



Celosía de castillete minero para ABP: diseño, cálculo, RA y maqueta física.

Noemi Barral-Ramon ¹, Jose-Andres Diaz-Severiano ², Valentin Gomez-Jauregui ²

¹ Universidad de Cantabria, Grupo de Investigación InGraStrUC, Santander, España; noemi.barral@unican.es.

² Universidad de Cantabria, Grupo de Investigación InGraStrUC, Santander, España; joseandres.diaz@unican.es, valen.gomez-jauregui@unican.es.

El aprendizaje basado en proyectos es una metodología educativa que busca involucrar a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje a través de proyectos eminentemente prácticos. En el caso específico de la ingeniería, la tendencia es introducir prácticas innovadoras donde la creatividad del ingeniero sea un factor determinante. Por ello, es importante implementar en el aula metodologías que fomenten la creatividad del alumnado.

Con esta idea en mente, se ha propuesto un proyecto cuyo objetivo principal es incentivar la participación activa de los estudiantes mediante el trabajo colaborativo, permitiendo un aprendizaje personalizado en la asignatura Teoría y Cálculo de Estructuras, impartida en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía de la Universidad de Cantabria. Esto se logrará mediante la integración de tareas de naturaleza variada, sujetas a evaluación continua durante el curso.

Los principales objetivos de este proyecto son el diseño e implementación de actividades y recursos de aprendizaje innovadores que fomenten la participación activa del alumnado, así como estrategias de aprendizaje personalizado adaptadas a su perfil y características.

El proyecto se desarrollará en las siguientes fases: 1. Análisis bibliográfico sobre estructuras de castilletes mineros. 2. Diseño de una estructura de castillete. 3. Modelado paramétrico, incluyendo formación específica en herramientas CAD. 4. Análisis estructural mediante análisis matricial. 5. Representación mediante Realidad Aumentada en dispositivos Android (móviles o tabletas). 6. Construcción de un modelo físico a escala reducida de la estructura del castillete. 7. Exposición pública del trabajo desarrollado y presentación de resultados.

El trabajo se organizará en forma de un proyecto colaborativo, asegurando así que el aprendizaje sea personalizado, pero no individual, brindando a los estudiantes una percepción realista del ámbito profesional. Además, se plantearán una serie de desafíos personales como colaboración efectiva y resolución de conflictos, comunicación oral y escrita o liderazgo y gestión

Entre las competencias que el estudiante adquirirá a lo largo del proyecto destacan la resolución de problemas, el pensamiento crítico y analítico, la responsabilidad personal y la ética profesional.

Se fomentará obtener un trabajo bajo estándares mínimos de calidad, la mejora constante en la gestión del tiempo, una planificación y priorización adecuadas de las actividades a desarrollar, y la adaptabilidad y flexibilidad ante los cambios. Se promoverá un aprendizaje autónomo y continuo, incentivando la búsqueda de nuevos conocimientos, así como la creatividad e innovación.

El objetivo de esta propuesta es mitigar las deficiencias detectadas en la asignatura: actualmente es fundamentalmente teórica, y los cálculos estructurales se realizan manualmente, sin el uso de herramientas informáticas. Por ello, se concibe esta metodología de aprendizaje basado en proyectos, con la que se persigue una concepción más práctica de la asignatura. Se busca que los estudiantes desarrollen un pensamiento más crítico, mejoren su capacidad de resolución de problemas, fomenten su capacidad de innovación y potencien su creatividad.

1. Introducción

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se ha consolidado como una estrategia pedagógica clave para la transformación de la enseñanza de la ingeniería en el ámbito universitario. Esta metodología promueve un enfoque activo y centrado en el estudiante, en el que el aprendizaje se produce a través del diseño y ejecución de proyectos reales o simulados que integran múltiples áreas del conocimiento. En contraste con los métodos tradicionales, el ABP favorece un aprendizaje más profundo al vincular la teoría con la práctica mediante la resolución de problemas profesionales reales.

En las titulaciones de ingeniería —donde el diseño de sistemas, la resolución de problemas y la innovación tecnológica son aspectos esenciales—, el ABP ha demostrado ser particularmente eficaz. Diversos estudios evidencian que su implementación mejora de forma significativa la motivación del alumnado, la retención del conocimiento y el desarrollo de competencias transversales como la colaboración, la comunicación y la autonomía [1].

Además, el ABP contribuye a reducir la brecha entre el entorno académico y las exigencias del mercado laboral. Investigaciones realizadas en programas de ingeniería en India revelan que los estudiantes expuestos a contextos de ABP mejoran en competencias prácticas, liderazgo y resolución de problemas complejos, alineándose con las necesidades de la industria contemporánea [2]. Asimismo, el ABP refuerza la capacidad de aprendizaje autónomo de los estudiantes de ingeniería, un atributo esencial ante la rápida evolución tecnológica y la necesidad constante de actualización del conocimiento [3].

Desde una perspectiva institucional, su aplicación está asociada a una mejora del rendimiento global de los programas académicos, ya que fomenta una cultura de innovación educativa y una aproximación interdisciplinar que rompe con la rigidez curricular tradicional [4]. En la actualidad, esta metodología se posiciona como una herramienta pedagógica esencial para la transformación de la enseñanza universitaria de la ingeniería, con especial relevancia en el ámbito de la Ingeniería de Minas, al sustituir la docencia expositiva por una participación activa del estudiantado en la resolución de problemas reales o simulados propios del entorno industrial minero.

La docencia en ingeniería de minas presenta retos singulares: la elevada complejidad técnica del sector, los riesgos inherentes a las operaciones en superficie y en galerías, y la necesidad de integrar consideraciones ambientales, sociales y de seguridad. En este contexto, el ABP ofrece una vía efectiva para formar ingenieros no solo técnicamente competentes, sino también autónomos y con pensamiento crítico, capaces de aplicar sus conocimientos en escenarios inciertos y de alto riesgo. Por ejemplo, la aplicación del ABP en asignaturas como Seguridad y Legislación Minera ha permitido mejorar la comprensión práctica y fomentar el desarrollo de competencias profesionales mediante la simulación de situaciones reales de emergencia [5].

De igual forma, la integración del ABP en áreas especializadas como el diseño de voladuras ha demostrado mejoras significativas en la adquisición de competencias técnicas, habilidades de análisis de datos y trabajo en equipo. En una asignatura centrada en la planificación de voladuras en minería a cielo abierto, los estudiantes se enfrentaron a escenarios reales, desarrollando competencias en diseño, análisis crítico y presentación técnica [6].

Un ejemplo especialmente destacable es el programa Iron Range Engineering, desarrollado por Minnesota State University Mankato y Itasca Community College, que implementa un currículo completamente basado en proyectos. En este modelo, el alumnado trabaja en proyectos reales en colaboración con empresas mineras, adquiriendo competencias técnicas y profesionales directamente aplicables al entorno laboral [7].

