha llevado a cabo en dos proyectos, uno de Innovación Educativa y otro de Aprendizaje-Servicio, ambos subvencionados por la UPM, en los que se han reconstruido de forma material dos arcos de piedra del monasterio Santa María de Rioseco (Burgos) que se encontraban en ruina (López, 2016). Ha sido posible llevar a cabo su restauración gracias al compromiso y participación de la Fundación Monasterio Santa María de Rioseco y del Ayuntamiento del Valle de Manzanedo (Burgos), donde se encuentra el monasterio.

El proyecto de Innovación Educativa IE1920.0305 de la UPM de título “Análisis de valores, criterios de intervención y reconstrucción del arco de entrada del Monasterio

Santa María de Rioseco (Burgos)”, se comenzó en enero de 2020 y, aunque inicialmente estaba previsto terminarlo en junio del mismo año, tuvo que prorrogarse debido a la pandemia COVID-19 y se finalizó en junio de 2021. En él participaron estudiantes del MUCRPA y del Taller de Cantería de la ETSAM de los cursos 2019-20 y del 2020-21. Además de servir de vehículo para el aprendizaje de técnicas tradicionales y criterios de restauración, tuvo como resultado la reconstrucción material de una de las entradas al recinto del monasterio citado, que fue posible gracias a la presencia de restos que indicaban la configuración perdida (Fig. 2).



Figura 2. Hueco del arco desaparecido en la parte exterior de la entrada
Fuente: MUCRPA

También pudimos saber que existía la intención de emplear una zona del monasterio como espacio capaz de recibir diversos servicios, y que ese espacio estaba cerrado por una obra de fábrica histórica de piedra a la que faltaba la configuración de la entrada, probablemente expoliada; esta entrada se encontraba en esos momentos en situación delicada, apeada provisionalmente (como se muestra en la Fig. 3). Se trataba de un hueco en el que con toda evidencia hubo un arco, del que también quedaban huellas y nos planteamos, mediante el segundo proyecto, estudiar la restitución adecuada del aparejo que constituyera esa entrada y su posterior construcción.

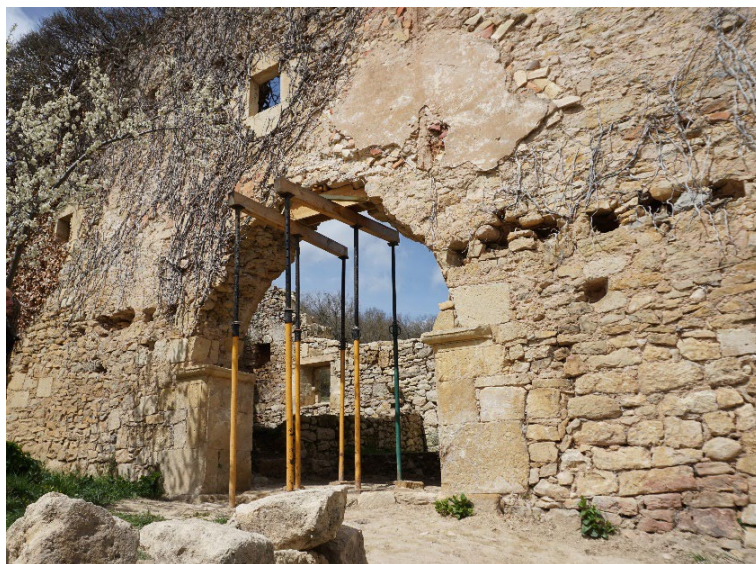


Figura 3. Estado inicial del arco de acceso a la estancia desaparecido
Fuente: MUCRPA

El proyecto de Aprendizaje-Servicio APS22.0303 de la UPM de título “SALVEMOS RIOSECO. Construcción de un arco de sillería en el monasterio Santa María de Rioseco (Burgos)” se desarrolló de enero a julio de 2022, con la participación de los alumnos/as del MUCRPA y del Taller de Cantería de la ETSAM del curso 2021-22.

En ambos proyectos el objetivo de aprendizaje principal ha sido incorporar las metodologías «Learning by doing» Aprendizaje Basado en Retos, Aprendizaje Orientado a Proyectos y Aprendizaje Servicio para la resolución de un problema real utilizando los contenidos de diferentes asignaturas; en concreto, que los estudiantes sean capaces de construir un arco, desde el análisis de las condiciones hasta la ejecución material.

También se han tenido los siguientes objetivos secundarios:

- Aplicar de forma práctica los conocimientos académicos adquiridos.
- Involucrar a los profesores y estudiantes, integrando todas las acciones necesarias y la toma de decisiones para resolver los diferentes problemas que conducirían al resultado final.

- Inducir a los alumnos a la comprensión unificada e interrelacionada de los diferentes análisis específicos realizados conforme a los métodos y procedimientos propios de cada una de las asignaturas del máster implicadas en este proyecto.

Para llevarlo a cabo, se ha tenido siempre en cuenta el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en concreto la meta 11.4 del ODS11: Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.

2. METODOLOGÍA

Uno de los puntos fuertes de esta metodología es el carácter multidisciplinar, dado que participan profesores de distintos departamentos de la ETSAM, enriqueciendo considerablemente, por un lado, el interés de los estudiantes, y, por el otro, los resultados obtenidos. El monasterio de Rioseco se ha mostrado, de esta manera, como eficiente campo de reflexión en la experiencia docente de la intervención en el patrimonio arquitectónico (García-Gutiérrez Mosteiro, 2023).

La metodología seguida, en ambos proyectos, consta de dos partes claramente diferenciadas: la aproximación al objeto arquitectónico y la ejecución material del arco.

2.1. APROXIMACIÓN AL OBJETO ARQUITECTÓNICO

En ambos casos, la primera parte consistió en visitar el monasterio y recopilar la documentación gráfica de su estado actual con la finalidad de realizar el levantamiento completo del lugar usando procedimientos fotogramétricos y, así, poder determinar las formas originales de los arcos ajustadas a los restos existentes. Todo ello, complementado con la utilización de técnicas arqueológicas, de técnicas de caracterización de materiales y localización de canteras, el análisis de los procesos de deterioro de materiales y elementos constructivos, el análisis mecánico de los elementos estructurales de la zona del edificio en la que se pretendía actuar y la evaluación previa de su estabilidad.

Teniendo en cuenta los datos que se obtuvieron en la medición y el levantamiento, así como toda la información recogida del contexto, el trabajo de grupo determinó la forma original de los arcos perdidos y se discutió sobre los despieces más adecuados en cada caso, trabajando con el modelo tridimensional. Las propuestas de los dos arcos se presentan en las Fig. 4 y 5, respectivamente.

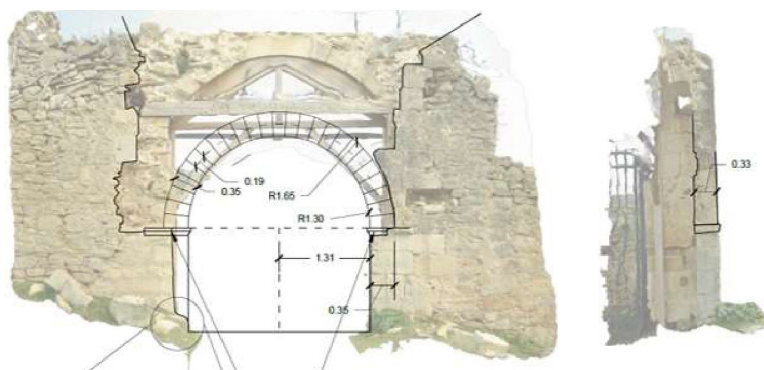


Figura 4. Levantamiento y propuesta de reconstitución del arco de entrada
Fuente: MUCRPA

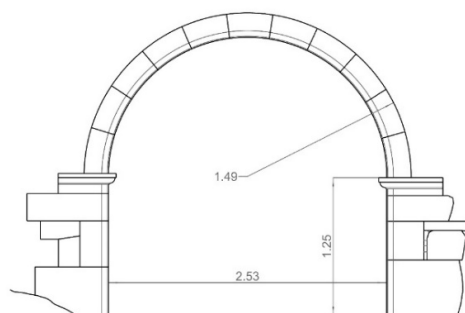


Figura 5. Levantamiento y propuesta de reconstitución del arco de la estancia
Fuente: MUCRPA

En el segundo de los casos, a la vista de la profundidad del arco, y previendo la posibilidad de que en un futuro próximo resultara conveniente cerrar el hueco con una carpintería de dos hojas, se proyectó una solución que resultaría además eficaz desde el punto de vista de la ejecución. Consistió en la realización, en el espesor de la pared, de un arco exterior de piedra tallada, y otros dos hacia el interior con ladrillo macizo de tejar, de manera que una sola cimbra pudiera servir, trasladada, para los tres, y a la vez, este conjunto de tres roscas dejara un entrante capaz de alojar una carpintería en su momento.

Además, para cada uno de los casos, se diseñó y se elaboró en la carpintería de la ETSAM una cimbra adecuada a la previsión de operaciones a realizar y a la existencia de un apeo provisional.

2.2. EJECUCIÓN MATERIAL DEL ARCO

En ambos proyectos, una vez determinada la configuración original, se planteó el despiece del nuevo arco, cuyas dovelas, de piedra del Condado como las desaparecidas, fueron talladas por los estudiantes en el taller de cantería de la ETSAM. A cada estudiante se le asignó una dovela y todo el trabajo se realizó con herramientas manuales y tradicionales (Fig. 6).



Figura 6. Talla de dovelas en el taller de cantería de la ETSAM
(Fuente: MUCRPA)

Posteriormente, se llevó a cabo su traslado al monasterio, la instalación de los apeos necesarios, la recepción manual de las piezas del arco y el descimbrado. El último día se contó con la presencia de vecinos y responsables del monasterio, que asistieron con entusiasmo a la retirada de cimbras.

3. RESULTADOS

El resultado principal en ambos proyectos ha sido la realización real de los respectivos arcos, cuyas dovelas han sido labradas por los estudiantes.

Para el arco desaparecido en la parte exterior de la entrada al monasterio (Fig. 7), se tallaron 23 dovelas (Rabasa, 2023). Cabe destacar, que estaba prevista la labra de la piedra de forma presencial en el monasterio para la última semana de marzo de 2020, y, por las razones que conocemos, hubo que cambiar esta actividad por una práctica de reconstrucción virtual del arco; el curso siguiente, se retomó la actividad, pero debido a las restricciones de movilidad entre las Comunidades Autónomas, fue necesario cambiar el lugar de la talla de la piedra y, finalmente, se realizó en el taller de cantería de la ETSAM (Bernal, 2021).



Figura 7. Arco de entrada terminado
Fuente: MUCRPA

El año siguiente, fuera del proyecto, se completó totalmente la parte superior, también inexistente (Fig. 8).

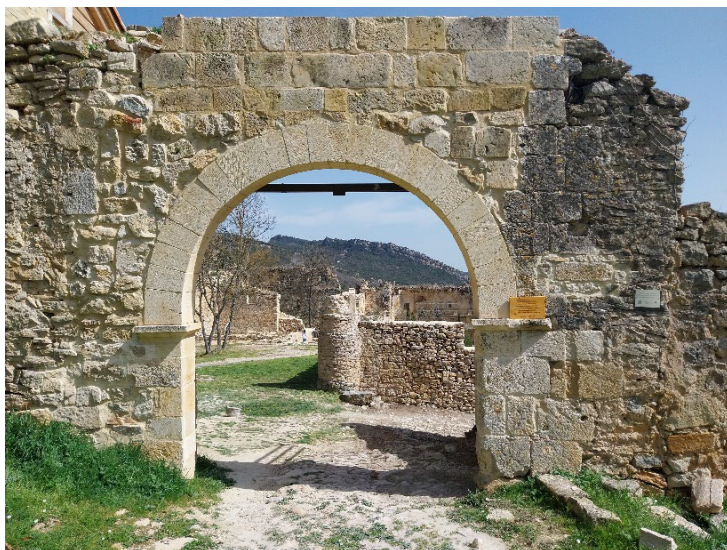


Figura 8. Vista actual del arco de entrada
Fuente: Mercedes González

En el segundo arco perdido, que servía de acceso a una de las estancias del monasterio y que estaba inserto en un muro apeado por riesgo de derrumbe, se consideró, como se ha dicho anteriormente, que la mejor solución era una arcada de piedra tallada, en la parte exterior, para la que se tallaron 13 dovelas, y otras dos con ladrillo macizo a rosca hacia el interior (Fig. 9) (Vicente, 2022).



Figura 9. Vistas del arco construido desde el exterior (izda) y desde el interior (dcha).
Fuente: MUCRPA

En lo referente a los resultados académicos, los principales logros han sido:

- Los estudiantes han realizado una actividad que unifica de forma directa la relación entre teoría y práctica constructiva real. Han tenido un encuentro inmediato con la realidad arquitectónica y sociocultural del conjunto, saliendo del “aula”.
- Se ha desarrollado la responsabilidad individual (cada estudiante con la dovola del arco que le fue adjudicada) en el marco de la acción colectiva. Una correcta talla de cada piedra ha permitido una perfecta construcción del arco.
- Se ha conseguido la transversalidad entre las distintas áreas de conocimiento involucradas en el proyecto.
- La colaboración con el grupo local ha permitido el encuentro de distintos ámbitos, suponiendo ello un rico proceso de contraste y aprendizaje por ambas partes.

