



Del aula universitaria a la profesión. Las asignaturas optativas en arquitectura: caso de estudio en el taller de Eficiencia Energética y Análisis de Ciclo de Vida

From the university classroom to the profession. Optional subjects in architecture: case study in the Energy Efficiency and Life Cycle Assessment workshop

Eduardo Zamora-Marina^a, Vanesa Celina Sáez^b, Alberto Quintana-Gallardo^c y Ignacio Guillén-Guillamón^d

^aDepartamento de Física Aplicada, Universitat Politècnica de València, València, España edzama@upv.edu.es

^bGrupo Hábitat Sustentable y Saludable (GHabSS), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán (FAU-UNT), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Tucumán, Argentina.

vanesaez@gmail.com ; ^c Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, València, España.

Alquigal@upv.es y ^d Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, València, España, iguillen@fis.upv.es, .

How to cite: Zamora-Marina, E.; Celina Sáez, V.; Quintana-Gallardo, A. y Guillén-Guillamón, I. (2024). Del aula universitaria a la profesión. Las asignaturas optativas en arquitectura: caso de estudio en el taller de Eficiencia Energética y Análisis de Ciclo de Vida. *En libro de actas: X Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 11 - 12 de julio de 2024. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2024.2024.18452>

Abstract

Elective subjects are fundamental to guide students' professional practice when it comes to specializing in areas of interest, acquiring specific skills applicable in the workplace, and establishing direct connections with the industry. The main objective of the workshop is to analyze, from a practical and global perspective, the different aspects of sustainability in construction with a critical spirit towards current regulations from the guidelines of the Sustainable Development Goals (SDGs) and environmental commitments as members of the European community. An innovative method used is the case study as a tool for integration between teaching and learning, as well as problem-based learning from the perspective of environmental education. In this sense, complementing both approaches allows for enhancing the educational process comprehensively by developing relevant competencies for their future professional career. As relevant outcomes, it is observed that the students become active learners as they actively participate in constructing their own knowledge and developing skills that transcend mere information recall. It concludes that elective subjects are a link between classroom and professional practice, facilitating a practical and relevant transition for students into the workforce

Keywords: *Environmental Education; education for sustainability; Assisted professional practice*

Resumen

Las asignaturas optativas son fundamentales para orientar la práctica profesional de los alumnos en diversos aspectos referidos a especializarse en áreas de interés, adquirir habilidades específicas aplicables en el ámbito laboral, establecer conexiones directas con la industria. El objetivo principal del taller es analizar desde un punto de vista práctico y global los distintos aspectos de la sostenibilidad en la edificación con un espíritu crítico hacia la normativa vigente desde los lineamientos de los ODS y los compromisos ambientales como miembros de la comunidad europea. Como método innovador se utiliza el estudio de caso como la herramienta de integración entre la enseñanza-aprendizaje y el aprendizaje basado en problemas desde la perspectiva de la educación ambiental. En tal sentido, la complementación de ambas permite potenciar el proceso educativo de manera integral desarrollando competencias relevantes para su futura carrera profesional. Como resultados relevantes se observa que el estudiante se convierte en aprendices activos puesto que participa activamente en la construcción de su propio conocimiento y desarrollando habilidades que trascienden el simple recuerdo de información. Se concluye sobre la importancia de las asignaturas optativas como enlace entre el aula y la práctica profesional, facilitando una transición efectiva y relevante para los estudiantes hacia el mundo laboral

Palabras clave: *Educación ambiental; educación para la sostenibilidad; práctica profesional asistida*