Además, se ha promovido el desarrollo de redes internacionales de laboratorios de educación innovadora en minería como una forma de compartir buenas prácticas y reforzar la aplicación del ABP a escala global. Estas iniciativas buscan abordar los desafíos actuales del sector mediante la integración de tecnología, sostenibilidad y aprendizaje en entornos educativos auténticos [8].

Finalmente, el ABP ha demostrado ser una herramienta útil para fomentar la conciencia social y ambiental entre los futuros ingenieros. Iniciativas de cooperación internacional en las que los estudiantes colaboran con comunidades mineras artesanales han resultado efectivas para concienciar sobre la minería sostenible y formar profesionales socialmente responsables [9].

En este marco, se propuso el desarrollo de un proyecto dentro de la VII Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente de la Universidad de Cantabria. El objetivo principal fue fomentar la participación activa del alumnado mediante un trabajo colaborativo que facilitara un aprendizaje personalizado en la asignatura Teoría y Cálculo de Estructuras, entre los estudiantes (un total de 23) de los dos grados de Ingeniería de los Recursos Minerales y Energéticos, impartidos en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía de la Universidad de Cantabria (España), a través de la integración de tareas de carácter muy diverso (diseño creativo, modelado tridimensional, cálculo analógico y digital, realidad aumentada y construcción de una maqueta física), con evaluación continua durante el desarrollo del curso.

2. Metodología del proyecto

La metodología diseñada para este proyecto se implementó a lo largo de un semestre académico y tuvo como objetivo fomentar tanto las competencias técnicas como las transversales mediante la ejecución de un proyecto realista y orientado a la práctica.

Para ello, el proyecto se estructuró en diversas fases secuenciales:

1. **Análisis bibliográfico de castilletes mineros**, realizando un trabajo de investigación y un análisis preliminar de soluciones previamente implementadas.
2. **Diseño de una estructura de castillete para explotación minera**, aplicando los conceptos adquiridos sobre estructuras articuladas y celosías.
3. **Modelado paramétrico**, que incluyó formación específica en herramientas de modelado paramétrico (en este caso, utilizando el software Autodesk Inventor) y la modelación tridimensional de la estructura diseñada.

El material didáctico empleado en esta fase se desarrolló en forma de cápsulas audiovisuales, es decir, vídeos breves que explicaban los conceptos fundamentales y los comandos principales de la herramienta.

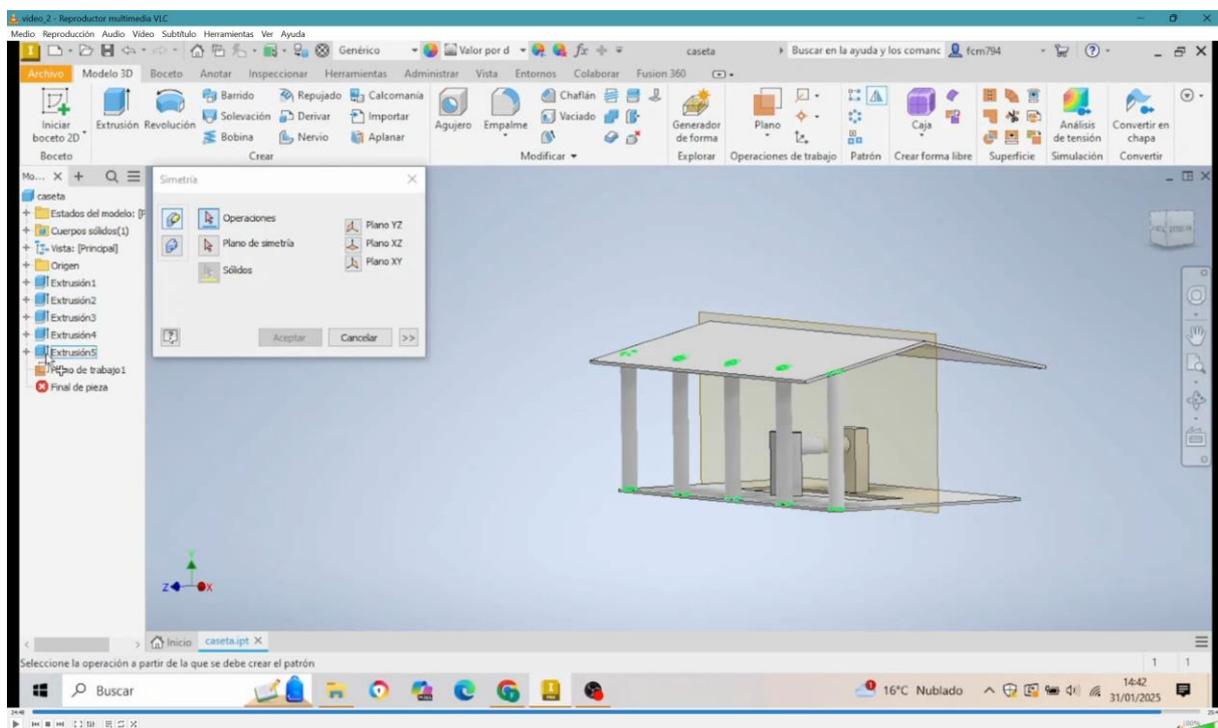


Figura 1: Fotograma del vídeo que ilustra el proceso de modelado estructural.

4. **Análisis estructural**, mediante el análisis matricial de la estructura. En esta fase, se volvió a recurrir a cápsulas audiovisuales para formar al alumnado en el uso de herramientas de análisis matricial integradas en el software de modelado paramétrico, tal como se muestra en las Figuras 1 y 2.
5. **Representación mediante Realidad Aumentada**, exportando el modelo a un formato de intercambio (OBJ) e integrándolo en un motor de generación de escenas de realidad aumentada, en este caso Unity 3D, que permite su visualización en dispositivos móviles o tabletas.

Esto permitió generar una representación virtual inmersiva, a escala real o reducida, de la estructura diseñada, visualizable en un teléfono móvil o tableta. El uso de esta tecnología facilitó la identificación de problemas de diseño, fallos, interferencias, etc., y permitió refinar el diseño y los cálculos iniciales mediante la simulación del funcionamiento real de la estructura.

6. **Construcción de una maqueta física a escala reducida** del castillete con los materiales suministrados. El alumnado construyó una maqueta física con materiales específicos (principalmente madera, proporcionada por el profesorado), lo que les permitió trasladar al plano material y tangible los conocimientos desarrollados en las fases previas, así como introducir posibles mejoras en el diseño si fuera necesario.