4. CONCLUSIONES

Las acciones llevadas a cabo en el monasterio de Rioseco por los alumnos del MUCRPA han propiciado relevantes aportaciones:

- Se ha conseguido un aprendizaje paralelo al seguido en el aula —no siempre fácil de alcanzar—, asimilando la complejidad de la intervención real en el patrimonio arquitectónico.
- Se ha propiciado un encuentro real con la razón constructiva y la acción “manual” de transformación de la materia.
- En paralelo al trabajo (y responsabilidad) individual de cada alumno se ha logrado un eficaz aprendizaje de trabajo en equipo.
- Junto a detectar los diferentes valores patrimoniales del edificio, se han analizado y discutido los pertinentes criterios de intervención.
- Se ha establecido un vínculo de colaboración con otros agentes interesados en la conservación del edificio y ajenos al mundo académico (Escribano, 2023, 247-260) (López, 2023, 261-273).
- Se ha incrementado la motivación del alumno para el aprendizaje, así como la consciencia de la función social del arquitecto.
- En los resultados de las encuestas realizadas a los participantes, tanto profesores como estudiantes, se ha obtenido un grado de satisfacción muy alto.

AGRADECIMIENTOS

En la realización de estas acciones docentes hemos de mostrar nuestro agradecimiento a la Universidad Politécnica de Madrid y a la ETSAM; a la Fundación Monasterio Santa María de Rioseco, en concreto a Juan Miguel Gutiérrez Pulgar y a Esther López Sobrado; a Félix Escribano, arquitecto conservador del monasterio, por todas las facilidades prestadas; a Miguel Sobrino, técnico del Taller de Cantería de la ETSAM, por su inestimable colaboración tanto en el tallado de las dovelas como en las construcciones de los arcos; y, desde luego, a los alumnos de distintas promociones del MUCRPA sin cuya dedicación y entusiasmo no hubiera sido posible esta experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNAL ABELLÁN, G. (2021). *Reconstrucción del arco de entrada al monasterio Santa María de Rioseco (Burgos)*. Vídeo resumen del proyecto IE1920.0305. <https://www.youtube.com/watch?v=tyV12PKoH3Q>.
- CHUECA GOITIA, F. (1965). *Historia de la arquitectura española. Edad Antigua y Edad Media*. Dossat, 289-330.
- ESCRIBANO MARTÍNEZ, F. (2023). “*Llegó la hora del Abad*”, *propuesta de intervención en el ámbito renacentista en el monasterio de Rioseco*. Fundación Monasterio Santa María de Rioseco: IV Jornadas del monasterio de Rioseco. El monasterio a través del tiempo, Burgos, 247-260.
- GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO, J. (2023). *El monasterio en la experiencia docente de la Arquitectura*. Fundación Monasterio Santa María de Rioseco: IV Jornadas del monasterio de Rioseco. El monasterio a través del tiempo, Burgos, 91-106.
- LAMPÉREZ Y ROMEA, V. (1909). *Historia de la arquitectura cristiana española en la Edad Media según el estudio de los elementos y los monumentos*. Madrid. Tomo II.
- LÓPEZ SOBRADO, E. (2011) *Santa María de Rioseco. El monasterio evocado*. Rico Adrados, Burgos.
- (2016). *El monasterio de Rioseco. Evolución histórico-artística*. Jornadas del Monasterio de Rioseco. Rico Adrados, Burgos, 163-191.
- (2023). *Últimas actuaciones del voluntariado en Rioseco (2020-22)*. Fundación Monasterio Santa María de Rioseco: IV Jornadas del monasterio de Rioseco. El monasterio a través del tiempo, Burgos, 261-273.

- RABASA DÍAZ, E. (2023). *Colaboración con el máster en conservación y restauración del patrimonio de la Universidad Politécnica de Madrid: proyecto y ejecución de dos arcos*. Fundación Monasterio Santa María de Rioseco: IV Jornadas del monasterio de Rioseco. El monasterio a través del tiempo, Burgos, 127-142.
- TORRES BALBÁS, L. (1952). *Arquitectura gótica*. (Ars Hispaniae. Historia universal del arte hispánico, vol. 7º). Plus-Ultra, Madrid, 28-37 y 50.
- VICENTE SÁNCHEZ, D. (2022). *SALVEMOS RIOSECO. Construcción de un arco de sillería en el monasterio Santa María de Rioseco*. Vídeo resumen del proyecto APS22.0303. <https://youtu.be/3qLO8VADtvI>.

ENERGY EDUCATION: FOSTERING SUSTAINABLE LEADERSHIP FROM VOCATIONAL TRAINING TO UNIVERSITY LEVEL

DÑA. PATRICIA AGUILERA BENITO

DÑA. ISABEL BACH BUENDÍA

D. JAVIER GARCIA MARTIN

Universidad Politécnica de Madrid, España

D. DAVID BENZO SOTODOSOS

IES “Antonio Machado” Alcalá de Henares (Madrid)

ABSTRACT

The Educational Innovation Projects are proposals that include a series of activities and materials different from the traditional ones to develop the creativity and learning of students. This project has been carried out with the intervention of the Escuela Técnica Superior de Edificación de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sistemas Informáticos de Madrid and the Instituto de Enseñanza Superior “Antonio Machado” de Alcalá de Henares (Madrid). The academic objective has been to involve students in the field of energy efficiency through their involvement in obtaining the energy certificate of the IES “Antonio Machado” made with the simplified computer procedure CE3X admitted by the Registers of the Spanish Autonomous Communities..

In this way, university students of the Degree in Building and students of Dual Vocational Training in Building Projects and Civil Works Projects share situations that they will have to face as certifying technicians in their professional life. Students have the opportunity to apply theoretical knowledge in a real context, using professional

tools and methodologies to evaluate aspects such as the thermal envelope, the efficiency of hot water or air conditioning systems and proposals for improvement.

The methodology used in the development of the project consists of forming mixed groups of students who can work on data collection, data entry in the computer program and most importantly learn to interpret the results to finally study the different proposals for improvement. The project raises awareness of the importance of energy efficiency and the sustainable use of resources. Energy efficiency certification provides information on the amount of energy that a building needs to satisfy its interior comfort needs, mainly thermal.

It is remarkable not only the obtaining of an energy certificate, also in another aspect the students of the ETSEM have learned to appreciate the collaboration with other professional profiles. The students of the IES have had an approach to the university world and have reinforced their self-esteem, their involvement has been greater as it is the building where they go as students. The teachers have faced the challenge of adapting the contents to different profiles.

Keywords

Energy efficiency, energy certification, CE3X; thermal envelope; challenge-based learning.

1. INTRODUCTION

1.1. EDUCATIONAL INNOVATION PROJECT IN HIGHER EDUCATION

An Educational Innovation Project in university higher education is an initiative designed by teachers to improve and transform teaching and learning processes, with the aim of making them more effective and adapted to the current needs of students. These projects can cover a wide range of approaches and strategies, from the integration of new technologies and pedagogical methodologies to the creation of educational programs that promote key competencies for the 21st century.

An educational innovation project should have well-defined objectives that address specific problems or areas for improvement within the educational process. According to Fullan and Langworthy (2014), establishing clear objectives is fundamental to guide the design and implementation of innovative educational projects. The incorporation of digital tools and platforms is a common feature of these projects. This may include the use of virtual learning environments, interactive simulations, educational mobile applications, and the use of artificial intelligence to personalize learning. As Bates (2015) points out, technology can significantly transform the way teaching and learning takes place in higher education institutions.

This project has been carried out thanks to the union of the Escuela Técnica Superior de Edificación and Escuela Técnica Superior de Sistemas informáticos of the Universidad Politécnica de Madrid and the IES “Antonio Machado” of Alcalá de Henares.

1.2. ENERGY EFFICIENCY, A RELEVANT SOCIAL PROBLEM

On March 14, 2023, the European Parliament defined its position on the need for residential buildings to meet minimum energy efficiency standards at Union level (energy efficiency class E by 2030 and class D by 2033) and on measures to support energy poverty. Non-residential and public buildings would have to reach the same standards by 2027 and 2030, respectively.

The energy efficiency of buildings must be calculated using a methodology that can be completed at national, regional and local levels. It includes not only thermal characteristics, but also other factors that are playing an increasingly important role, such as air-conditioning systems (heating, air-conditioning and ventilation), the use of energy from renewable sources, building automation and control systems, indoor environmental quality and adequate daylighting.

Buildings consume 40 % of the EU's energy and almost 75 % of its building stock is energy inefficient. The recent global pandemic has also amplified the importance of having buildings with good indoor environmental quality.

Therefore, this is a relevant problem that we must be aware of today. And to a greater extent when it comes to public administration buildings.

2. OBJETIVE

The proposed experience is framed in experiential and experimental learning based on a challenge. In the challenge, students are expected to take an active role in the resolution of the challenge and to be aware of the interrelation of the knowledge they acquire in the different challenge-activities that are proposed (Fran-co, 2021).

A project is proposed to implement the challenge-based learning methodology in the following subjects and at the following learning levels:

- University Degree. “Installations I”, ‘Installations II’ of the Degree in Building and Double Degree in Building+ADE, of the ETS de Edificación de Madrid (UPM).
- Professional training. “Energy Efficiency in Building” of the double degree in DUAL modality of Building Projects + Civil Works Projects, of the IES Antonio Machado (Alcalá de Henares).
- Master's thesis in Computer Systems, framing the project within the Research Group in Systems and Software Technology (SYST).

The project specifically seeks to incorporate mini-challenges to improve student learning. The project is developed in four mini-challenges, covering the following blocks:

1. Energy certification: They will perform the energy certification of IES Antonio Machado according to Ce3X software, approved by the Ministry for the ecological transition and demographic challenge. In this way the students will collect all the necessary information to carry it out and execute the certification to obtain the energy rating of the building.
2. Energy audit: They will conduct a complete audit of IES Antonio Machado to identify possible points of energy inefficiency. Students will analyze the consumption of

electricity, heating, cooling and water, and propose solutions to reduce excessive energy use.

3. Implementation of sensors and control systems: They will design and implement a series of custom sensors using Arduino boards and various electronic components. These sensors will be designed to measure key variables related to temperature, humidity, CO₂, light level, etc.
4. Preparation of a manual with possible improvement measures: With the collaboration of the Passivhaus Platform, a workshop will be held to assess the feasibility of different passive and active strategies to improve the energy efficiency of IES Antonio Machado (installation of more efficient carpentry, improvement of thermal insulation and airtightness, ventilation with heat recovery, promotion of sustainability in the building and its surroundings, etc.).

In this way, a project based on challenge-based learning (RBL) is developed, this being an active methodology in which students take the reins of their learning with a critical, reflective and civic attitude. From curiosity and analysis of the reality around them, students try to find a solution to a problem in their environment (Diaz, 2022).

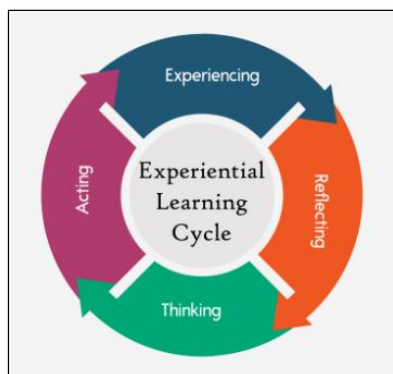


Figure 1: Diagram developing the Challenge Based Learning methodology.

Source. <https://peregrineglobal.com/>

2. METODOLOGY

2.1. SELECTION OF THE EDUCATIONAL INSTITUTION AND THE COMMUNITY

The educational stage in which the project is implemented is at a higher level, specifically at the University, within the Building Degree and the double degree of Building and Business Administration and Management. This project is carried out in the subjects of Installations I and II, which are taught during the second and third year of the degree.

These students mentioned above, worked together with a group of students from IES Antonio Machado de Alcalá de Henares who were studying the Double Degree in Building and Civil Works. This multidisciplinary approach has made it possible to comprehensively address the challenges posed, focused on the energy certification of the building and the improvement of its energy efficiency.

2.2. DEVELOPMENT OF THE DIFFERENT CHALLENGES TO BE ADDRESSED DURING THE DIFFERENT PHASES OF THE PROJECT

The educational innovation project “Educational Energy Challenge: Forming Sustainable Leaders from Vocational Training to University” carried out at IES Antonio Machado de Alcalá de Henares has been structured in several phases:

1. Planning and Organization Phase

The first stage of the project consisted of planning and organizing the activities. Initial meetings were held between the teachers of both educational levels to define the objectives, the roles of the students and the work Schedule.

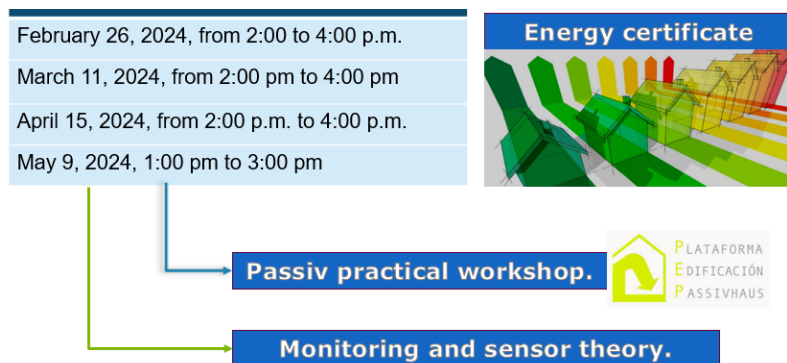


Figure 2: Work schedule. Source. Own elaboration.