1. Introducción

Las asignaturas optativas son fundamentales para orientar la práctica profesional de los alumnos en diversos aspectos referidos a especializarse en áreas de interés, adquirir habilidades específicas aplicables en el ámbito laboral, establecer conexiones directas con la industria. Considerando además el papel trascendental que tendrán los futuros profesionales frente los desafíos ambientales que enfrenta el nuevo milenio, es indispensable también trabajar hacia la sostenibilidad desde la educación superior; introducir la Agenda 2030 y los 17 ODS como herramientas de trabajo hacia la sostenibilidad (Miñano & Martha, 2020). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un conjunto de metas globales establecidas por las Naciones Unidas para abordar los desafíos sociales, económicos y ambientales más apremiantes del mundo. Educar sobre los ODS es fundamental para fomentar la conciencia y la acción hacia un futuro sostenible (Sustainable Development Solutions Network (SDSN) Australia / Pacífico; et al., 2017)

Esto implica incluir la Educación Ambiental (EA) en la educación formal universitaria y en esa dirección lo que se denomina Educación para la Sostenibilidad (EpS). Sobre esta última, algunos autores consideran que surge como evolución de la Educación Ambiental (EA) puesto que es en un principio la EA se centró en proteger espacios de interés natural y especies en peligro de extinción y posteriormente empezó a concienciar sobre los peligros de la contaminación del medio sobre la salud y sobre el agotamiento de los recursos naturales (Villalta, 2014) En tal sentido, se ha adoptado un enfoque holístico que engloba los factores sociales, económicos y políticos. Es decir, la sostenibilidad implica un equilibrio entre el cuidado ambiental, la fortaleza económica y la mejora de la situación social de las personas. Este enfoque se ve reflejado en torno a las 5 esferas (5Ps) de los ODS: Persona, Planeta, prosperidad, alianzas y Paz. Como mencionan Lull Noguera et al., (2021) tanto profesores como estudiantes son agentes transformadores del

cambio para crear un futuro global mejor y para ello las metodologías de enseñanzas y actividades en el aula deben ser capaces de retar y transformar a los estudiantes.

Con tal propósito, desde la sostenibilidad curricular, la optativa Taller de Eficiencia Energética y Análisis de Ciclo de Vida del Master Habilitante de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura se enfoca en facilitar una transición entre la formación reglada y la práctica profesional. El sector de la construcción y el rol del arquitecto enfrenta grandes desafíos a la hora de generar un cambio que nos dirija hacia la sostenibilidad del entorno construido (Acuña et al., 2019). Desde la revolución industrial hasta la actualidad, los avances tecnológicos en el área de la construcción permitieron grandes aportes al crecimiento de las ciudades. Sin embargo, arrastra una serie de consecuencias y efectos negativos. Las ciudades tienen una incidencia cada vez más significativa en el desequilibrio del ecosistema. El cambio en el uso del suelo da lugar al incremento de gases efecto invernadero (GEI) y tal efecto contribuye al cambio climático (Alvarez y Ripoll, 2018) Además, produce el deterioro de los recursos finitos de la biosfera, así como también, efectos adversos en la salud humana. En tal sentido, la disciplina de la arquitectura, desde la teoría y la praxis, debe responder a este problema complejo. En tal sentido, es necesario tomar medidas urgentes para abordar la emergencia climática respecto a las estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático.

2. Objetivos

Los objetivos de la presente innovación se pueden resumir en los siguiente:

- Enfocar el desarrollo de la asignatura optativa como una puerta de entrada a la profesión.
- Integrar de los temas teóricos de la materia dentro del desarrollo de un caso de estudio asimilable a la práctica profesional.
- Establecer un proceso iterativo en el alumnado en el cual ellos y ellas mismas adapten el material de sus proyectos a medida que avancen en el desarrollo del material

Asimismo, en los puntos siguientes, se detalla la materia con sus consiguientes objetivos de aprendizaje para ofrecer una visión completa de su desarrollo.

2.1 Objetivo de aprendizaje propuestos

Concientizar al futuro profesional de la arquitectura sobre las buenas prácticas constructivas orientadas a la sostenibilidad en la edificación. Es decir, analizar desde un punto de vista práctico y global los distintos aspectos de la sostenibilidad en las edificaciones con un espíritu crítico hacia la normativa vigente desde los lineamientos de los ODS y los compromisos ambientales como miembros de la comunidad europea.