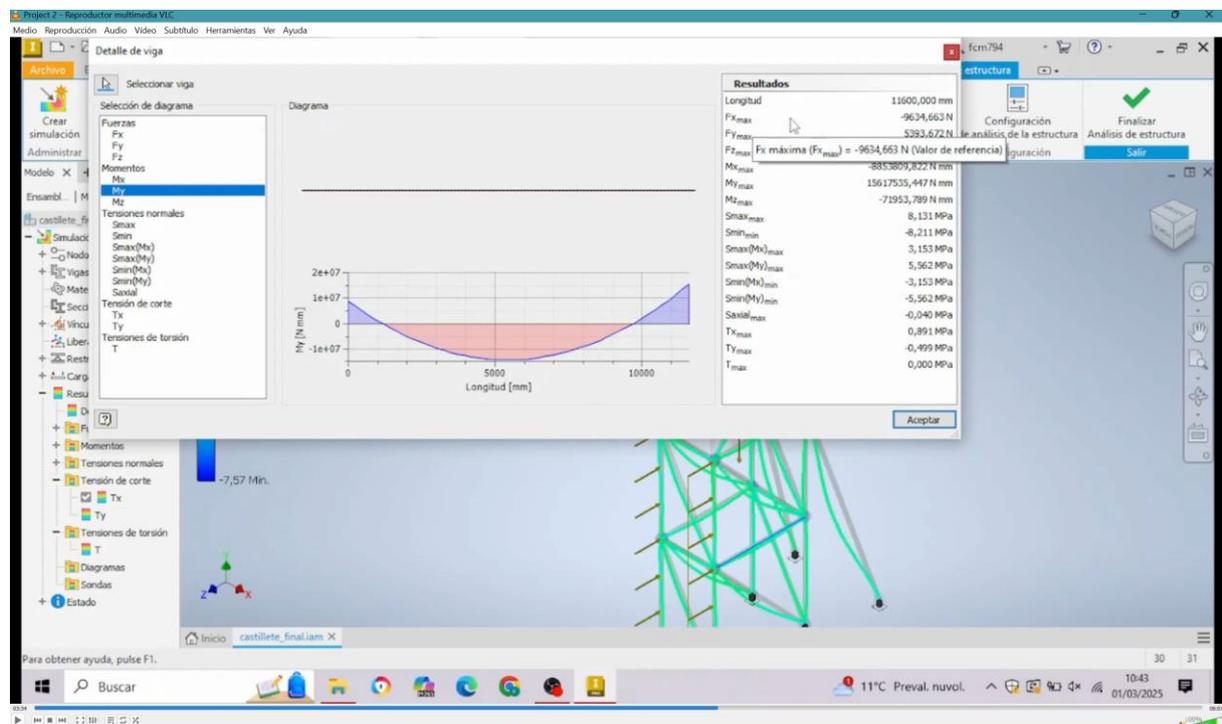


Figura 2: Fotograma del vídeo que ilustra el análisis estructural.

7. **Exposición pública del trabajo desarrollado y presentación de resultados.** El resultado final fue una aplicación móvil, de acceso libre y gratuito, que puede descargarse mediante un código QR por cualquier usuario con un dispositivo Android, permitiéndole visualizar la escena de realidad aumentada con el modelo virtual diseñado durante el proyecto.

El trabajo se organizó como un proyecto colaborativo, cuya ponderación en la calificación final de la asignatura era del 20%. Se dividió al alumnado en cinco equipos de cuatro estudiantes y otro de tres integrantes. De este modo, el aprendizaje es personalizado, pero no individual, proporcionando al estudiante una percepción realista del entorno profesional, y presentándole una serie de retos personales, tales como: colaboración eficaz y resolución de conflictos; comunicación oral (en la presentación pública de su trabajo) y escrita (en los informes parciales de cada una de las tareas); liderazgo y gestión, con toma de decisiones y organización de tareas (diseño, modelado, cálculo, realidad aumentada y construcción de maquetas físicas).

La formación de los equipos se realizó con el objetivo de fomentar la inclusión, integrando tanto a estudiantes hombres como mujeres, con el fin de promover una práctica docente centrada en la igualdad de género.

Las competencias adquiridas por el alumnado durante el desarrollo del proyecto fueron las siguientes:

1. Resolución de problemas.
2. Pensamiento crítico y analítico.
3. Responsabilidad personal, haciendo al alumnado consciente de que una manifestación de dicha responsabilidad es el desarrollo de una actitud constructiva y respetuosa hacia el resto de los miembros del equipo en la realización de sus tareas, buscando siempre el interés general del grupo.
4. Ética profesional. De acuerdo con la declaración de integridad académica firmada en su primera matrícula en la universidad, todo el alumnado se compromete a no utilizar medios ilícitos para la realización del proyecto, haciendo especial hincapié en la necesidad de referenciar adecuadamente las fuentes bibliográficas y otros recursos informativos utilizados, indicando de forma expresa su autoría y la obra original. En esta misma línea, se recordará que la apropiación del trabajo ajeno va en contra del desarrollo de la ética profesional que se espera adquirir durante la formación universitaria.

Asimismo, se promovió el desarrollo del trabajo bajo estándares mínimos de calidad, inculcando en el alumnado la necesidad constante de mejorar aspectos como: gestión del tiempo, planificación correcta y priorización de las actividades, adaptabilidad y flexibilidad ante los cambios.

Además, se fomentó el aprendizaje autónomo y continuo, incentivando la búsqueda de nuevos conocimientos y promoviendo la creatividad e innovación, generando ideas originales y soluciones eficaces, especialmente durante la fase inicial de diseño del castillete.

3. Resultados

El proyecto permitió el desarrollo del diseño de un castillete minero o una torre eléctrica, según la elección de cada equipo de estudiantes. El modelo final cumple con los requisitos estructurales definidos en la fase de diseño, integrando materiales como madera y componentes estandarizados.

Se presentaron un total de seis proyectos, de los cuales cuatro correspondieron a castilletes mineros y dos a torres eléctricas. Las dimensiones variaron en función de los diferentes diseños propuestos por el alumnado (considerando el tipo y la tensión en el caso de las torres eléctricas, y la profundidad y método de extracción en el caso de los castilletes). Las estructuras se definieron con alturas comprendidas entre 20 y 50 metros.