Working groups were established that integrated students from both cycles, thus promoting collaborative learning and knowledge exchange.

Eleven students from IES Antonio Machado participated as volunteers who wanted to get involved in the project, encouraged by their teachers of the cycle, and nine students from the Escuela Técnica Superior de Edificación also participated as volunteers, belonging to the Double Degree in Building and Business Administration and Management.T

2. Energy Certification Information Collection

The students began by familiarizing themselves with the Ce3X software, approved by the Ministry for Ecological Transition and Demographic Challenge. This tool is essential to perform the energy certification of buildings in Spain.

First, a preliminary investigation was carried out, where students conducted research on the requirements and criteria necessary for energy certification, as well as on the current regulations.



Figure 3: Theoretical class on the use of Ce3x software for Energy Certification of buildings. Source. Own elaboration.

Data collection was then carried out. A visit was made to IES Antonio Machado to collect relevant data on the building, including plans, construction characteristics, air conditioning systems, and energy consumption. The students conducted on-site measurements and interviews with school personnel to obtain additional information.



Figure 4: Building envelope data collection. Source. Own elaboration.

3. Sensors implementation

The proposal of the project was that the students, jointly and led by a Master's Thesis student from the School of Information Systems, would design and implement a series of custom sensors using Arduino boards and various electronic components. These sensors would be designed to measure key variables related to temperature, humidity, CO₂, light level, etc. Due to lack of time, this activity was reduced to a theoretical workshop where they could see how these sensors have been implemented in other projects with similar characteristics.



Figure 5: Explanation of projects where sensors have been placed to collect data on energy variables. Source. Own elaboration.

4. Energy Efficiency Strategies Workshop

With the collaboration of the Passivhaus Platform, a practical workshop was organized where students evaluated the feasibility of various passive and active strategies to improve the energy efficiency of IES Antonio Machado. All the strategies analyzed were based on the passivhaus standard, in order to be able to achieve in the future a seal of sustainability in the building under study.



Figure 6: Practical workshop on improvement measures, given by the Passivahaus Platform. Source. Own elaboration.

- Passive Strategies: Solutions such as installing more efficient carpentry, improving the building's thermal insulation and airtightness, as well as optimizing orientation and architectural design to maximize natural light were discussed and analyzed.
- Active Strategies: Technologies such as ventilation with heat recovery, replacement of boilers and lighting with more energy-efficient installations were explored.

5. Delivery of documentation and certificates of participation

The participating students were connected through the forum that was enabled on the Moodle platform, where each one of them posted the data collected in order to unify the data record and be able to perform the energy certification of the building.

In addition, through this communication channel was enabled all the necessary documentation so that they could perform the corresponding mi-ni-challenge, to reach the final challenge.

PIE24.5401 Desafío Energético Educativo

Curso Configuración Participantes Calificaciones Informes Más -

Colapsar todo

DESAFÍO ENERGÉTICO EDUCATIVO: FORMANDO LÍDERES SOSTENIBLES DESDE LA FORMACIÓN PROFESIONAL HASTA LA UNIVERSIDAD



- Tablón de anuncios
- Presentación Resumen PIE
- AULA TALLER DE INSTALACIONES ETSEM
- Foro de Cuestiones Generales del Curso
- Planos IES Antonio Machado
- Planos DWG

▼ Datos IES Antonio Machado (Alcalá de Henares)

- Foro para compartir dudas, datos, etc.
- IES ANTONIO MACHADO (ALCALÁ DE HENARES)
- Planos IES Antonio Machado (formato pdf)
- Datos Equipos de Aire Acondicionado
- Datos Placas Fotovoltaicas

▼ Procedimientos simplificados para la certificación energética de edificios existentes (Programa CE3X V - 2.3)

Figure 7: Moodle collective platform for the exchange of information related to the project. Source. Own elaboration.

To conclude the project and as a reward for the work done, in the last session, all participating students from both institutions received a certificate of achievement.



Figure 8: Distribution of certificates of achievement to students participating in the project.
Source. Own elaboration.

3. RESULTS

The results shown were obtained based on the satisfaction surveys completed by the 20 students who participated in the project.

Of the 20 participating students, 25% were born in 2002 (22 years old) and the other 25%, shown in the following figure, were born in 2004 (20 years old). 18.8% were born in 2001 (23 years old) and 12.5% were born before 1995 (29 years old or older).

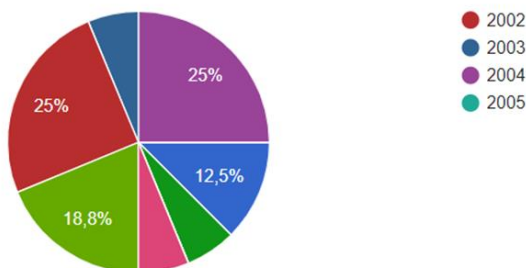


Figure 9: Year of birth of the project participants. Source. Own elaboration.

Of the 20 participating students, 56.35% are female and the remaining 43.8% are male.

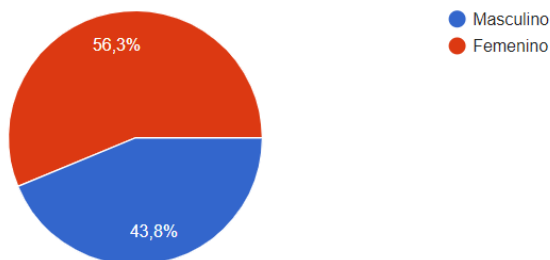


Figure 10: Sex of project participants. Source. Own elaboration.

In Figures 11 and 12 the degree of student satisfaction has been questioned with several parameters that have affected the development of the project. The parameters analyzed are:

- Regarding the contribution of the teaching team. The results are mostly very satisfactory. Considering that the students are satisfied with the teaching team that has participated in the project.
- The learning of the program used has only a satisfactory result. This is probably due to the fact that, due to the reduced time available, they have not been able to see the program developed in full depth.
- The acquisition of knowledge that will help in the future in the professional life, in great part you think that it is very satisfactory. This gives us to understand that the project has served to develop useful skills for their future professional lives.
- The face-to-face data collection sessions are not something interesting to note, since the responses reflect average satisfaction. This may be due to the fact that due to lack of time the institute's measures had

to be carried out in a very short time. In addition, the students belonging to the institute had to remain in charge of collecting all the data that had not been collected in time.

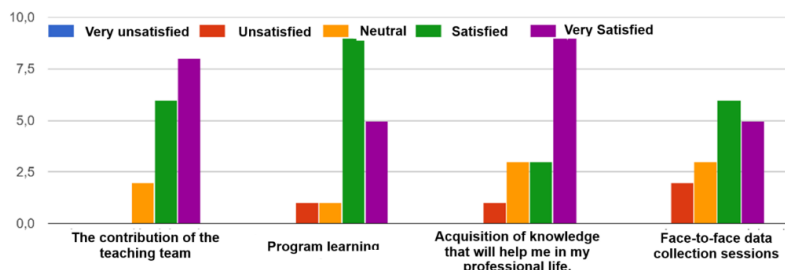


Figure 11: Degree of satisfaction. Charts part 1. Source. Own elaboration.

- On the question of whether they have learned more than they expected and whether their expectations have been met, the vast majority agree or strongly agree. With a small percentage of students saying that the project did not meet their expectations.

- If you would recommend this experience to others, most of the students agree or strongly agree that they would. But there is also a part of the students who disagree.

- My contribution to the project has been useful, it is a question that covers the four possible answers, most of them agreeing or strongly agreeing.

- The didactic methods have been adequate, most of them agree.

- The general valuation given to the project is 50% in very much agreement, 31.25% in agreement and 18.75% in disagreement.

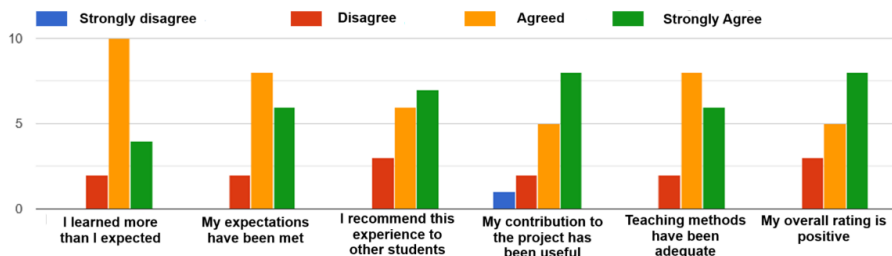


Figure 12: Degree of satisfaction. Charts part 2. Source. Own elaboration.

4. CONCLUSIONS

The results of the project indicate a mostly positive assessment by the students, especially with regard to the contribution of the teaching team, with high overall satisfaction. However, the learning of the program used is considered only satisfactory, which can be attributed to the limited time available to deepen its development. Despite this, students have expressed that the acquisition of knowledge has been significant and useful for their future professional life, which suggests that the project has contributed to the development of relevant competencies.

On the other hand, the face-to-face data collection sessions did not generate a remarkable interest, reflecting a medium satisfaction, positively due to the lack of time to perform the measurements adequately. Although most students agreed that their expectations were met and would recommend the experience to others, a small percentage did not share this opinion. In general, the assessment of the project was positive, with 50% of the participants in total agreement and 31.25% in agreement, which highlights the effectiveness of the didactic methods used. In conclusion, the project has been an enriching experience, although areas for improvement are identified, especially intine management and the deepening of software learning.

In conclusion, the project based on mini-challenges proved to be a valuable experience for the students, who expressed a general satisfaction with the participation of the teaching team and the acquisition of knowledge relevant to their professional future. Although some aspects, such as learning the software and the data collection sessions, presented areas for improvement, most students recognized the positive impact of the project on the development of practical skills. The students' willingness to recommend the experience to others suggests that, despite the difficulties encountered, the mini-retest approach has fostered a collaborative and motivating learning environment, laying the groundwork for future educational initiatives that effectively integrate theory with practice.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATES, A. W. (2015). TEACHING IN A DIGITAL AGE: GUIDELINES FOR DESIGNING TEACHING AND LEARNING. BCCAMPUS.
- DIAZ LIZARAZO, A. M. (2022). APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS PARA EL FORTALECIMIENTO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO DÉCIMO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA COMPARTIR, A TRAVÉS DE UN OVA ORIENTADO AL ESTUDIO DEL CONCEPTO DE ENERGÍA Y SU TRANSFORMACIÓN, MEDIADO POR LA CONSTRUCCIÓN DE UN MINI-GENERADOR DE BAJO COSTO (DOCTORAL DISSERTATION, UNIVERSIDAD DE CARTAGENA).
- FRANCO ÁLVAREZ, E., & OCETE CALVO, M. D. C. (2021). ENSEÑANZA DE LOS DEPORTES A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE BASADO EN RETOS Y MOTIVACIÓN EN ALUMNOS UNIVERSITARIOS.
- FULLAN, M. (2014). THE PRINCIPAL: THREE KEYS TO MAXIMIZING IMPACT. SAN FRANCISCO: JOSSEY-BASS.
- PEREGRINE GLOBAL SERVICES IS AN EDUCATION TECHNOLOGY COMPANY SPECIALIZING IN TEACHING AND LEARNING SOLUTIONS FOR HIGHER EDUCATION AND PROFESSIONAL DEVELOPMENT
[HTTPS://PEREGRINEGLOBAL.COM/FIND/COMMUNICATIONS/](https://peregrineglobal.com/find/communications/)

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO COLABORATIVO Y EL USO DEL VIDEO COMO RECURSO DIDÁCTICO EN UN DIPLOMA DE POSGRADO EN DISEÑO ESTRUCTURAL

DIEGO VILLAGÓMEZ

Pontificia Universidad Católica del Perú

RESUMEN

En el desarrollo del curso Diseño de Sistemas de Concreto para Contención de Tierra y Líquidos del Diplomado de Posgrado Diseño Estructural de la Pontificia Universidad Católica del Perú, se ha experimentado en los últimos seis años (2018-2023), la aplicación de dos innovaciones pedagógicas: el trabajo colaborativo y el uso del video. El objetivo del presente estudio es evaluar de qué manera la sistematización de este experimento pedagógico ha influido en el rendimiento académico de los participantes. Es una investigación aplicativa-descriptiva, se aplicaron dos cuestionarios a los estudiantes: uno sobre nociones conceptuales y procedimentales (cuyos promedios corresponden a los seis años); y otro mediante el cual valoran el desempeño docente. La metodología concluye demostrando que la implementación de estas innovaciones pedagógicas ha

sido una experiencia exitosa y ha producido un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE:

Recursos Didácticos, Trabajo Colaborativo, Video Educativo, Diploma De Posgrado, Rendimiento Académico.

INTRODUCCIÓN

La sociedad de la información y del conocimiento ha ocasionado que, en los procesos de enseñanza-aprendizaje, se incorporen innovaciones tecnológicas digitales necesarias en la formación de los profesionales, de acuerdo a las competencias que también se van innovando tanto en la universidad como en el mercado laboral.