En cuanto a los objetivos de aprendizaje estos persiguen la jerarquía de objetivos educativos propuestos por la taxonomía de Bloom (ICE, 2006). Bloom se basa en la idea de que las operaciones mentales pueden clasificarse en seis niveles de complejidad creciente. El desempeño en cada nivel depende del dominio del alumno en el nivel o los niveles precedentes. Es decir, el alumno debe disponer de la información necesaria, comprender esa información, ser capaz de aplicarla, de analizarla, de sintetizarla y, finalmente, de evaluarla. En la tabla 1, se expone los objetivos de aprendizaje de la materia indicando la jerarquía de niveles de aprendizajes propuestos por Bloom y, además, una escala gráfica de estos que indica con gris claro los niveles básicos de aprendizaje y en gris oscuro los niveles más altos del dominio cognitivo. Como expresa Acuña (2023) el dominio cognitivo se enfoca en cómo se procesa la información, así como en el conocimiento y las habilidades mentales.

Tabla 1. Objetivos de aprendizaje

| NPA | Taxonomía Bloom | Objetivos de aprendizaje |
|---|-----------------|---|
|  | Conocimiento | -Describir los aspectos relacionados con la Sostenibilidad en Arquitectura |
| | Comprensión | -Ejemplificar la importancia de la evaluación del Impacto Ambiental en Arquitectura -Explicar distintos Protocolos de Certificación Ambiental en Arquitectura Interpretar la Metodología de Análisis de ciclo de vida |
| | Aplicación | -Aplicar un Protocolo de Certificación Ambiental en Arquitectura a un caso de estudio sencillo Vivienda Unifamiliar. -Utilizar el Código Técnico de la edificación marco normativo de referencia. -Ejercitar la modelización energética en edificación y analizar las estrategias de diseño pasivo de cara a reducir la demanda de energía. |
| | Análisis | Comparar el efecto de distintas medidas sobre el impacto ambiental en un caso real. |
| | Síntesis /Crear | Proponer mejoras de sostenibilidad al caso de estudio evidenciadas con datos cuantitativos y cualitativos |
| | Evaluación | Discutir sobre los resultados de distintos proyectos de investigación sobre Energía, Arquitectura y Clima |

3. Desarrollo de la innovación

Como método innovador para alcanzar los objetivos de aprendizaje la materia se enfoca principalmente en resolver un problema mediante un caso de estudio. En este caso se propone determinar el certificado ambiental de un proyecto de vivienda unifamiliar de planta nueva. En tal sentido, se combina la metodología estudio de caso (Yin,2018) -muy utilizada en el campo de la investigación- con la de *enseñanza-aprendizaje* y el *aprendizaje basado en problemas* desde la perspectiva de la *educación ambiental y la educación para la sostenibilidad*. A tal efecto, esta complementación permite potenciar el proceso educativo de manera integral desarrollando competencias básicas, transversales y específicas sobre la sostenibilidad en la edificación para su futura carrera profesional.

En tal sentido, la innovación implementada se plantea desde dos aspectos principales. Por un lado, en cómo se logra combinar todos los temas pertinentes al desarrollo sostenible del hábitat mediante el análisis de una vivienda unifamiliar de manera coherente y ordenada. En el cual, se genera una amplia gama de documentación técnica de la vivienda usando métodos cualitativos y cuantitativos para su alcance. Por otro lado, la innovación está puesta desde el *modus operandi* de las prácticas, puesto que se simula como el estudiante debe proceder cualquiera sea los distintos roles con el que le toque participar -equipo de diseño y ejecución del proyecto, asesor consultor de certificaciones, corredor inmobiliario, etc.- en un proceso de certificaciones ambientales.