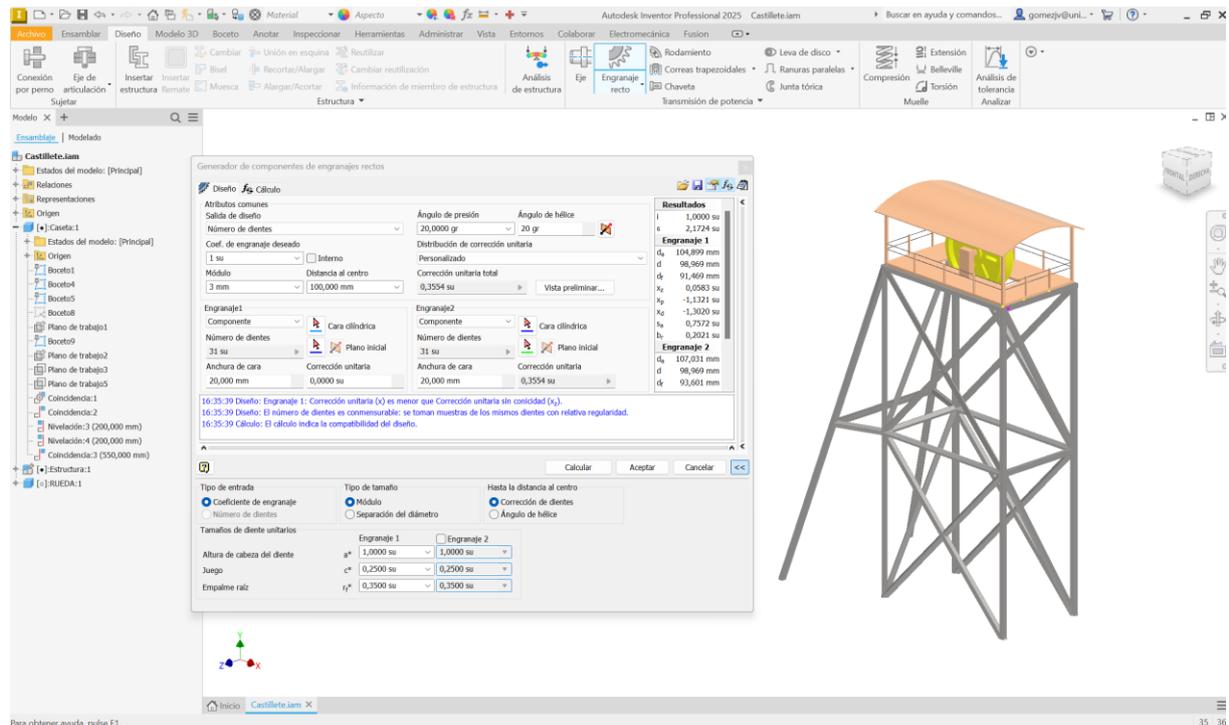


Figura 3: Ejemplo de castillete minero desarrollado por los estudiantes.

Asimismo, se establecieron cargas puntuales y distribuidas para representar condiciones reales de operación, simulando la acción del viento, la gravedad y la tensión vertical generada por el sistema de izado en el caso de los castilletes.

Las Figuras 3 y 4 muestran algunos de los proyectos diseñados por los estudiantes.

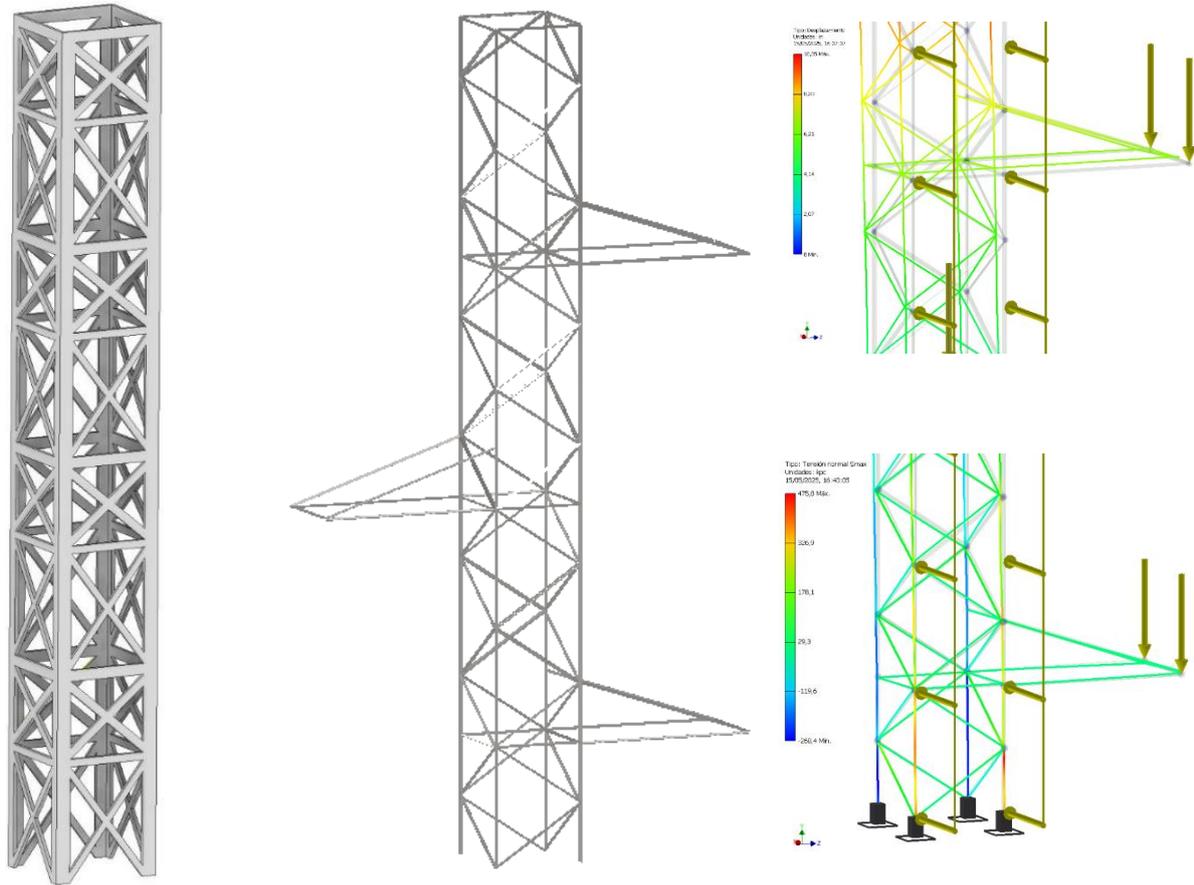


Figura 4: Ejemplo de dos torres eléctricas desarrolladas por los estudiantes.

Los principales resultados del análisis estructural se muestran en las Figuras 5, 6 y 7. Se consideraron dos cargas distribuidas de 1,5 N/m, además del peso propio, y se definieron los diagramas de esfuerzos, tensiones normales y tensiones cortantes.