El Diploma de Posgrado Estudios en Diseño Estructural que se ofrece en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) desde el 2012, consta de 9 cursos y se desarrolla durante 9 meses; los estudiantes participantes son ingenieros civiles, egresados o bachilleres de la carrera de Ingeniería civil. El objetivo del Diploma es actualizar y ampliar los conocimientos sobre la ingeniería civil, en su especialidad Estructural. Los docentes son profesionales de la Ingeniería Civil.

El primer curso del Diploma es Diseño de Sistemas de Concreto para Contención de Tierra y Líquidos (DSCCTL), que está a nuestro cargo, y se desarrolla en tres sesiones teóricas, de 3 horas de duración cada una, y se adiciona una sesión más, de 1 hora, para el proceso de evaluación.

El contenido del curso incluye:

Parte 1.- Sistemas de contención de líquidos.

- Consideraciones especiales para el diseño en concreto armado de muros en contacto con líquidos.
- Análisis sísmico de reservorios con líquidos en su interior.
- Representación de las fuerzas hidrodinámicas en un modelo de elementos finitos.

Parte 2.- Sistemas de contención de tierra.

- Tipos de Muros de contención de tierra. Muros en volado, muros de gravedad, muros con contrafuertes.
- Muros de sótanos. Calzaduras. Muros anclados.

El objetivo del curso DSCCTL es otorgar a los estudiantes los conocimientos para participar en el análisis y diseño de estructuras de concreto armado destinadas a contener el empuje de los suelos y almacenar líquidos.

En los doce años de docencia en el Diploma se desarrolló el curso de DSCCTL aplicando, experimentando y adaptando una serie de innovaciones pedagógicas con la finalidad de que los estudiantes adquieran de manera efectiva las nociones conceptuales, procedimentales y actitudinales que el curso ha programado como objetivo.

En el presente estudio queremos exponer la sistematización de nuestra experiencia docente validado por una innovación sostenida con la aplicación de dos estrategias pedagógicas: el método de enseñanza del trabajo colaborativo de los participantes y el uso del video como recurso didáctico, que se fueron experimentando y perfeccionando en los últimos 6 años (2018-2023).

El objetivo de la aplicación de estas innovaciones didácticas es la de afrontar situaciones o problemas que impiden superar las prácticas de enseñanza tradicionales y obsoletas, promoviendo métodos y recursos orientados a facilitar procesos modernos y eficaces para la construcción activa y reflexiva del conocimiento, "antes que de exclusiva

transmisión de información" (Lucarelli, 2003). Estas innovaciones que casi siempre son intencionadas y permanentes en las instituciones educativas son altamente significativas porque tienden a "provocar transformaciones e impactos reales y positivos sobre los aprendizajes de los estudiantes, el entorno y la cultura institucional y la sociedad" (Jerez et al., 2017).

Aspiramos a que los egresados de este primer curso del Diploma adquieran o actualicen sus habilidades y competencias de comprensión y análisis, y que les permitan lograr las capacidades de los ocho cursos subsiguientes y sean capaces de adaptarse a un entorno complejo, dinámico y flexible, relacionados con el diseño de diversos tipos de estructuras cubiertas en el Diploma.

1. REVISIÓN TEÓRICA

1.1. TRABAJO COLABORATIVO

En la literatura especializada sobre pedagogía se utiliza diversas denominaciones referidas al trabajo colaborativo (Maldonado, 2007), tales como trabajo cooperativo (Vilchez y Gil, 2012), trabajo en equipo en el aula (Espinoza, 2003), también le anteponen el verbo aprendizaje: aprendizaje en equipo (Alcover y Barrasa, 2004), aprendizaje colaborativo (Guerra et al., 2019) y aprendizaje cooperativo (Peña et al., 2010). Entre todos estos términos referidos a este método de enseñanza existe sutiles diferencias, pero también existen muchas semejanzas. Son los hermanos Johnson (Johnson et al., 1999), quienes han sistematizado una definición más integral y consistente; para ellos el aprendizaje cooperativo se caracteriza por otorgar a los alumnos el protagonismo en el proceso educativo y promover sus interacciones, las cuales son planificadas y guiadas para que se desarrollen ciertos elementos básicos que componen la base estructural de esta metodología.

- Uno de los elementos básicos es la responsabilidad individual, que fundamenta el trabajo en equipo y que se refuerza mediante la distribución de tareas y el desempeño individual.
- Un segundo elemento básico es la interdependencia positiva, implica que los estudiantes deben ser mutuamente responsables del aprendizaje de cada uno de los demás, lo cual refuerza la cohesión interna del grupo.
- Un tercer elemento es el uso de habilidades sociales para la mediación, para la resolución de conflictos y la aceptación de otros puntos de vista que difieren del personal, contrastes de ideas que se deben de resolver con el diálogo.
- En este sentido, el diálogo, la interacción a través de la palabra (que es el cuarto elemento básico), desarrolla la capacidad de argumentación de los estudiantes sobre los conceptos curriculares que debe de aprender, perfeccionando las habilidades de interacción de los estudiantes y, al mismo tiempo, generando en ellos valores positivos hacia el aprendizaje y la interacción creativa (Johnson et al., 1999).

En el ámbito de la enseñanza en Ingeniería Civil existen varias experiencias exitosas basadas en el aprendizaje colaborativo, se mencionarán dos de ellas. Con el objetivo de promover la cultura de investigación en grupo, se propuso una Experiencia de Aprendizaje Basado en Investigación en la asignatura Pedagogía, TIC y gestión de la información, para ingenieros civiles de la Universidad Tecnológica de la Universidad de la Habana (Bedregal-Alpaca et al., 2020). La propuesta ofrece una variante aplicable y produjo buenos resultados para la investigación, la participación y el aprendizaje cooperativo en la formación del ingeniero desde la integración de las TIC, que muestra cómo el estudiante es protagonista de un proceso de aprendizaje propio y colectivo (Bedregal-Alpaca et al., 2020).

Igualmente, se menciona lo acontecido en el Departamento de Ingeniería Civil. Escuela Politécnica Superior de la

Universidad de Alicante (España) en donde se desarrolló la optimización de un procedimiento de aplicación práctica, de acuerdo a los criterios de formación en competencias propugnadas por el Espacio Europeo de Educación Superior, que consistió en que la metodología del procedimiento debía diseñarse mediante una combinación de técnicas de aprendizaje colaborativo y convencional, mediante los cuales los estudiantes obtuvieron una formación conjunta entre contenidos académicos y competencias transversales; quedando esta línea de trabajo establecida para que el equipo de profesores lo sigan empleando y perfeccionándola en el futuro (Carmona et al., 2015).

Algunos especialistas (Sousa, 2014) han incorporado, en la fundamentación del método de enseñanza del trabajo en grupo, los aportes de neurociencia educativa disciplina híbrida y nuevo paradigma que relaciona las ciencias de la educación y la neurociencia, afirmando que el aprendizaje de todo saber y de toda índole es más efectivo a través de la colaboración e intercambio social mediada por la empatía. Estas teorizaciones sobre la neurociencia aplicada a la educación han dado origen a diversas denominaciones conceptuales, tales como neurodidáctica, neuroaprendizaje, neurociencias cognitivas, entre otras.

El aprendizaje es un proceso social que se construye en la interacción, no sólo con el profesor, sino también con los compañeros y con el contexto, solo así se puede lograr el significado de lo que se aprende. Así, el trabajo colaborativo se convierte en un proceso en el que el individuo, fruto de la interacción empática ("una conducta adaptativa") con el grupo, aprende más de lo que aprendería por sí solo, el aprendizaje grupal es la esencia del ser humano en sociedad. La empatía estimula la convivencia y esto mejora la productividad colectiva del grupo en su conjunto.

1.2. EL VIDEO COMO RECURSO DIDÁCTICO

Son numerosos los trabajos académicos que explican, justifican e ilustran las experiencias sobre el uso de los medios de comunicación, principalmente del video y del cine en los procesos de enseñanza- aprendizaje en el sistema educativo formal, en asignaturas de los diferentes niveles escolares y en las diversas carreras profesionales de la universidad.

Existe una nutrida bibliografía y hemerografía en las universidades de Europa, principalmente en España, y en algunos países de América Latina en donde se destacan la utilización de las películas cinematográficas comerciales como medios de apoyo en la enseñanza de las asignaturas de historia (Caparrós, 2008), literatura (De La Asunción, 2015), idiomas (López, 2014), economía (Matarán, 2014), en la medicina (Guerra, 2004), en la transmisión de valores (Cabero, 2003), en la investigación científica (Moratal, et al., 2010), en la educación ambiental (Amar, 2009), entre otras, que permite que los estudiantes sean capaces de comprender mejor la lección académica, referida a personajes, hechos, ideas, historias, lugares, idiomas, conductas, épocas y acontecimientos que se muestran audiovisualmente a través de las interesantes y motivadoras narrativas cinematográficas.

Los recursos audiovisuales son mediaciones o medio de interacción, no sólo para poder establecer un proceso comunicativo sensibilizador, sino también para “problematizar situaciones y para estimular la discusión, el diálogo, la reflexión y la participación” (Kaplún, 1998); es decir, facilita el logro de aquellas competencias que son difíciles de alcanzar a través de metodologías didácticas tradicionales.

En la actual sociedad de la "primacía de la imagen", que ha producido al "homo videns" (Sartori, 1998), la cultura de la imagen es transmitida y consumida globalmente por diversos canales y dispositivos digitales. Esta realidad aún no es

comprendida ni aceptada en muchos países de América Latina, porque estos medios audiovisuales que están literalmente en manos de jóvenes no son asumidos plenamente como recursos de apoyo en la praxis pedagógica.

De acuerdo a sus objetivos didácticos, los videos pueden ser de 4 tipos (Schmidt, 1987):

- Los videos instructivos, cuyo objetivo es instruir o lograr que los alumnos dominen un determinado contenido;
- Los cognoscitivos, los videos que pretenden dar a conocer diferentes aspectos relacionados con el tema que se está estudiando;
- Los motivadores, que predisponen positivamente al estudiante para que desarrolle una determinada tarea;
- Los modelizadores, videos que presentan modelos a imitar o a seguir.

Los videos tienen una consistente expresividad en su contenido, pero no todos pueden ser utilizados para fines educativos, porque poseen distintas capacidades o potencialidades expresivas. Respecto estas diferencias, existen tres tipos de videos (Bravo, 1994):

- Los videos de baja potencialidad: aquellos que poseen una sucesión de imágenes de baja calidad de estructuración y contenido, no constituyen por sí solos un video con sentido completo.
- Los videos de media potencialidad: aquellos cuyas secuencias de imágenes y sonidos transmite un mensaje más interesante y completo. Estos videos son los que más se utilizan, pero es necesario que el profesor intervenga en algunos momentos para aclarar o complementar algunos aspectos del contenido de la sesión académica. Estos son los denominados videos de tipo cognoscitivo.
- Los videos de alta potencialidad: aquellos que han sido elaborados exprofesamente en forma de video-lección, en

función de los objetivos de aprendizaje. En esta categoría están incluidos los vídeos instructivos. Estos vídeos son capaces de transmitir un contenido educativo completo y están especialmente diseñados para facilitar la comprensión y la retención del contenido educativo (Bravo, 1994).

Se considera que es importante el uso del video con fines educativos en la docencia en ingeniería, porque existe el requerimiento en las diversas especialidades y múltiples técnicas constructivas. En este sentido, la adopción de los medios audiovisuales son un complemento adecuado, no solo para las explicaciones teóricas impartidas en el aula para un enriquecimiento de la información, sino también para la posterior aplicación en la vida laboral del ingeniero. Su fácil acceso permite utilizar el vídeo como elemento de aproximación a las realidades técnicas que, de otra forma, sería muy difícil realizar (Pérez, 2013).

Por lo antes mencionado, los tipos de vídeos más empleados son los cognoscitivos, los de media potencialidad, es decir aquellos que enfatizan determinados aspectos vinculados con el tema de estudio, pero que requerirán el complemento informativo del profesor, quien no sólo podrá explicar y profundizar el contenido del vídeo, sino que deberá ponerlo en contexto dentro del temario de la asignatura (Pérez, 2013).

Los videos que se pueden utilizar pueden ser de dos fuentes de origen:

- 1) Vídeos grabados por el propio docente. Realizados en obras, instalaciones o fábricas, estos vídeos son de gran interés ya que permiten acercar al alumnado a los aspectos específicos de determinadas obras o instalaciones, permitiendo visualizar detalles en los que el docente quiera reiterar o destacar.
- 2) Vídeos obtenidos de internet. En el que se precisan dos posibilidades:

- Vídeos de publicidad. Las empresas suben a sus páginas web vídeos en los que se muestran mercancías: sistemas de funcionamiento y formas de aplicación o colocación de sus productos.
- Vídeos colgados en YouTube. Los usuarios suben y comparten vídeos, que pueden ser vistos por cualquier persona. En esta web se puedan encontrar múltiples vídeos de diversas de temáticas (Pérez, 2013).

La neurociencia educativa también permite explicar la justificación del uso del cine y el video en el proceso enseñanza-aprendizaje. Se puede decir que las actuales generaciones pertenecientes a la era de la imagen, son aquellos jóvenes cuyos equipos digitales audiovisuales forman parte del menú digital de consumo cotidiano y que de ellos obtienen una serie de efectos subjetivos: alegría, tristeza, temor, emoción, miedo, amor, identificación, rechazo; podría decirse que los actuales medios digitales audiovisuales se han convertido en "extensiones de las extremidades superiores de las nuevas generaciones" (McLuhan, 1964). Y se debe de aprovechar de estas circunstancias para revertir el uso de la imagen audiovisual a favor de la educación.