La asignatura se estructura asimilándola al propio proceso de desarrollo de un proyecto arquitectónico. Al vertebrar los temas coincidiendo con las distintas fases de un único caso de estudio o proyecto, el estudiantado se somete a un proceso similar al del desarrollo de la práctica profesional. Durante la práctica profesional, los arquitectos deben conjugar distintos temas en el desarrollo de un único caso de estudio, de manera multidisciplinar. Por ese motivo, este tipo de asignaturas optativas, consiguen conectar todos los temas teóricos y conjugar aspectos de la sostenibilidad en el proceso proyectual durante la enseñanza. La

innovación docente es, por tanto, la integración de todos esos temas o conocimientos de manera natural en el proceso educativo. A su vez, a través de los temas, el estudiantado somete su proyecto a un proceso iterativo de mejora y de aprendizaje continuo.

Es importante señalar que la taxonomía de Bloom se construye mediante el avanzarse de cada nivel de la jerarquía para conseguir el dominio cognitivo. Es decir, un estudiante debe dominar los niveles inferiores antes de pasar al siguiente. Siguiendo esta premisa la asignatura se organiza mediante las siguientes unidades didácticas: 1) Conceptos Introdutorios, 2) Ciclo de Vida en la edificación 2) Certificación Medioambiental en Arquitectura, 3) Energía y Atmósfera, 4) Parcela y emplazamiento, 5) Recursos Naturales, 6) Calidad de Ambiente Interior y 7) Innovación y a lo largo del curso se desarrollan diversos trabajos de carácter práctico, asociados a las unidades didácticas impartidas, ver tabla 2. Estos trabajos son tutorizados por los Profesores de la asignatura y permiten ir avanzando en los niveles cognitivos.

A continuación, se muestra en la tabla 2 el esquema de organización de la materia en consonancia con los objetivos de aprendizajes y también incluye la incidencia de cada tema con los Objetivos de Desarrollo Sostenibles al que se asocian.

Tabla 2. Agenda de la sostenibilidad

| ODS | E-A Conceptos teóricos | ABP Taller/Laboratorio | Evaluación | NPA Bloom | |
|---|--|--|--|-------------------|--|
| Introducción | | | | | |
| ODS 11 ODS 13 | Desarrollo Sostenible, Agenda 2030, Acuerdo de Paris Huella Ambiental Asociada al Sector de la construcción Sostenibilidad en la Edificación | Comentarios de textos sobre Sostenibilidad en la Edificación | TP1 | DOMINIO COGNITIVO | |
| Ciclo de Vida en la edificación | | | | | |
| ODS 9 ODS 11 ODS 12 ODS 13 | Enfoque de Ciclo de vida en la edificación Modelo de producción lineal vs circular Marco Normativo Ecodiseño y Ecoetiquetas Metodología de Análisis de Ciclo de vida | Elección del caso de Estudio. Vivienda unifamiliar | PRESENTACIÓN CASO DE ESTUDIO | | |
| Certificaciones sobre Sostenibilidad | | | | | |
| ODS 7 ODS 11 ODS 13 | Estructura y Protocolo BREEAM-ES y VERDE (Green Building Council España) | Análisis Cualitativo de la vivienda según requerimiento del protocolo de Certificación | SITUACIÓN ACTUAL CASO DE ESTUDIO + PROPUESTAS DE MEJORAS | | |
| Energía y Atmósfera | | | | | |
| ODS 7 ODS 11 ODS 13 | Clima y Estrategias Arquitectónicas pasivas Emplazamiento y soleamiento Envolvente térmica Uso y producción de energía no renovable para transporte y construcción Demanda y Consumo de HVAC Emisiones G _{GEI} s | -Simulación Energética con Software - Cálculo de Demanda y Consumo Emisiones de CO ₂ -Dimensionado Paneles fotovoltaicos Calentador Solar de ACS | SIMULACIÓN ENERGÉTICA CASO ACTUAL + PROPUESTAS DE MEJORA | | |
| Emplazamiento y Transporte | | | | | |
| ODS 11 ODS 15 | Accesibilidad del Edificio a servicios Relación del edificio y su entorno natural y construido | Discusión y comentarios sobre intervenciones de mejoras en la envolvente térmica del edificio | TP2 | | |
| Salud y Bienestar | | | | | |
| ODS 3 ODS 9 | Calidad del Ambiente Interior Síndrome del Edificio Enfermo Toxicidad de los Materiales constructivos Calidad del Aire, Iluminación, Acústica Recursos Naturales | Cálculo de Aislación Acústica Visita al Proyecto EEE-UPV | | | |
| ODS 6 ODS 11 ODS 12 ODS 13 ODS 14 ODS 15 | Consumo de Agua Impactos ambientales de los materiales Eficiencia, durabilidad de los materiales Gestión de los residuos de construcción Contaminación, Uso del suelo y Ecología | Consumo de Agua Sanitaria Cálculo de ACV | | | |
| Innovaciones | | | | | |
| ODS 7 ODS 11 ODS 13 | Alcance superlativo de los requisitos a tener en cuenta para alcanzar la sostenibilidad en la edificación | Uso de la Hojas de Cálculos de los Protocolos de Certificación | CERTIFICACIÓN COMPLETA EN SOSTENIBILIDAD CASO DE ESTUDIO | | |