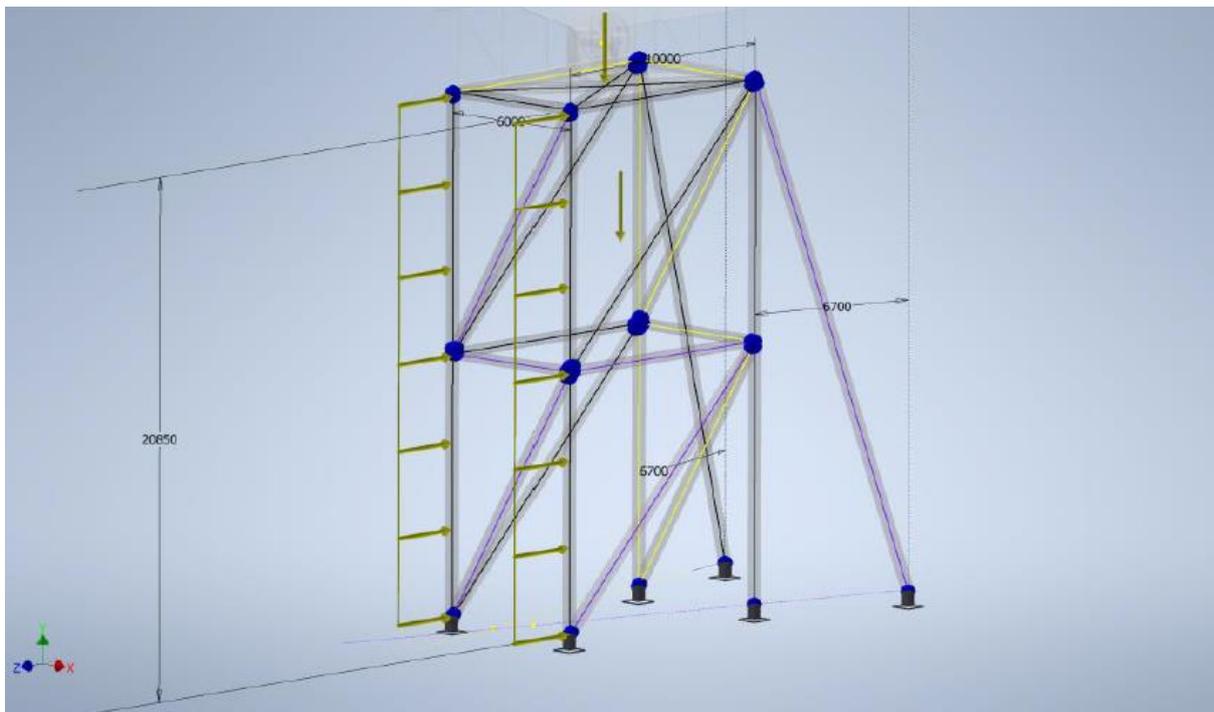


Figura 5: Cargas consideradas para la simulación del viento, la gravedad y el sistema de izado.

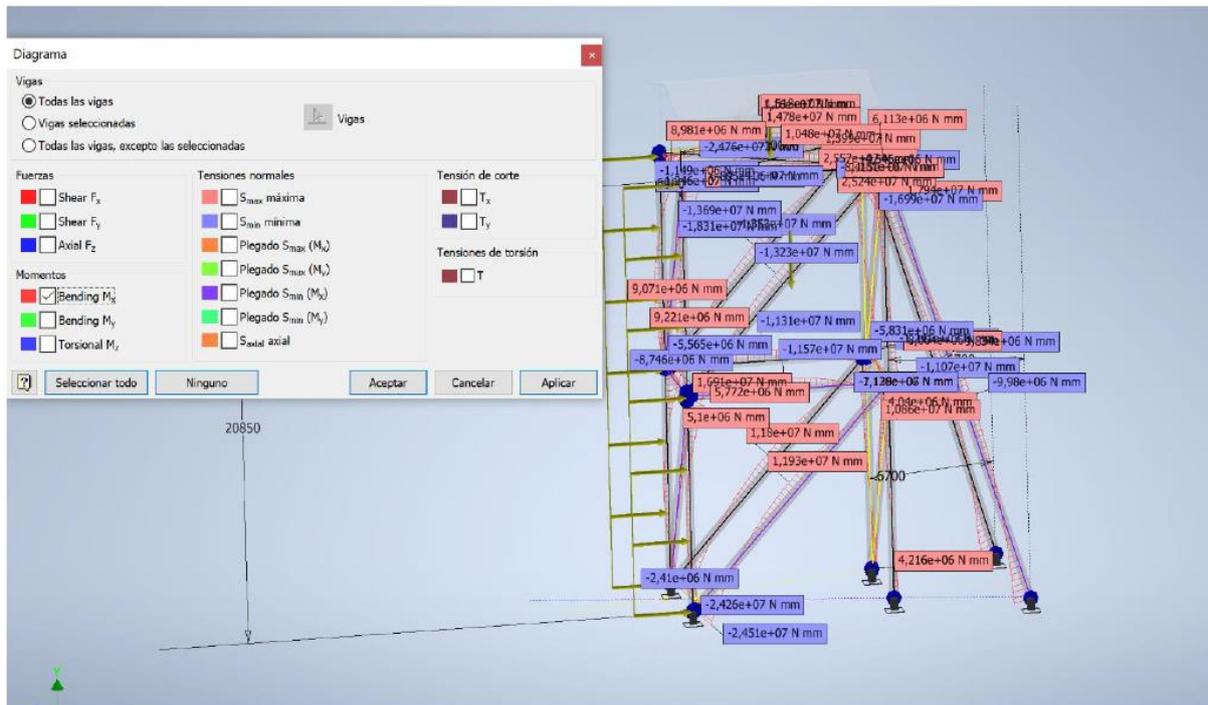


Figura 6: Cálculo de tensiones.

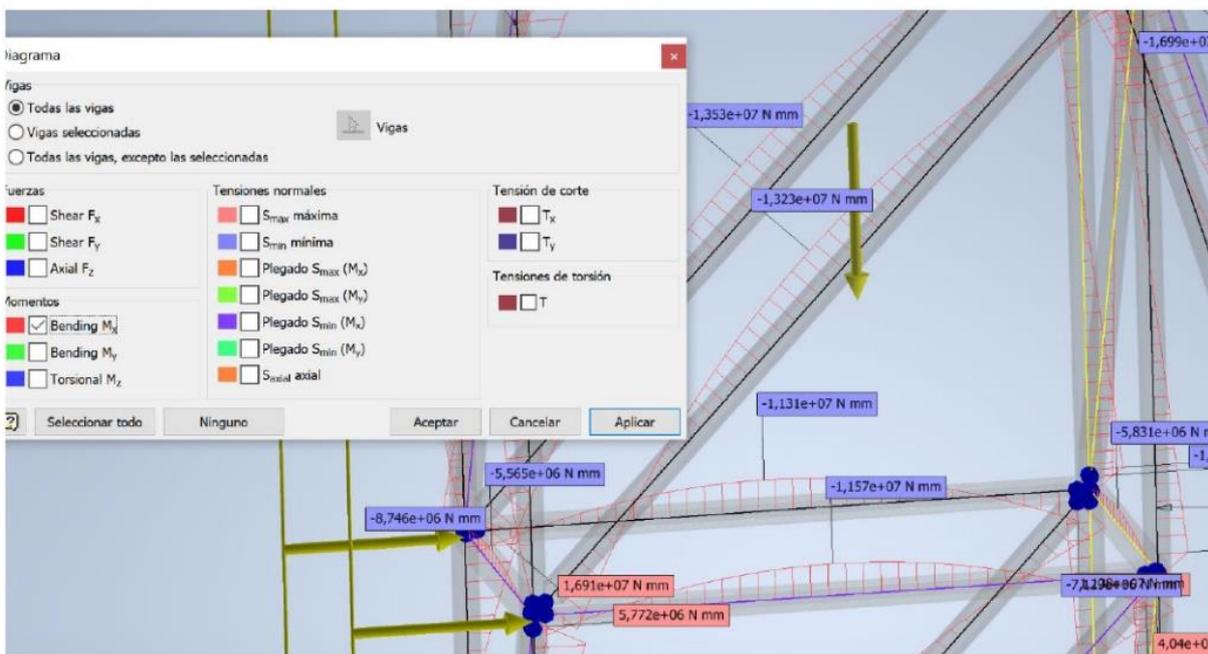


Figura 7: Detalle de tensiones en cada barra.