2. METODOLOGÍA

El presente fue un estudio de tipo aplicativo-descriptivo, en donde se puso a prueba las ventajas del aprendizaje en equipo relacionado con los cuatro videos que fueron utilizados como recursos didácticos en el desarrollo del curso de Diseño de Sistemas de Concreto para Contención de Tierra y Líquidos, dirigido a 30 estudiantes que representaron la muestra por conveniencia (Hernández et al., 2014).

El curso se desarrolló a través de clases expositivas, con ejemplos prácticos de aplicación para los contenidos y se reforzó la información con los videos seleccionados, dos

videos tanto en la Parte 1 y otros dos videos en la Parte 2 del curso.

La evaluación consistió en aplicar una Tarea (con un valor de 40%) y un Examen (con un valor de 60%) que demostraron el uso del video como recurso didáctico conducentes al logro de las capacidades conceptuales y procedimentales en el estudiante (ver Tabla Notas promedio finales de los últimos 6 años). Asimismo, se observó y evaluó la dinámica y la productividad del trabajo en equipo para desarrollar el trabajo final que consistió en la elaboración del proyecto estructural profesional.

3. RESULTADOS

El Diploma es un curso de especialización, en una primera instancia se ha transmitido información que ha incrementado y consolidado la base tecnológica y científica de la carrera profesional de la Ingeniería Civil, en el marco de la concepción de la “ciencia abierta”, permitiendo que la información científica, los datos y los resultados sean más accesibles y se aprovechen de manera más confiable con la participación activa de todos los interesados: científicos, responsables políticos y ciudadanos (Babini y Rovelli, 2020).

Respecto a las innovaciones pedagógicas empleadas, éstas dieron óptimos resultados tanto para los estudiantes, como para los organizadores del Diploma del Posgrado Estudios en Diseño Estructural y la facultad de Ingeniería Civil de la PUCP.

3.1. LA ESTRATEGIA DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO EN INGENIERÍA

La incorporación de la innovación del método de enseñanza del trabajo colaborativo, utilizado en el Diploma de Posgrado en Diseño Estructural, permitió que el proceso de aprendizaje se sustente en el interés en que los estudiantes participen de manera activa, directa y comprometida en la voluntad de trabajar en equipo, fomentando un ambiente de trabajo

mancomunado y la toma de decisiones de manera colectiva, que son esenciales para el desarrollo tanto académico como profesional.

Específicamente, se organizaron 6 grupos de trabajo (con 5 integrantes cada uno), y se optó por utilizar el trabajo en equipo como método de enseñanza, porque permite que los estudiantes con distintos niveles de habilidad, información y experiencia, desarrollen un proyecto estructural profesional como una tarea práctica. De esta manera, todos los miembros de cada grupo construyeron un producto cognitivo común, se comprobó que, fruto de esta interacción en el grupo, estudiante aprende más de lo que aprendería por sí solo.

Para socializar la información y ser evaluados, los trabajos grupales fueron expuestos en clase; de esta manera, los estudiantes desarrollaron sus estrategias comunicativas con los demás y mejoraron sus competencias, capacidades y habilidades sociales. Y, ante el surgimiento de la discrepancia de puntos de vista, ellos valoraron tanto la importancia de la defensa del producto académico común, como el respeto y la tolerancia por la opinión de los otros.

Tabla 1. Notas promedio finales de los últimos 6 años (12 ediciones).

AÑO	PROMEDIO FINAL
2018	15.0
2019	14.7
2020-1	15.6
2020-2	16.4
2021-1	16.9
2021-2	15.4
2021-3	15.0
2022-1	15.9
2022-2	14.9
2022-3	14.3
2023-1	16.5

2023-2	15.1
--------	------

Fuente: DV

Los datos de la Tabla señalan la evolución de los promedios finales que obtuvieron los estudiantes en la línea de tiempo de los últimos 6 años (2018-2023), al término del curso Diseño de Sistemas de Concreto para Contención de Tierra y Líquidos, las magnitudes de dichos calificativos evidencian que el nivel del rendimiento académico fluctúa cuantitativamente entre 14.3 y 16.9 puntos. El Gran Promedio de los 12 promedios finales es de 15.5 cerca al nivel de logro Muy Bueno (de acuerdo con la escala de puntaje vigesimal del baremo de la PUCP: 16 a 20 indica un logro *Muy Bueno*).

3.2. EL VIDEO COMO RECURSO DIDÁCTICO EN INGENIERÍA

En el desarrollo del curso se utilizaron recursos audiovisuales como elementos de apoyo, porque se tuvo en cuenta que los jóvenes estudiantes estuvieran atentos e interesados en las sesiones de aprendizaje. Ellos no solo pertenecen a la generación de los “nativos digitales” (Prensky, 2001), son también los principales usuarios de estas herramientas informáticas de conectividad global que tienen a la imagen audiovisual como fuente de información, entretenimiento, comunicación y conocimiento (Donovan, 2016).

Una de las justificaciones del uso del video como recurso didáctico, no solo radica en crear una motivación audiovisual afectiva en el interés previo del estudiante hacia el tema que se trató en clase, sino principalmente hacer que dicho interés se mantenga durante toda la sesión académica.

En la actualidad es fácil y de bajo costo utilizar diversos medios, equipos y servicios para desarrollar sesiones de enseñanza-aprendizaje interesantes, motivadores y exitosos académicamente. Internet nos facilita, de manera fácil y económica, acceder, seleccionar e intercambiar (entre

alumnos y docentes) su inmenso caudal de información global. Los ordenadores, el teléfono móvil, el equipo multimedia y las plataformas digitales facilitan la reproducción y almacenamiento de múltiples y diversos recursos y servicios que pueden ser utilizados en la enseñanza.

En las sesiones de enseñanza-aprendizaje del curso Diseño de sistemas de concreto para contención de tierra y líquidos del Diploma, se utilizaron cuatro videos como recursos didácticos que demostraron el uso de un software de ingeniería (CSI SAP2000) para la tarea práctica. Así como también algunas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que están cotidianamente en las manos de las jóvenes generaciones (*laptop*, teléfono móvil, *tablet*); herramientas y equipos de la sociedad de la información y de la conectividad que configuran los ambientes virtuales de aprendizaje.

Tal como lo dijimos anteriormente, en las últimas décadas se viene difundiendo en los ámbitos educacionales la importancia de la neuroeducación (Ortiz, 2009; Mora, 2013 y Sousa, 2014); los principales teóricos de esta nueva disciplina afirman que en el proceso enseñanza-aprendizaje intervienen por lo menos seis variables procesadas por nuestro cerebro: la atención, la curiosidad, la motivación, la emoción, la repetición y la memoria (Bartolomé, 2021).

Cuando un estudiante observa que, en la sesión de clase el profesor va a utilizar algo diferente a la monotonía usual, se activa su curiosidad y su atención; y si logra identificar que es algo inusual, interesante y que le agrada, entonces se siente motivado y emocionado.

Para los jóvenes el cine significa entretenimiento, diversión, recreación y distracción; ver una película y entender su argumento produce diversas reacciones, efectos y sentimientos: alegría, tristeza, temor, emoción, miedo, amor,

identificación, rechazo. El tema de la clase llega a la razón, en cambio el efecto del cine impacta en la subjetividad. En este sentido, la neuroeducación propone y fundamenta que las emociones son imprescindibles en los procesos de razonamiento y toma de decisiones, constituyen la base de la curiosidad y la atención, son determinantes en los procesos de aprendizaje.

En cierto modo, tenemos dos cerebros y dos clases diferentes de inteligencia: la inteligencia racional y la inteligencia emocional y nuestra vida está determinada por ambas. Por ello, no es el cociente intelectual lo único que debemos tener en cuenta, sino que también debemos considerar la inteligencia emocional (Goleman, 2009).

Si se observan los videos que se han seleccionado y utilizado como apoyo didáctico en el curso Diseño de Sistemas de Concreto para Contención de Tierra y Líquidos, uno no puede dejar de sentir temor y nerviosismo cuando vemos en el video como se mueve amenazadoramente el agua de una piscina en un evento sísmico; cuando en una excavación profunda para varios niveles de sótanos ocurre el derrumbe de los muros de contención; cuando en un tanque de agua, el líquido se mueve debido a un sismo y se rebalsa a cada lado, temiéndose que colapsen las paredes del tanque. Estos videos no solo han reafirmado y graficado algunos contenidos teóricos del curso, sino que es posible que estas imágenes perduren por mucho tiempo en la memoria "emocional" de los estudiantes.

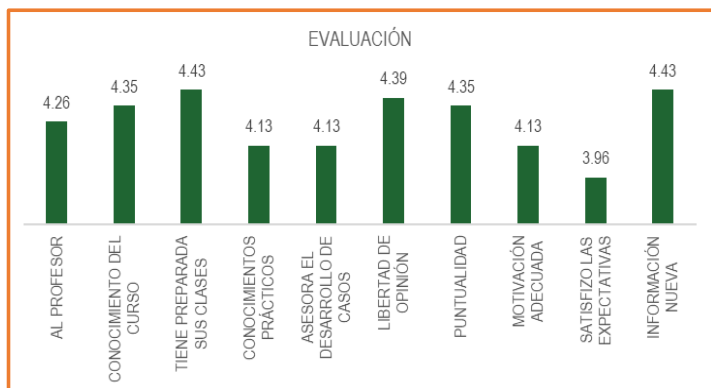


Figura 1: Evaluación de los alumnos al docente del curso. 2023-2.
Fuente: DV

En la Figura 1 se observa nueve características del perfil de desempeño del docente del curso, cada una con sus puntajes relativos de valoración crítica indicados por los estudiantes en el año 2023-2, que varían entre 3.93 y 4.43 y cuyo promedio general es de 4.26. El docente se destaca por la preparación previa de sus clases, por la información nueva que ofrece y por su puntualidad. Lo que también se valora es la libertad de opinión de los estudiantes, libertad que se inicia y se promueve en el trabajo colaborativo. Tiene poco puntaje las valoraciones referidas a la motivación adecuada y a la satisfacción de las expectativas. Esto revela que los videos y el trabajo colaborativo no producen cambios por si solos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que deben ser acompañados por los docentes, quienes deben de poner los nuevos recursos didácticos en sus debidos contextos académicos específicos y estar prestos a brindar la asesoría correspondiente para el desarrollo de las tareas y casos prácticos.

CONCLUSIONES

Los estudiantes lograron exitosamente las competencias académicas a través de la práctica efectiva del desarrollo del trabajo colaborativo, que no solo incide en el proceso de aprendizaje, sino también es una necesaria práctica solidaria que les ayuda a mejorar como personas y profesionales.

El uso del video como recurso didáctico se adecúa plenamente en la aplicación de la estrategia del trabajo colaborativo en el aula, pues las visualizaciones permiten que los estudiantes interactúen y confronten entre sí, sus apreciaciones, asimilaciones y valoraciones de los contenidos cognitivos en los videos.

Los videos como clases asincrónicas como recursos didácticos, se vienen utilizando exitosamente en diversos espacios académicos internacionales, su aplicación en el curso de Diseño de Sistemas de Concreto para Contención de Tierra y Líquidos del Diploma ha permitido no solo motivar y mantener el interés de los estudiantes en cada sesión de aprendizaje en que han sido utilizados, sino que también este contacto con experiencias y autores de otras latitudes, han posibilitado ampliar el espectro de sus conexiones académicas y profesionales de dimensión global.

Las cifras de las evaluaciones individuales permiten corroborar que, con la implementación de estas innovaciones didácticas en los últimos seis años (2018-2023), ha sido una experiencia valiosa y ha producido un efecto positivo el rendimiento académico de los estudiantes, quienes han adquirido plenamente las capacidades conceptuales y procedimentales programadas en el sílabo del curso del Diploma.