3.1 Sostenibilidad en la Edificación

La sostenibilidad en la edificación es fundamental para abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos actuales. Al integrar principios de sostenibilidad en la práctica profesional, se puede avanzar hacia un futuro donde la edificación sea compatible con la conservación del medio ambiente y el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

En este módulo introductorio, se inicia las actividades prácticas desde el ejercicio de una valoración crítica por parte del estudiante acerca de las implicancias del diseño y las técnicas constructivas a la hora de generar un hábitat sostenible mediante la lectura de 2 textos propuestos por los docentes: a) Algunas Reflexiones sobre Arquitectura Bioclimática (Ruiz Larrea,1998) y b) ¿Qué fue del alivio de las sombras góticas? (elmundo.es, s.f.).

3.2 Ecodiseño y el Ciclo de Vida en la Edificación

El ecodiseño en la edificación es una estrategia fundamental para mitigar los impactos ambientales y promover la sostenibilidad en la construcción (Suppen, 2013). Esta práctica implica la integración de criterios ambientales principalmente desde las etapas iniciales considerando el ciclo de vida completo del producto o edificio con el fin de reducir impactos negativos a lo largo de todo el ciclo.

Bajo este contexto, cobra importancia el enfoque de ciclo de vida o más conocido como Life Cycle Thinking (EMF, 2019) y la metodología denominada Análisis del Ciclo de vida (ACV) como herramienta de gestión, principalmente ambiental (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2006). La tendencia actual es que en el sector de la edificación ha de jugar un papel fundamental como herramienta del desarrollo sostenible en el sector y resulta una metodología importante para evaluar edificios contemplando todo su ciclo de vida (Ligardo-Herrera et al., 2022). En este módulo, se inicia con la primera instancia de resolución del Caso de estudio, en donde el futuro profesional selecciona un proyecto de planta nueva de vivienda unifamiliar – de su autoría o no – mediante los conocimientos ya adquiridos para evaluarla en términos de sostenibilidad.

3.3 Certificaciones sobre Sostenibilidad en la Arquitectura

Esta unidad se enfoca en las certificaciones de sostenibilidad en la edificación, las cuales desempeñan un papel fundamental en la promoción de prácticas constructivas responsables y en la mejora del rendimiento ambiental de los edificios. Se explica el funcionamiento de certificaciones más utilizadas en el ámbito nacional y europeo, como BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), WELL Building Standard, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), VERDE (Green Building Council España), establecen estándares reconocidos internacionalmente que evalúan el desempeño ambiental, la eficiencia energética, la calidad del aire interior y otros aspectos relacionados con la sostenibilidad de los edificios. Cabe destacar que también se incluye el cumplimiento del Código técnico de la Edificación (2019) principalmente el Certificado de Eficiencia Energética, requerido por la legislación española para todos los edificios nuevos y existentes. Asimismo, dentro de las evaluaciones energéticas se explica el estándar Passivhaus, de origen alemán, que se centra en la construcción de edificios altamente eficientes en términos energéticos y confortables para sus ocupantes.