Los modelos fueron exportados a un formato de intercambio (OBJ) e integrados en un motor de generación de escenas de realidad aumentada, en este caso Unity 3D (Figura 8),

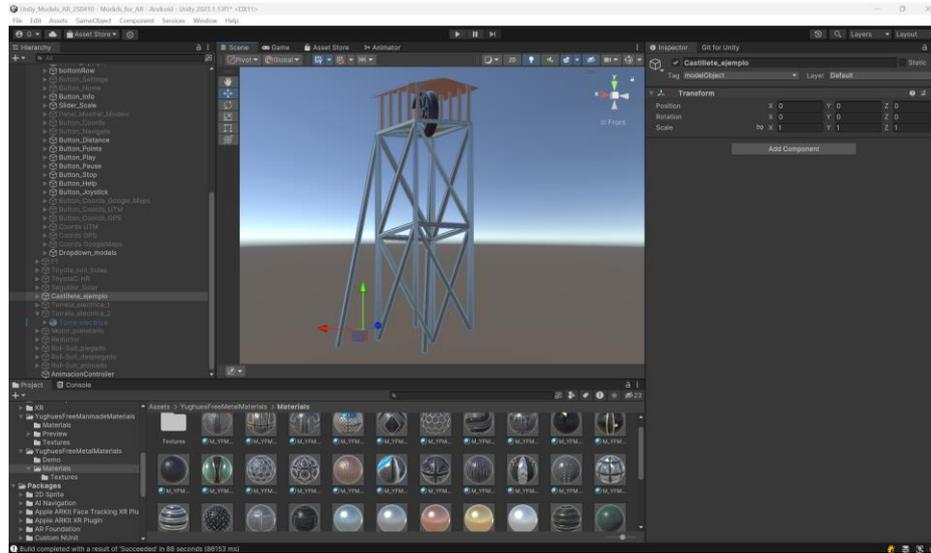


Figura 8: Entorno de Unity para la inclusión del castillete minero en aplicación de Realidad Aumentada.

La creación de la aplicación para dispositivo Android, mediante Unity, permitió generar una representación virtual inmersiva, a escala real o reducida, de la estructura diseñada, visualizable en un dispositivo móvil o tableta (Figuras 9 y 10).

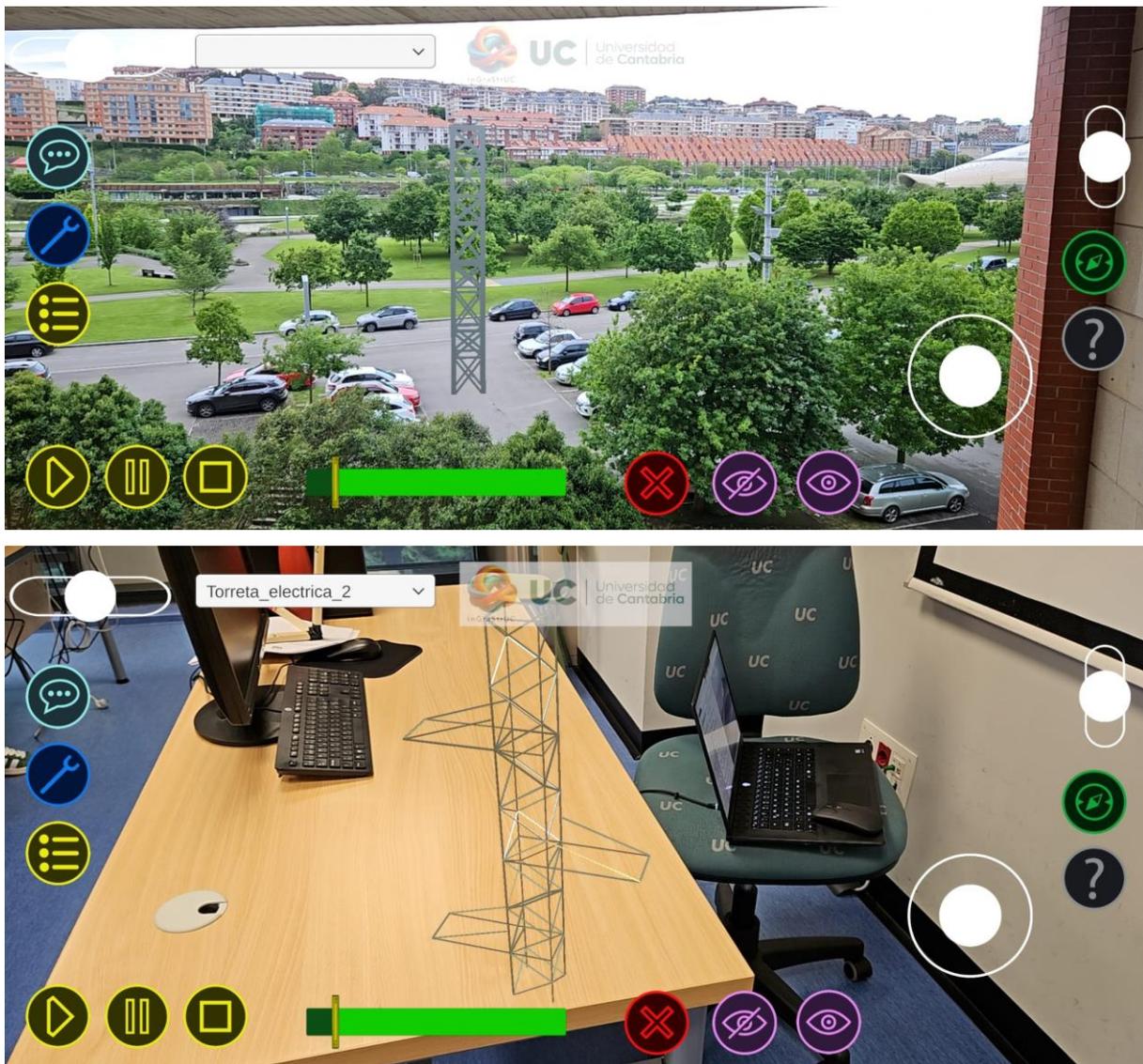


Figura 9: Torres eléctricas en realidad aumentada, a escala real (arriba) y a escala reducida (abajo).