Es necesario establecer mayor contacto con diversas disciplinas científicas, especialmente con la Pedagogía y la

Comunicología, a fin de experimentar y validar innovaciones pedagógicas en el desempeño docente de los ingenieros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOVER, C. M., GIL, F. Y BARRASA, A. (2004). Aprendizaje de equipo: adaptación en una muestra española de las escalas de actividades de aprendizaje, *Psicothema*, 3, 378-383.
Recuperado de
<https://burjcdigital.urjc.es/bitstream/handle/10115/12091/Art%20Alcover%2C%20Gil%20%26%20B%20Psicothema%202004.pdf?sequence=1>
- AMAR, V. M. (2009). EL CINE POR UNA EDUCACIÓN AMBIENTAL. *EDUCAÇÃO & REALIDADE*. 3, 133-145. RECUPERADO DE
<https://doi.org/10.5294/pebi.2019.23.1.2>
- BABINI, D. Y ROVELLI, L. (2020). TENDENCIAS RECIENTES EN LAS POLÍTICAS CIENTÍFICAS DE CIENCIA ABIERTA Y ACCESO ABIERTO EN IBEROAMÉRICA. CLACSO, BUENOS AIRES.
- BEDREGAL-ALPACA, N., PADRÓN-ÁLVAREZ, A., TUPACYUPANQUI-JAEN, D. Y CORNEJO-APARICIO, V. (2020). Aprendizaje basado en investigación y trabajo cooperativo en ingeniería civil. *18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 27-31, Virtual Edition.
Recuperado de
doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.44
- BRAVO, J. L. (1994). *La videolección como recurso para la transmisión de conocimientos científicos y tecnológicos*. Memoria de doctorado. Madrid.
Recuperado de
<https://www.ice.upm.es/wps/jlbr/documentacion/libro/s/videdu.pdf>

- CABERO, J. (2003). Educación en valores y cine. *Making Of. Cuadernos de cine y educación*, 20, 16-30.
Recuperado de
<http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/educvalorcine.pdf>
- CAPARRÓS, J. M. (2008). *Enseñar la historia contemporánea a través del cine de ficción*. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, Madrid.
Recuperado de
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/11372/1/Quaderns_Cine_N1_04.pdf
- CARMONA, J., COLOMINA, J., GISBERT, J., ARAGONÉS, L. Y BAÑÓN, L. (2015). Red metodológica para Ingeniería y Empresa (Grado Ingeniería Civil) basada en técnicas de aprendizaje colaborativo, en: Álvarez, J. D., Tortosa, M. T. y Pellín, N. (Cords.). *Investigación y propuestas innovadoras de Redes UA para la Mejora Docente*. Universidad de Alicante, 1704-1718.
Recuperado de
<https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/44926>
- DE LA ASUNCIÓN, C. (2015). *El cine como recurso didáctico para la enseñanza de la Literatura*. Repositorio de la Universidad Cardenal Herrera. Alfara del Patriarca, Valencia.
Recuperado de
<http://hdl.handle.net/10637/7567>
- DONOVAN, C. P. (2016). Using Media Clips with the Visual/Virtual Generation: We are Doing it Backwards. *Business Education Innovation Journal*, 2, 92-103.

- ESPINOZA, G. (2003). *Trabajo en equipos dentro del aula*. Boletín UMC, Ministerio de Educación, Lima. Recuperado de <https://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/20500.12799/210/097.%20Trabajos%20en%20equipo%20dentro%20del%20aula.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- GOLEMAN, D. (2009). *Inteligencia Emocional*. Kairos, Madrid.
- GUERRA, C. (2004). Laboratorios y batas blancas en el cine. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1, 25-35. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/920/92010106.pdf>
- GUERRA, M., RODRÍGUEZ, J. Y ARTILES, J. (2019). Aprendizaje colaborativo: experiencia innovadora en el alumnado universitario, *Revista de estudios y experiencias en educación*, 36, 269-281. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.21703/rexe.20191836guerra5>
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, P. (2014). *Metodología de la investigación*, Mc Graw Hill, México, 2014.
- JEREZ, O., RITTERSHAUSSEN, S. Y ROJAS, M. (2017). *Innovar en la educación terciaria*, en: O. Jerez y C. Silva (Eds.), *Innovando en educación superior: Experiencias clave en Latinoamérica y el Caribe 2016-2017*. Volumen 1. Gestión curricular y desarrollo de la docencia. Facultad de Economía y Negocios. Universidad de Chile. Santiago de Chile, 2017, pp. 9-18.
- JOHNSON, D., JOHNSON, R. Y JOHNSON, E. (1999). *Los nuevos círculos del aprendizaje. La cooperación en el aula y la escuela*. Aique, Buenos Aires.
- KAPLÚN, M. (1998). *Una pedagogía de la comunicación*. Ediciones de la Torre, Madrid.

- LÓPEZ, A. M. (2014). *El cine como recurso didáctico para la enseñanza del inglés como lengua extranjera: la adaptación filmica desde una perspectiva de género*. Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga. Málaga. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10630/7777>
- LUCARELLI, E. (2003). *El eje teoría-práctica en cátedras universitarias innovadoras, su incidencia dinamizadora en la estructura didáctica curricular*. [Tesis doctoral]. Buenos Aires. Recuperado de <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/4099>.
- MALDONADO, M. (2007). *El trabajo colaborativo en el aula universitaria*. *Revista Laurus*, 13(23), 263-278. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/761/76102314.pdf>
- MATARÁN, C. (2014). El cine como herramienta pedagógica: una aproximación práctica para la enseñanza de la Economía. *Aula de Encuentro*, 16, 42-54. Recuperado de <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ADE/article/view/2115/1860>
- MCLUHAN, M. (1964). *La comprensión de los medios: las extensiones del hombre*. Martínez Roca, Barcelona.
- MORA, F. (2013). *Neuroeducación, solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial, Madrid.

- MORATAL, L., BERTILOTTI, L., DEBENEDETTI, S., DEGROSSI, C. Y ALDANA, H. (2010), Aplicación del cine como estrategia didáctica para la enseñanza de la investigación científica. *Revista de Medicina y Cine*. 1, 24-28. Recuperado de <http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/2723/Aplicaciones%20del%20cine%20a..%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ORTIZ, T. (2009). *Neurociencia y educación*. Alianza Editorial, Madrid.
- PEÑA, K., PÉREZ, M. Y RONDÓN, E. (2010). Redes sociales en Internet: reflexiones sobre sus posibilidades para el aprendizaje cooperativo y colaborativo, *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*, 16, 173-205. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/652/65219151010.pdf>
- PÉREZ, F. J. (2013). El empleo del vídeo como herramienta formativa en Ingeniería, en: Membiela, P., Casado, N. y Cebreiros, M. I. (Eds.), *Experiencias de investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*. Educación Editora, pp. 75-80.
- PRENSKY, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5). Recuperado de doi.org/10.1108/10748120110424816, 2001
- SARTORI, G. (1998). *Homo videns. La Sociedad Teledirigida*. Taurus, Buenos Aires.
- SCHMIDT, M. (1987). *Cine y video educativo. Selección y diseño*. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.
- SOUSA, D. (2014), (Edit.), *Neurociencia educativa. Mente, cerebro y educación*. Narcea, Madrid.

VILCHEZ, A. Y GIL PÉREZ, D. (2012). El trabajo cooperativo en el aula. Una estrategia considerada imprescindible pero infrautilizada. *Aula de Innovación Educativa*, 208, 41-46. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/84751619.pdf>

METODOLOGÍA BIM EN LA ESTIMACIÓN DE COSTES PARA LA REHABILITACIÓN Y MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA EN EL GRADO DE ARQUITECTURA TÉCNICA.

DR. ZIGOR ITURBE MARTIN

Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, España

RESUMEN

This communication shows the work carried out in the subject Measurements and Budgets of the Degree in Technical Architecture of the University of the Basque Country (UPV-EHU) during the 2023-24 academic year for the implementation of the BIM methodology in the estimation of costs in the budgets of the construction field. The rehabilitation and improvement of the thermal envelope of an isolated single-family home, to which an *ETICS* system is applied to the facing brick façade enclosure, is proposed as an exercise. The increase in productivity in cost estimation, and the reduction and control of errors derived especially from measurements, are presented as the main objectives of the laboratory practice carried out.

Esta comunicación muestra el trabajo realizado en la asignatura *Mediciones y Presupuestos* del Grado de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV-EHU) durante el curso 2023-24, para la implementación de la metodología BIM en la estimación de costes en los presupuestos del ámbito de la construcción. Se propone como ejercicio la rehabilitación y mejora de la envolvente térmica de una vivienda unifamiliar aislada a la que se le aplica un sistema *SATE* sobre el cerramiento de fachada de ladrillo caravista. El aumento de la productividad en la estimación de costes, y la disminución y control de errores derivados especialmente de las mediciones, se presentan como principales objetivos de la práctica de laboratorio realizada.

PALABRAS CLAVE

BIM, mediciones, presupuestos, automatización, arquitectura

1. INTRODUCCIÓN

Las metodologías activas se han convertido en el eje fundamental de las nuevas formas pedagógicas en las que el alumno se presenta como el principal agente en su proceso de aprendizaje (Prince, 2004, p.223-231) Como resultado de los compromisos de la sociedad actual con el medio ambiente, adicionalmente se presentan metodologías educativas que garanticen una adecuada transmisión de competencias y habilidades en materia de sostenibilidad a los estudiantes a través de su formación (Unesco, 2014). Por último, cabe destacar la importancia de la práctica experimental en la formación de las escuelas técnicas, a través del aprender haciendo o *learning by doing* en las prácticas de laboratorio, las cuales permiten al alumnado adquirir y complementar los conocimientos necesarios. (Bot, Gossiaux, Rauch, Tabiou, 2005, p.105-119)

Mediante esta comunicación se presenta el trabajo realizado en la asignatura Mediciones y Presupuestos del curso 3º del Grado de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV-EHU) durante el curso 2023-24, donde se propone la implementación de la metodología *BIM* (5ª dimensión) (Editeca, 2024) para la estimación de costes (Ramírez de Arellano, 2003) en el ámbito de la construcción a través de la reforma de la envolvente de una vivienda unifamiliar aislada a la que se le aplica un sistema *SATE* en la fachada.

El aumento de la productividad en la estimación de costes, y la disminución y control de errores derivados especialmente de las mediciones, se presentan como principales objetivos de la práctica de laboratorio realizada.

2. METODOLOGÍA

El marco pedagógico del presente ejercicio se ha desarrollado mediante un enfoque de aprendizaje activo a través de una práctica de

laboratorio de la asignatura Mediciones y Presupuestos. En primer lugar, se ha identificado como principal objetivo del ejercicio la automatización del proceso de medición de un presupuesto en el ámbito de la construcción. De esta manera, se propone la rehabilitación energética de la fachada de una vivienda unifamiliar mediante la aplicación de un sistema *SATE*, siendo ésta una intervención en consonancia con los *ODS* (Objetivos de Desarrollo Sostenible) enmarcados en el modelo educativo *IKD i3* de la UPV-EHU.

A continuación, se les ofreció a los estudiantes las principales herramientas específicas para acometer el ejercicio. Se utilizaron principalmente dos programas informáticos: *REVIT* para actuar sobre el modelo 3D de una Vivienda unifamiliar sencilla, y *ARQUIMEDES* (Álvarez, 2022) de *Cype* para la realización del presupuesto a través de su módulo “Presupuesto y medición de modelos BIM” (Cype, 2024), Figura 01. Los mínimos conocimientos necesarios para el uso y manejo de Revit ya habían sido adquirido a través de la asignatura *Expresión Gráfica III* del mismo curso. Así mismo, se realizaron breves tutoriales para el conocimiento y puesta en práctica del software de mediciones y presupuestos Arquímedes.



Figura 1: Metodología y flujo de trabajo de la práctica propuesta. (Fuente: Autoría propia)

El ejercicio (Pilo de Amuedo, 2024) propone la ejecución de un *SATE* en la envolvente del edificio para la reforma y mejora del aislamiento

térmico, por lo que los alumnos modelaron un *SATE* sobre el modelo inicialmente proporcionado en *REVIT* por el profesor.

Una vez parametrizado el elemento en *REVIT*, el modelo fue vinculado con el presupuesto de una obra nueva elaborada en Arquímedes, la cual estaría asociada a su vez con el Generador de Precios del propio programa o cualquier otra base de datos compatible con Arquímedes. Posteriormente la unidad de obra que pertenece al elemento *SATE* modelizado en *Revit* fue introducida en Arquímedes por el alumnado para ser relacionado mediante su código en ambos programas.

Finalmente, a través del módulo “Presupuesto y medición de modelos *BIM*” de Arquímedes extrajeron la información desde el modelo *Revit* para generar la medición y estructurarla en el presupuesto, Figura 2. Como objetivos principales del proceso se nos presentan el aumento de la productividad en la estimación de costes y la disminución y control de errores derivados de las mediciones.

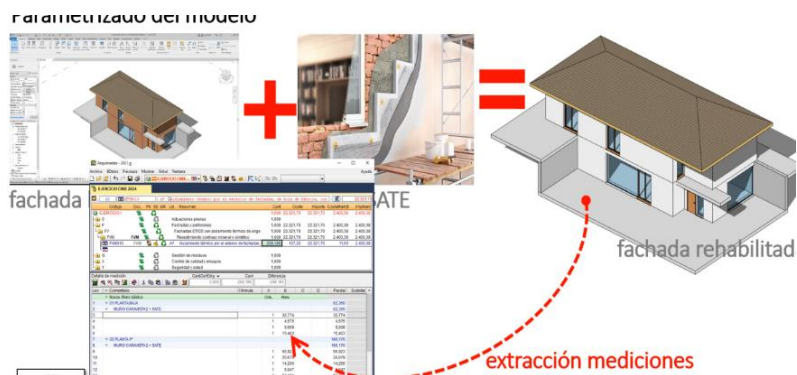


Figura 2: Esquema del proceso de realización del ejercicio. (Fuente: Autoría propia)

3. RESULTADOS

3.1. PROCESO EDUCATIVO

Abordar de manera adecuada la transferencia de conocimiento entre alumno y profesor requiere de la adecuación del proceso educativo al público al que se dirige. En éste caso, se trata de alumnos de tercer

curso del Grado en Arquitectura Técnica, por lo que ya disponen de los mínimos conocimientos teóricos en materia de construcción y procesos constructivos para comprender los aspectos técnicos mínimos involucrados en éste ejercicio.