A partir de esta unidad didáctica, el estudiante se encuentra en los niveles de aprendizajes intermedios, según taxonomía de Bloom. En tan sentido, por un lado, este conoce la problemática ambiental actual, las necesidades del sector de la construcción, como así también las herramientas de verificación del nivel de sostenibilidad del edificio mediante los diferentes protocolos de certificaciones. Este puede iniciar en la

ejecución del caso de estudio, en el cual se le propone definir cualitativamente la situación actual de su proyecto de vivienda y proponer mejoras respecto a las exigencias de los protocolos de certificación. En esta instancia, se utiliza como herramienta didáctica el DAFO O FODA, el cual permite realizar un diagnóstico efectivo de las fortalezas y debilidades y oportunidades y amenazas del proyecto.

3.4 Energía y Atmósfera

La unidad de Energía y Atmósfera se centra en cómo el profesional a cargo del diseño y desarrollo del proyecto ejecutivo debe reducir el uso de energía, mediante el diseño de estrategias arquitectónicas pasivas, activas y la aplicación de fuentes renovables garantizando el confort -higrotérmico, lumínico y acústicos- del hábitat. Sin duda, la gestión eficiente de la energía y la reducción ambientales asociados en la edificación desempeña un papel crucial en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y en la práctica profesional de arquitectos, ingenieros y diseñadores.

Mediante el aprendizaje práctico, el alumno utiliza las herramientas sobre simulación energética en edificación - HULC o CYPE THERM- y se avanza con el análisis cuantitativo del caso en estudio. Se obtiene los valores del etiquetado energético, es decir, la demanda, el consumo y también el carbono equivalente asociado. Cabe destacar, que el estudiante parte de la obtención de la etiqueta energética del caso original y a partir de allí aplican lo aprendido diseñando y calculando las mejoras energéticas a la envolvente.

3.5 Emplazamiento y Transporte

El transporte y el emplazamiento en la edificación presenta una relación directa en la búsqueda de un desarrollo urbano sostenible. La planificación urbana consciente implica la integración de infraestructuras para peatones y ciclistas, la promoción de la densificación urbana y la creación de espacios públicos accesibles y seguros. Al adoptar este enfoque centrado en el transporte y el emplazamiento en la edificación, se contribuye a la construcción de ciudades más inclusivas, equitativas y respetuosas con el medio ambiente.

En esta esta unidad didáctica, el estudiante analiza las condiciones particulares del emplazamiento de su caso de estudio, verificando cómo este se integra a la trama urbana: a) la cantidad y la distancia a recorrer para obtener servicios diarios, salud, educación, ocio y cultura, administrativos y b) las transformaciones sobre el uso de suelo.

3.6 Salud y Bienestar

La salud y el bienestar ç se deben tener en cuenta para alcanzar los estándares de construcción saludable. Se destaca la importancia del diseño arquitectónico centrado en el usuario con la colaboración con expertos en ergonomía y salud ambiental. Al priorizar la salud y el bienestar en la edificación, se contribuye a la creación de entornos habitables y equitativos que mejoran la calidad de vida de las personas y promueven un desarrollo sostenible y resiliente en línea con los ODS.