Como se puede apreciar, es posible realizar la representación realista tanto a escala 1:1 en un entorno real (arriba) como a escala reducida en, por ejemplo, una mesa de trabajo (abajo). Sus principales prestaciones incluyen comandos de control, medición de distancias, consulta de información de elementos CAD, navegación e interacción eficiente con el objeto virtual, modificación del punto de vista, cambio de escala inmediato mediante barra deslizante, ocultación de elementos de manera discrecional, etc. Estas herramientas agilizan la visualización de datos espaciales y de componentes, lo que permite a los estudiantes visualizar su diseño y tomar decisiones informadas sin necesidad de tener que emplear de nuevo el software de modelado CAD 3D.

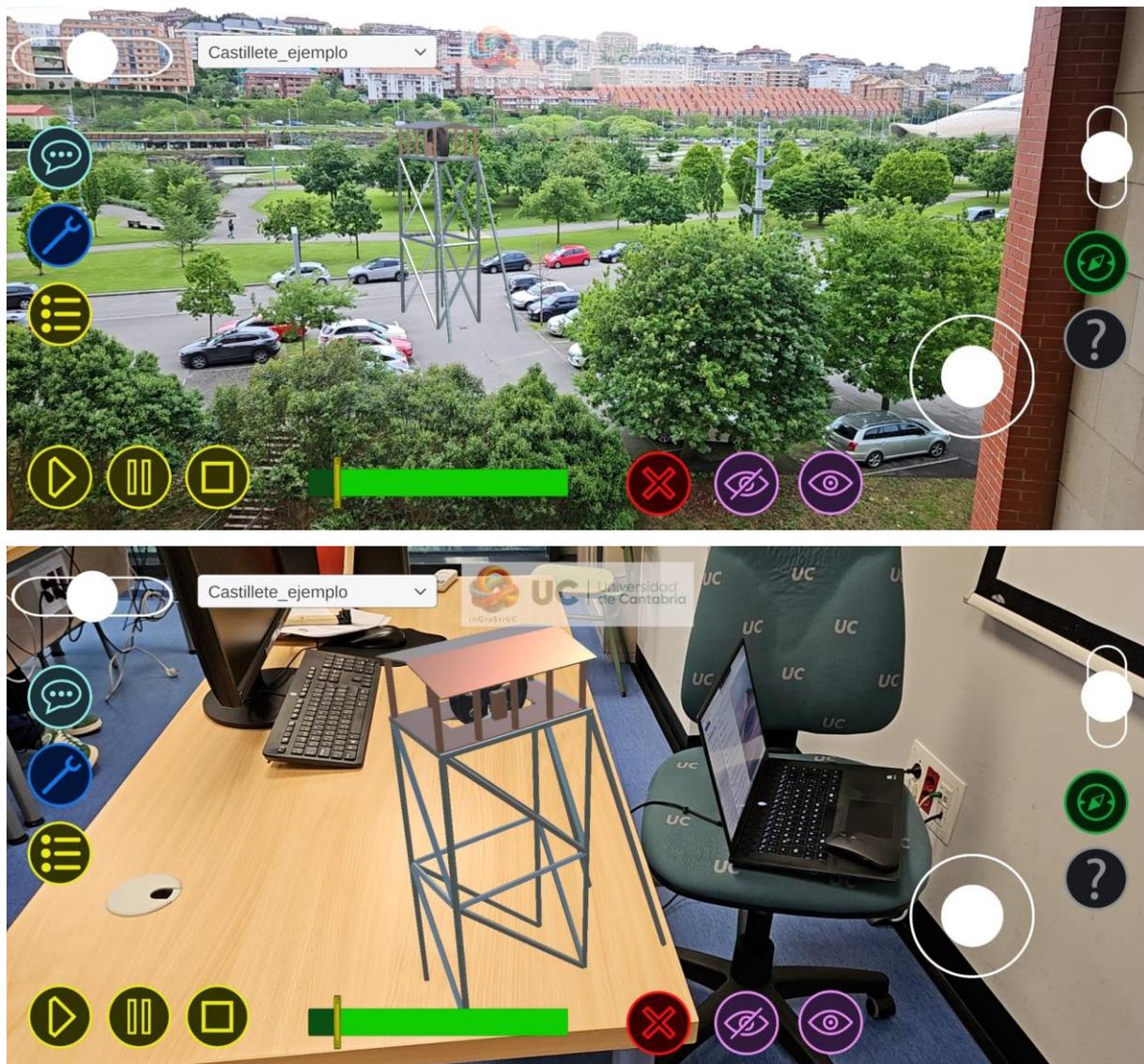


Figura 10: Castillete minero visualizado en teléfono móvil mediante realidad aumentada.

Está prevista la realización de una encuesta dirigida al alumnado participante con el objetivo de evaluar el grado de satisfacción general con respecto al desarrollo del proyecto, así como de obtener información cualitativa sobre los aspectos más valorados y las posibles áreas de mejora. Dicha encuesta, que se puede consultar en el Anexo I, incluye preguntas sobre la adquisición de competencias técnicas y transversales, la utilidad de las herramientas empleadas (como el modelado paramétrico, el análisis estructural, la realidad aumentada o la construcción de maquetas físicas), y la percepción del alumnado sobre la metodología empleada.

Dado que el proyecto se encuentra actualmente en su fase final de desarrollo, la encuesta aún no ha sido distribuida, por lo que no se han obtenido respuestas hasta el momento. Está previsto su lanzamiento una vez completadas todas las actividades, con el fin de recabar una valoración completa y global de la experiencia formativa.

4. Discusión

Se puede afirmar que los resultados obtenidos son coherentes con investigaciones previas que destacan la eficacia del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en contextos de ingeniería. Este enfoque ha demostrado mejorar la capacidad del alumnado para resolver problemas reales, aplicar conocimientos técnicos y trabajar de forma

colaborativa [10]. De forma más específica, otros estudios han constatado que el uso de simuladores y herramientas digitales integradas en metodologías ABP aumenta la precisión y reduce los errores más comunes en el cálculo estructural aplicado al diseño de estructuras técnicas [11].

Los resultados obtenidos en este proyecto muestran que los diseños propuestos para las estructuras solicitadas cumplen con los requisitos estructurales y de seguridad definidos por la normativa, lo que demuestra su viabilidad técnica para un uso en situaciones reales.

Además de los resultados técnicos contrastados en los trabajos presentados, este proyecto permitió observar mejoras en competencias clave como el uso de software de simulación, la redacción técnica, la gestión del tiempo y la comunicación efectiva dentro del equipo.

La principal limitación encontrada durante el desarrollo del proyecto fue la falta de tiempo del alumnado para llevar a cabo todas las tareas. Se trata de un proyecto muy completo que requiere un esfuerzo adicional por parte de los estudiantes para poder seguir el ritmo de trabajo con un alto nivel de implicación. Es necesario planificar adecuadamente para poder abordar satisfactoriamente las tareas exigidas en las distintas asignaturas.

De cara a próximos cursos académicos, podría contemplarse la incorporación de pruebas de carga sobre la estructura dentro del proyecto, considerando diferentes escenarios en los que la estructura deba enfrentarse a condiciones extremas. Esto permitiría evaluar su comportamiento en este tipo de situaciones.