Por otro lado, el desarrollo de la tarea propuesta requiere, no solo de conocimientos en materia de construcción, sino que es imprescindible el conocimiento y manejo de un software de modelado *BIM* como pudiera ser *Autodesk Revit*, mostrándose así la transversalidad del trabajo entre varias asignaturas del grado. Éste aspecto ha sido satisfecho a través de la asignatura de *Expresión Gráfica III* del mismo curso, donde el alumnado ha adquirido los principales conocimientos del software. No obstante, el modelo 3D de la vivienda unifamiliar utilizado para la elaboración de éste trabajo ha sido propuesto por el propio profesor de mediciones y presupuestos.

El modelo 3D de la vivienda unifamiliar aislada propuesto buscaba, por un lado, simplificar los elementos a medir de manera que pudieran observarse en la transmisión de información entre ambas plataformas (*Revit/Cype*) sin demasiada distracción. Por otro lado, generar algún punto conflictivo de medición como pudiera ser el encuentro del muro del balcón de la planta primera con el forjado inclinado de la cubierta. La fachada del modelo propuesto está compuesta principalmente por una fachada de doble hoja de fábrica de ladrillo con aislamiento de 4 cm de espesor y cámara de aire, siendo la cara exterior de fábrica de ladrillo caravista.

Los alumnos añadirán así al muro de fachada del modelo en Revit una nueva capa de 10 cm de espesor para representar el *SATE*, aplicando los conocimientos adquiridos en la asignatura de *Expresión Gráfica III*.

3.2. PRÁCTICA DOCENTE DE LABORATORIO DE LA ASIGNATURA MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Una vez el edificio ha sido adecuado a la instalación del *SATE*, en un primer paso para la elaboración del presupuesto, se solicitó a los alumnos que generasen la estructura del presupuesto organizada en capítulos y subcapítulos incorporando la partida perteneciente al colado del *SATE*, la cual se pretende vincular con el modelo 3D.

Elaborada la estructura del presupuesto, acceden al modelo en *Revit* y, dentro de la pestaña de complementos, acceden al módulo de *Cype* para generar el *Fichero de Extracción de las Mediciones*.

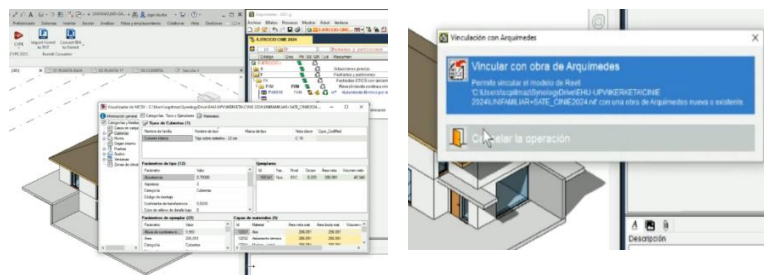


Figura 3: Ventana de comprobación de la información del modelo y cuadro de diálogo para la vinculación del modelo 3D con el presupuesto. (Fuente: Autoría propia)

Siempre aparece inicialmente un cuadro de diálogo donde se puede de alguna manera constatar que lo recogido del edificio diseñado en *Revit* se corresponde con lo modelado, Figura 3. Simplemente se cierra ese cuadro para volver a la conexión con *Revit*, importar el fichero de extracción de mediciones de *Revit*, cuya ubicación estará en la misma carpeta que el modelo de *Revit*, abrirlo, y vincularlo con la obra de *Arquímedes*, Figura 3.

El software suele preguntar si se quiere vincular el modelo *BIM* con la obra abierta, la obra existente o la obra nueva. En este caso se vincula con la obra abierta ya que los alumnos tienen preparado el presupuesto. Finalmente se accede al cuadro de diálogo que vincula ambos programas, Figura 4. En la parte izquierda se presenta toda la información y datos respecto a *Arquímedes* en color verde y, en la derecha, lo respectivo a *Revit* en color azul.

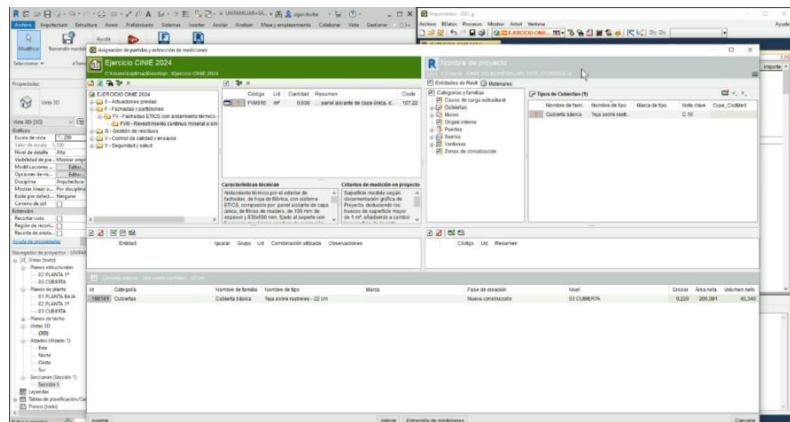


Figura 4: Cuadro de diálogo de la vinculación *Arquimedes-Revit*. (Fuente: Autoría propia)

A continuación se selecciona el elemento constructivo que se quiere vincular, en éste caso el del *SATE* que se encuentra en la pestaña de *Tipos de Muro* (aquí hay que tener especial cuidado porque por defecto puede aparecer un elemento que no sea el que se quiere vincular) en el cuadro de diálogo de *Revit*. Se opta por el muro caravista con *SATE* que es el que se quiere vincular al elemento del presupuesto, Figura 5.

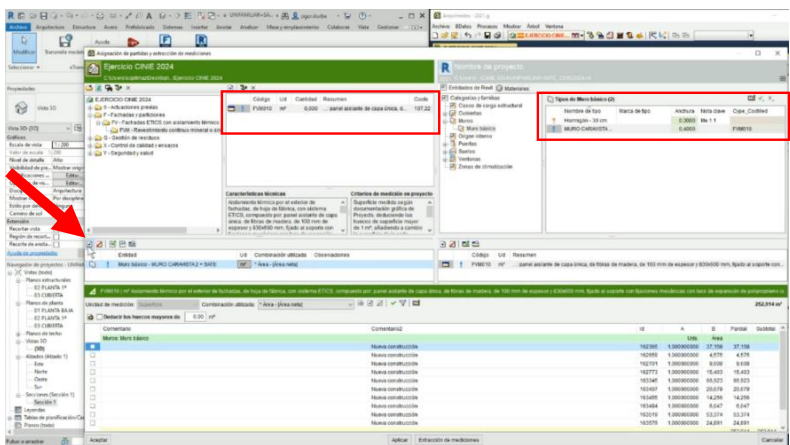


Figura 5: Selección del elemento en *Revit* a vincular con la partida de *Arquimedes*. (Fuente: Autoría propia)

Dentro del cuadro de diálogo de *Arquímedes* se selecciona “añadir” (ver flecha roja en Figura 5) y directamente queda vinculada la partida de *SATE* con el elemento constructivo modelado en *Revit*. La medición recogida en las líneas de medición del cuadro inferior se refiere al elemento de *SATE* presente en todo el modelo *Revit*. Para saber a qué elemento pertenece cada una de estas líneas de medición se debe posicionar el ratón sobre dicho elemento y pulsar el botón derecho para seleccionar la opción *Mostrar en Revit* o pulsar *F3*, Figura 6. De esta manera podemos identificar el elemento en cuestión gráficamente en el modelo 3D.

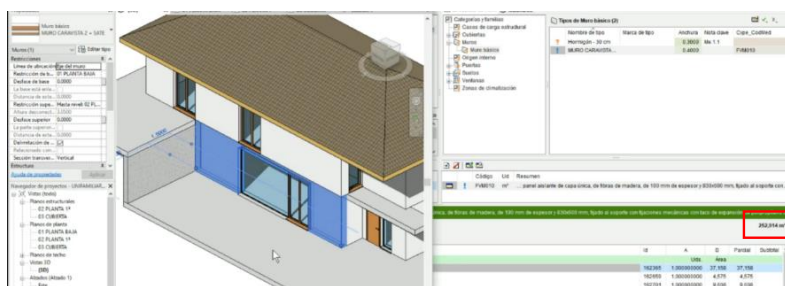


Figura 6: Identificación visual del elemento seleccionado en la línea de medición. (Fuente: Autoría propia)

En este caso los criterios de medición establecidos en el proyecto los podemos establecer mediante la opción de seleccionar el apartado *Deducir los huecos mayores de X dimensión*, Figura 7. Apuntar que la *Combinación Utilizada* seleccionada es la de *Área*. Hay varios tipos de combinaciones y se comentará más adelante por qué es importante tener claro este apartado.

Una vez establecidos los criterios de medición para descontar los huecos del muro se procede a la *Extracción de Mediciones* pulsando en el botón ubicado en la parte inferior de la ventana, Figura 9. A continuación, se vuelve a la ventana del presupuesto en el programa Arquímedes, para seleccionar “*Importar fichero de extracción de mediciones de Revit*”, Figura 9. Finalmente se muestra la medición en Arquímedes, de manera que al pinchar con el ratón sobre la propia medición se puede constatar que aparecen todos los elementos vinculados en el modelo 3D que intervienen en la medición de esa partida en cuestión, incluso los elementos a descontar de la medición como pueden ser los huecos de las carpinterías, Figura 10. De esta manera quedaría resuelta la vinculación del modelo en *Revit* con las líneas de medición en *Arquímedes*.

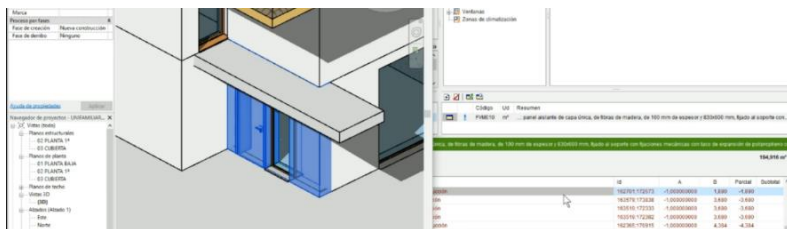


Figura 8: Verificación gráfica de la carpintería seleccionada y su vínculo con el muro al que pertenece. (Fuente: Autoría propia)

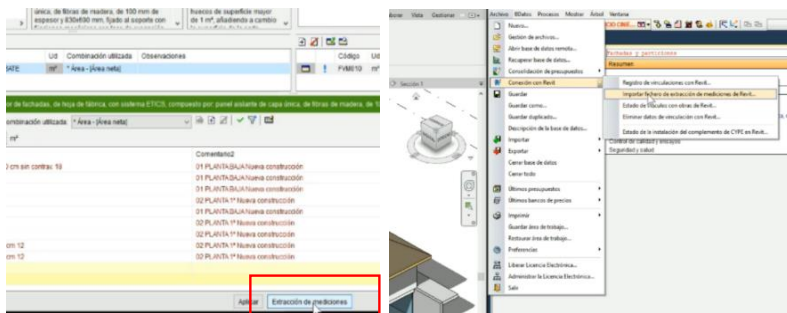


Figura 9: Extracción de Mediciones e Importar fichero de extracción de mediciones de Revit. (Fuente: Autoría propia)

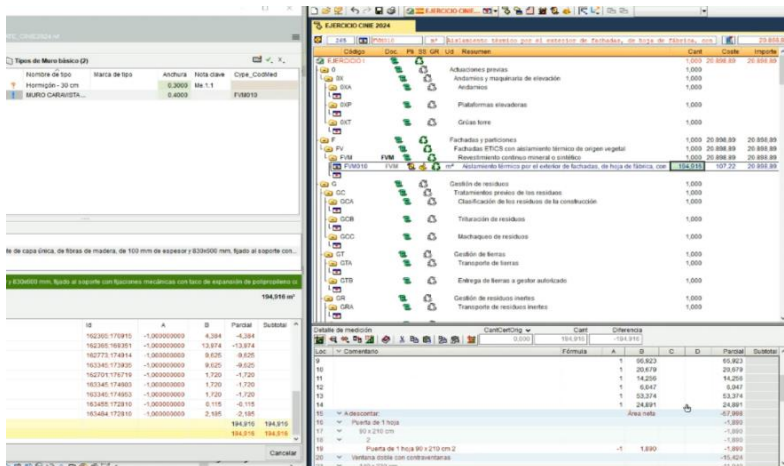


Figura 10: Líneas de medición estructuradas en Arquímedes tras importar el fichero de extracción de mediciones. En rojo las líneas de medición de los elementos a descontar. (Fuente: Autoría propia)

No debemos olvidar, tal y como se ha apuntado con anterioridad, que es muy importante prestar atención a la selección realizada en la pestaña *Combinación Utilizada*, ya que es aquí donde se determinan los criterios para el cálculo del área resultante. Se puede observar que el elemento modelado en Revit con ID-163455, por ejemplo, que muestra una esquina en chafflán en la parte superior derecha del muro en el encuentro con la cubierta ofrece una medición de superficie de 14,25 m², Figura 11. Sin embargo, al modificar la *Combinación Utilizada* de “Área neta” a “Longitud/Altura- Anchura/Altura”, el mismo elemento pasa a tener una superficie de 9'60 m², y la medición total pasa de 194,91 m² a 151,63 m², Figura 12.