En este módulo, el alumno continúa con el análisis cuantitativo del caso de estudio y mediante las clases en el taller se calculan ciertos parámetros físico del espacio interior que permiten garantizar el confort. En tal sentido, se procede a aplicar el cálculo para verificar el acondicionamiento acústico de la vivienda en estudio, recurriendo a teoría y formulas ya aprendidas en la carrera de grado. En cuanto a niveles de confort higrotérmico térmico éstos han sido analizados en la unidad anterior en donde por aplicar mejoras pasivas a la envolvente térmica y mejorar el rendimiento de los artefactos termo mecánicos, estos además de reducir la demanda de energía garantizan el confort térmico. Cabe destacar, que siempre se trabaja tomando como

referencia la normativa vigente en este caso el CTE (2019) y al mismo tiempo con los criterios de calidad exigidos por las certificaciones ambientales.

3.7 Recursos naturales e impactos ambientales

En esta unidad didáctica, se fomenta al estudiante que debe explorar cada vez más soluciones de diseño que incorporen materiales reciclados, modularidad y sistemas de construcción reversibles, la adaptación de edificaciones existentes, en lugar de demoler y reconstruir, como parte de un enfoque integral hacia la sostenibilidad (Instituto Valenciano de la Edificación, 2023). En otras palabras, se introduce los principios de economía circular en la construcción con el fin de minimizar la extracción de materias primas y la generación de residuos y, por tanto, todos los impactos ambientales asociados.

Para tal fin, el estudiante calcula impactos ambientales asociados a las fases iniciales del ciclo de vida de los materiales constructivos que ha definido utilizar. Además, de realizar un control exhaustivo de los proveedores y las distancias a recorrer por los materiales elegidos. En cuanto al consumo de agua, las certificaciones ambientales especifican características técnicas que deben cumplir los artefactos para garantizar el ahorro de agua dulce, así como también fomentar el uso de agua de lluvia para el riego de la vegetación. En tal sentido, el alumno continúa aplicando a su caso de estudio lo aprendido en la teoría y la práctica impartida.

3.8 Innovación

En este módulo se incita al estudiante a la implementación de soluciones creativas y avanzadas que van más allá de los requisitos estándar de certificación y fomentan alcanzar la excelencia ambiental y social en los proyectos de construcción. Algunos ejemplos de puntos de innovación podrían incluir la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial para el control de energía o el uso de materiales de construcción de bajo impacto ambiental. En la práctica profesional, la búsqueda activa de puntos de innovación en los proyectos de construcción requiere un compromiso continuo con la investigación, la experimentación y la colaboración con expertos en diversas áreas.

Finalizado el periodo de desarrollo sobre todos los temas anteriormente vistos, el estudiante obtiene una valoración de su proyecto de vivienda de planta nueva, según los estándares de las certificaciones ambientales. Entre la documentación que entregan al docente se encuentra una planilla de cálculo con todos los puntos obtenidos propuesto para responder a cada unidad temática, ver la figura 3. De esta manera se consigue una puntuación tanto para el caso base como para su rediseño. Acompañando esta hoja de cálculo y la puntuación obtenida el alumno entrega documentación técnica que da cuentas de los cambios y las mejoras realizadas al proyecto original. Con todo esto, el estudiante reproduce actividades muy similares a la práctica profesional en áreas como la sostenibilidad.