5. Conclusiones

El objetivo de esta propuesta es paliar las carencias detectadas en la asignatura Teoría y Cálculo de Estructuras, que se resumen en dos aspectos fundamentales: por un lado, que se trata de una asignatura eminentemente teórica, en la que el alumnado realiza únicamente un cálculo teórico sin llegar a plantear el diseño ni la ejecución del mismo; y, por otro, que los cálculos necesarios para el análisis estructural se realizan de forma manual, sin emplear ningún tipo de soporte informático que permita comprobar la validez del cálculo manual, así como diseñar estructuras más complejas.

El desarrollo de este proyecto, basado en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), permitió no solo el diseño técnico de una estructura adaptada a entornos mineros y energéticos, sino también la integración efectiva de conocimientos interdisciplinares por parte del equipo de estudiantes.

Desde el punto de vista pedagógico, el enfoque ABP favoreció el aprendizaje activo, el trabajo colaborativo y la adquisición de competencias prácticas esenciales para el ejercicio profesional de la ingeniería. El trabajo desarrollado en las distintas fases del proyecto enriqueció de forma significativa la experiencia de aprendizaje.

Por todo ello, se concibe esta metodología ABP como un enfoque que permite una concepción más práctica de la asignatura, en la que el alumnado puede desarrollar un pensamiento más crítico, avanzar en la resolución de problemas y potenciar tanto su capacidad de innovación como su creatividad.

6. Referencias

- [1] Ying L., Wang Z., Wang X., “Project-based learning in STEM education: A review”, *International Journal of STEM Education* **9**(1), 1–16 (2022). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00329-1>
- [2] Rengifo C.I., Sánchez E.A., Soto W.F., “Integrated project-based learning in engineering education”, *Education Sciences* **12**(4), 264 (2022). <https://doi.org/10.3390/educsci12040264>
- [3] Chirumamilla S., Kaese H., Schlüter K., “Project-based learning for fostering engineering students' future workplace skills”, *Education Sciences* **13**(4), 375 (2023). <https://doi.org/10.3390/educsci13040375>
- [4] García-Sanz-Calcedo J., Rodríguez-Talavera M., López-Rodríguez F., “Impact of project-based learning in the higher education sector: A sustainable approach”, *Sustainability* **14**(14), 8413 (2022). <https://doi.org/10.3390/su14148413>
- [5] Mitra R., Saydam S., “An implementation of final year mining engineering project-based courses”, *The International Journal of Learning in Higher Education* **19**(4), 91–100 (2013)
- [6] Yin Z., Liu Z., Zhang Z., Chang J., Hu X., “Experiences from a new project-driven and outcome-based educational concept in a blasting engineering study program”, *International Journal of Emerging Technologies in Learning* **16**(8), 145–158 (2021)
- [7] Ulseth R., Froyd J.E., Lotzinger T.A., Ewert D., Johnson B., “A new model of project-based learning”, Unpublished manuscript (2021)

-
- [8] Sörensen A., Getz M., Herz A., Clausen E., Hulthén E., Papadopoulou P., Herbert J.H., “An international network of innovative educational labs in mining engineering”, *15th International CDIO Conference: Proceedings – Full Papers*, 489–498 (2019)
- [9] Sidki Rius N., Alfonso Abella M.P., Martínez Alcalá A., Gaona Boixader R., Sendrós Gálvez M., Bel Roset G., Jiménez Franco A., “Experiences of mining engineering students in cooperation for development”, in: *Towards a New Future in Engineering Education: New Scenarios that European Alliances of Tech Universities Open Up*, 1628–1635, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona (2022)
- [10] Ramírez de Dampierre M., Gaya-López M.C., Lara-Bercial P.J., “Evaluation of the implementation of project-based learning in engineering programs: A review of the literature”, *Education Sciences* **14**(10), 1107 (2024)
- [11] Mann L., Chang R., Chandrasekaran S., Coddington A., Daniel S., Cook E., Smith T.D., “From problem-based learning to practice-based education: A framework for shaping future engineers”, *European Journal of Engineering Education* **46**(1), 27–47 (2021)

Anexo I – Encuesta de satisfacción por parte de los estudiantes

Instrucciones: Esta encuesta tiene como objetivo conocer tu opinión sobre la experiencia formativa desarrollada durante el proyecto. Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial y nos ayudarán a mejorar futuras ediciones.

Bloque 1: Organización y metodología general

1. ¿Consideras que la estructura por fases del proyecto ha facilitado tu aprendizaje?

- * Muy de acuerdo
- * De acuerdo
- * En desacuerdo
- * Muy en desacuerdo

2. ¿El tiempo asignado a cada fase fue suficiente?

- * Sí
- * Parcialmente
- * No

3. ¿Te has sentido acompañado/a y orientado/a adecuadamente por el profesorado?

- * Siempre
- * En la mayoría de los casos
- * Raramente
- * Nunca

Bloque 2: Competencias técnicas

4. ¿Has mejorado tus conocimientos sobre estructuras articuladas y celosías?

- * Mucho
- * Algo
- * Poco
- * Nada

5. ¿Te resultó útil el uso de Autodesk Inventor para el modelado paramétrico?

- * Sí, mucho
- * Sí, en parte
- * No demasiado
- * Nada útil

6. ¿Comprendiste los conceptos básicos del análisis estructural mediante el uso de software?

- * Perfectamente
- * En su mayoría

- * Parcialmente
- * No

Bloque 3: Competencias transversales

7. ¿El trabajo en equipo te ha ayudado a mejorar tus habilidades de colaboración?

- * Mucho
- * Algo
- * Poco
- * Nada

8. ¿Consideras que el proyecto te ha permitido desarrollar tu capacidad de liderazgo y gestión?

- * Sí
- * Parcialmente
- * No

9. ¿Has sentido que la distribución de tareas fue equitativa dentro del equipo?

- * Sí, completamente
- * En parte
- * No

Bloque 4: Herramientas y recursos

10. ¿Te parecieron útiles las cápsulas audiovisuales para aprender los contenidos técnicos?

- * Muy útiles
- * Útiles
- * Poco útiles
- * Inútiles

11. ¿Cómo valorarías la integración de la realidad aumentada en el proyecto?

- * Muy positiva
- * Positiva
- * Neutral
- * Negativa

12. ¿Te resultó útil la construcción de la maqueta física para comprender la estructura diseñada?

- * Sí, mucho
- * Sí, en parte
- * No demasiado
- * Nada útil

Bloque 5: Impacto global

13. ¿Recomendarías esta experiencia a otros estudiantes?

* Sí

* No

* No lo sé

14. ¿Qué aspectos del proyecto destacarías como más positivos?

(Respuesta abierta)

15. ¿Qué mejorarías de esta experiencia?

(Respuesta abierta)

16. ¿Consideras que este proyecto ha contribuido a tu desarrollo profesional como futuro/a ingeniero/a?

* Sí, de forma significativa

* Sí, en parte

* Poco

* Nada