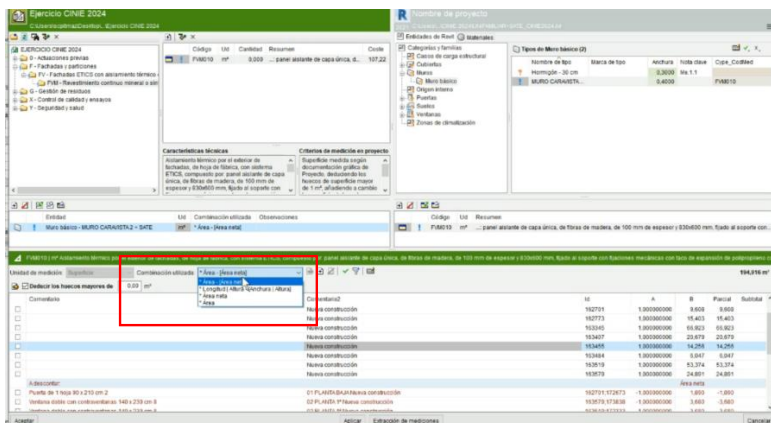


Figura 11: Cuadro de diálogo para seleccionar el tipo de Combinación Utilizada. (Fuente: Autoría propia)

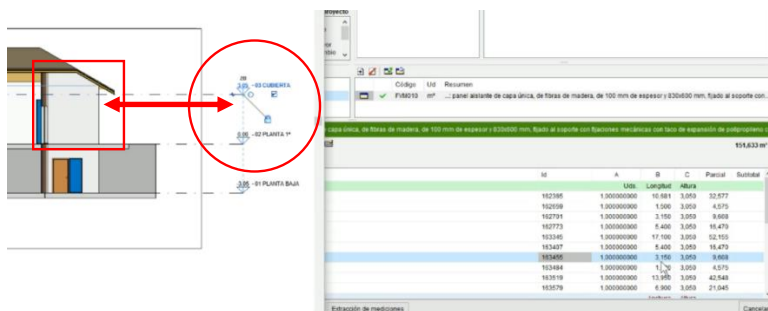


Figura 12: Restricción de la altura del muro modelado en Revit, limitando la medición a dicha restricción en la opción Longitud/Altura de la Combinación Utilizada. (Fuente: Autoría propia)

Esta variación es consecuencia de la configuración del propio elemento en Revit. Constatamos que existe una restricción de altura en el modelo 3D perteneciente a la cota de 3,05 m, a pesar de que el elemento de longitud de 3,15 m se respeta, Figura 12. Puesto que son muchas las posibilidades de configuración que ofrece el apartado *Combinación Utilizada*, no es objeto de este estudio profundizar en su configuración, por lo que se limita el ejercicio a la obtención de las áreas netas.

A continuación, los alumnos procedieron a la modificación del modelo 3D en *Revit*, donde se proponía la eliminación de varias carpinterías, Figura 13. Una vez eliminadas se repite el procedimiento anterior donde volvemos a *Generar el fichero de extracción de mediciones* en *Revit* y después accedemos al apartado “*Importar fichero de extracción de las mediciones*”, Figura 9.

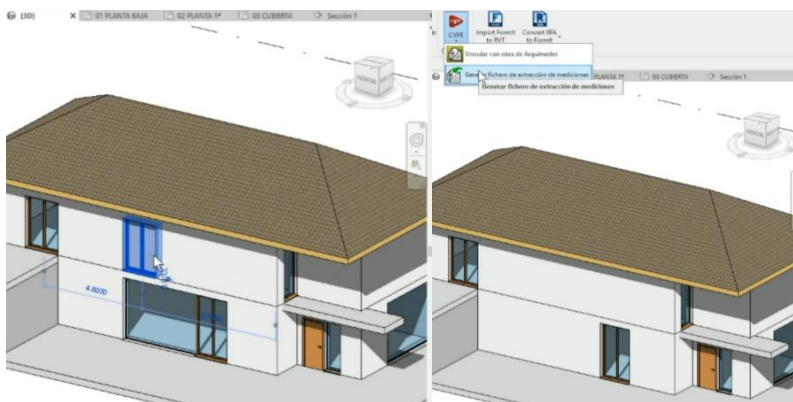


Figura 13: Eliminación de varias carpinterías del modelo inicial. (Fuente: Autoría propia)

En este caso, se debe seleccionar la opción de “*Actualizar en Arquímedes los cambios realizados en Revit*”, pues la obra ya está vinculada, Figura 14. Así, se accede al cuadro de diálogo que muestra la relación de elementos modificados en el modelo, agrupado por *categorías* y *familias* para poder visualizar gráficamente en el propio modelo 3D el elemento modificado, Figura 15. Dicho cuadro de diálogo muestra con absoluta precisión los elementos de carpintería eliminados y el vínculo con el muro al que pertenecen, de manera que se puede comprobar que las modificaciones realizadas corresponden con las que se habían previsto.

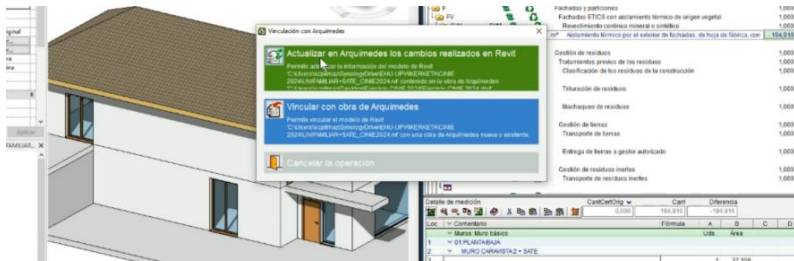


Figura 14: Cuadro de diálogo para Actualizar en Arquímedes los cambios realizados en Revit. (Fuente: Autoría propia)

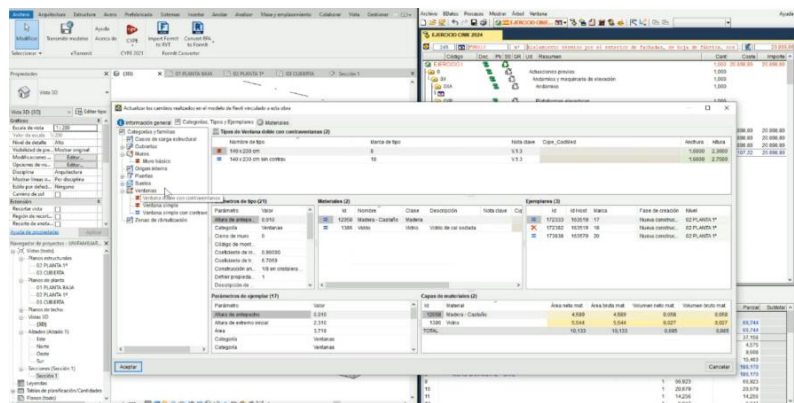


Figura 15: Cuadro de diálogo que muestra la relación de elementos modificados en el modelo y su vínculo con el presupuesto. (Fuente: Autoría propia)

Se puede verificar que realmente se ha modificado la superficie confirmando un aumento de la superficie a intervenir con SATE, tal y como era de esperar tras eliminar varias carpinterías. Donde antes se mostraba una superficie de 194,91 m², ahora se muestran 208,10 m², Figura 16. Simplemente se vuelven a extraer las mediciones, y automáticamente se modifica el presupuesto en *Arquímedes*, por lo que la modificación del presupuesto quedaría resuelta, Figura 17.

Comentario	Comercial	Id	A	B	Parcial	Subtotal
Nueva construcción		102386	1.00000000	32.774	32.774	
Nueva construcción		102388	1.00000000	4.575	4.575	
Nueva construcción		102391	1.00000000	9.898	9.898	
Nueva construcción		102393	1.00000000	16.403	16.403	
Nueva construcción		102340	1.00000000	30.823	30.823	
Nueva construcción		102427	1.00000000	20.479	20.479	
Nueva construcción		102495	1.00000000	14.298	14.298	
Nueva construcción		102484	1.00000000	6.047	6.047	
Nueva construcción		102516	1.00000000	51.374	51.374	
Nueva construcción		102576	1.00000000	24.891	24.891	

Figura 16: Cuadro de diálogo de Extracción de Mediciones, mostrando un aumento de la superficie afectada debido a la eliminación de las carpinterías. (Fuente: Autoría propia)

Comentario	Comercial	Id	A	B	Parcial	Subtotal
Nueva construcción		102386	1.00000000	32.774	32.774	
Nueva construcción		102388	1.00000000	4.575	4.575	
Nueva construcción		102391	1.00000000	9.898	9.898	
Nueva construcción		102393	1.00000000	16.403	16.403	
Nueva construcción		102340	1.00000000	30.823	30.823	
Nueva construcción		102427	1.00000000	20.479	20.479	
Nueva construcción		102495	1.00000000	14.298	14.298	
Nueva construcción		102484	1.00000000	6.047	6.047	
Nueva construcción		102516	1.00000000	51.374	51.374	
Nueva construcción		102576	1.00000000	24.891	24.891	

Figura 17: Presupuesto en Arquímedes con las nuevas líneas de medición actualizadas tras la modificación del modelo 3D en Revit. (Fuente: Autoría propia)

Los principales resultados del ejercicio realizado podrían resumirse de la siguiente manera:

1_ Por un lado, la constatación de que la vinculación del modelo *BIM* con el presupuesto de *ARQUÍMEDES* transmite la información en tiempo real.

2_ Por otro, la capacidad del método para la actualización automática de las mediciones en caso de modificar el modelo 3D.

3_ Por último, la posibilidad de obtener una estructuración organizada de las líneas de medición junto con una trazabilidad visual detallada de cada elemento en el modelo.

4. CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIONES

En la elaboración de presupuestos, el uso de la metodología *BIM* puede ofrecer una mayor precisión y eficiencia en el cálculo de mediciones, además de minimizar errores y automatizar procesos. Sin embargo, se observa que la curva de aprendizaje inicial requiere cierta dedicación, incluso con un modelo sencillo como el propuesto para el ejercicio, lo cual podría estar en oposición a la idea inicial de aumentar la productividad en el proceso de realización de un presupuesto por requerir una inversión inicial en el tiempo de modelado y vinculación entre programas muy superior a métodos más tradicionales como sería introducir manualmente las líneas de medición directamente en el software para presupuestos.

Bajo esta perspectiva, ¿Es siempre acertado el uso de ésta metodología para la estimación de costes en presupuestos de construcción?

4.2. CONCLUSIONES

La precisión exigida en el modelado *BIM*, parece chocar con el principal objetivo de aumentar la productividad en la estimación de costes cuando de un modelo sencillo se trata, por requerir una inversión inicial en el tiempo de modelado y vinculación muy superior a métodos más tradicionales.

Se observa que la amortización de dicha inversión inicial, aumentaría cuanto más grande y complejo es el edificio, y cuanto más susceptible de modificaciones sea éste, siempre que esas modificaciones se refieran a las dimensiones de los elementos ya modelados.

Una adecuada implementación de la metodología *BIM* en la estimación de costos en proyectos de construcción exige un adecuado dominio del software de modelado *BIM* y del software para gestión de presupuestos, que garantice una adecuada interacción entre modelo y presupuesto.

Por último, cabe recordar la complejidad que puede llegar a presentar el ámbito de la rehabilitación, donde a veces es difícil determinar el alcance de la intervención sobre un elemento, obligándonos a definir en muchas ocasiones Partidas Alzadas, que, si bien pueden ser cuantificables económicamente, presentarían dificultades en lo que a medición se refiere por ser muy complejo su modelado en 3D. Dicho de otra manera, la implantación de ésta metodología, en principio, parece ser más sencilla de aplicar en obra nueva que en rehabilitación.

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere mostrar su agradecimiento al profesor de la asignatura de *Expresión Gráfica III* del Grado de Arquitectura Técnica de la UPV-EHU, Alexander Martín Garín, por su plena disposición a la hora de solventar cualquier duda relacionada con el modelado 3D y mostrar interés en el ejercicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PRINCE, M. (2004). Does active learning work? A review of the research, *Journal of Engineering Education*. 93, 223-231.
<https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>.
- UNESCO. (2014). United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, *UNESCO roadmap for implementing the global action programme on education for sustainable development*, Unesco París.
- L. BOT, P., GOSSIAUX, C., RAUCH, S. TABIOU. (2005) ‘*Learning by doing*’: a teaching method for active learning in scientific graduate education, *European Journal of Engineering Education*. 30, 105-119. <https://doi.org/10.1080/03043790512331313868>.
- EDITECA, (s.f.). (2024) *Cómo presupuestar en BIM*.
<https://editeca.com/como-presupuestar-en-metodologia-bim/>,
(accessed february 2024)

- RAMIREZ DE ARELLANO, A. (2003) *Presupuestación de obras*, Sevilla: Universidad de Sevilla.
- ÁLVAREZ, E. (2022). *¿Qué es CYPE Arquimedes y para qué sirve?* KONSTRUEDU.COM. <https://konstruedu.com/es/blog/que-es-cype-arquimedes-y-para-que-sirve>, (accessed february 2024)
- CYPE. (2024) <https://info.cype.com/es/producto/presupuesto-y-medicion-de-modelos-bim/>, (accessed 27 february 2024)
- PILO DE AMUEDO, R. (2001). *Mediciones, valoraciones y presupuestos. Libro de prácticas*. Santa Cruz de Tenerife: Arte Comunicación Visual.