Tabla 3. Agenda de la sostenibilidad

| | Puntos disponibles | Puntos obtenidos | Cobertura de los requisitos por asignatura | Puntos de clase /optativo | Requisitos en los BRECCH |
|--|--------------------|------------------|--|---------------------------|--------------------------|
| CESTE# | | | | | |
| CESTE#1 Control de pasivos | 2 | 2 | 1,37% | N/A | N/A |
| CESTE#2 Control de pasivos de infraestructuras de la red de ED | 4 | 4 | 2,75% | N/A | N/A |
| CESTE#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,63% | N/A | Miál Excepcional |
| CESTE#4 Edificación energética de viviendas | 1 | 1 | 0,63% | N/A | Miál Excepcional |
| CESTE#5 Edificación energética de viviendas | 2 | 2 | 1,26% | 1 | Miál Excepcional |
| EDUCAR W BRECCH | | | | | |
| EDUCAR#1 Construcción | 1 | 1 | 0,55% | N/A | Miál Excepcional |
| EDUCAR#2 Calidad del aire interior | 1 | 1 | 0,55% | N/A | N/A |
| EDUCAR#3 Control de humedad | 1 | 1 | 0,55% | N/A | N/A |
| EDUCAR#4 Edificación energética | 4 | 4 | 2,18% | N/A | N/A |
| EDUCAR#5 Edificación energética | 2 | 2 | 1,09% | N/A | Miál Excepcional |
| EDUCAR#6 Edificación energética | N/A | N/A | 0,00% | N/A | N/A |
| EDUCAR#7 Edificación energética | 1 | 1 | 0,55% | N/A | Miál Excepcional |
| EDUCAR#8 Edificación energética | 2 | 2 | 1,09% | N/A | Miál Excepcional |
| EDUCAR#9 Edificación energética de viviendas de protección pública | N/A | N/A | 0,00% | N/A | N/A |
| EDUCAR#10 Edificación energética | 1 | 1 | 0,55% | N/A | Miál Excepcional |
| EDUCAR#11 Edificación energética | 1 | 1 | 0,55% | N/A | Miál Buena |
| ENERGIA | | | | | |
| ENERGIA#1 Edificación energética | 11 | 11 | 5,83% | 8 | Miál Excepcional |
| ENERGIA#2 Edificación energética | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| ENERGIA#3 Edificación energética | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| ENERGIA#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | N/A | N/A | 0,00% | N/A | N/A |
| ENERGIA#5 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | N/A | N/A |
| ENERGIA#6 Edificación energética | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| TRANSPORTE | | | | | |
| TRANSPORTE#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 4 | 2 | 2,12% | N/A | N/A |
| TRANSPORTE#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | N/A | N/A |
| TRANSPORTE#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | 8 | N/A |
| TRANSPORTE#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | N/A | N/A | 0,00% | N/A | N/A |
| TRANSPORTE#5 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| ACERA | | | | | |
| ACERA#1 Edificación energética | 1 | 1 | 0,53% | 8 | Miál Excelente |
| ACERA#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| ACERA#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | N/A | N/A | 0,00% | N/A | N/A |
| HECTÁREAS | | | | | |
| HECTÁREAS#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | 8 | N/A |
| HECTÁREAS#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 4 | 2 | 2,12% | 8 | Miál Excepcional |
| HECTÁREAS#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| HECTÁREAS#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| RESIDUOS | | | | | |
| RESIDUOS#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | 8 | Miál Excelente |
| RESIDUOS#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | 8 | N/A |
| RESIDUOS#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | N/A | Miál Excepcional |
| RESIDUOS#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | 8 | N/A |
| W80 DEL SUELO Y ECOLOGÍA | | | | | |
| W80#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 2 | 1,06% | N/A | N/A |
| W80#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | N/A | N/A |
| W80#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| W80#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| W80#5 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| CONSTRUCCIÓN | | | | | |
| CONSTRUCCION#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| CONSTRUCCION#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | N/A | N/A |
| CONSTRUCCION#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| CONSTRUCCION#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| INNOVACIÓN | | | | | |
| INNOVACION#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 11 | 8 | 4,21% | 8 | N/A |
| INNOVACION#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 14 | 2 | 1,06% | 8 | N/A |
| TOTALES | 133 | 75 | 57,54% | 1 | |

Puntuación inicial proyecto

| | Puntos disponibles | Puntos obtenidos | Cobertura de los requisitos por asignatura | Puntos de clase /optativo | Requisitos en los BRECCH |
|--|--------------------|------------------|--|---------------------------|--------------------------|
| CESTE# | | | | | |
| CESTE#1 Control de pasivos | 2 | 2 | 1,37% | N/A | N/A |
| CESTE#2 Control de pasivos de infraestructuras de la red de ED | 4 | 4 | 2,75% | N/A | N/A |
| CESTE#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,63% | N/A | Miál Excepcional |
| CESTE#4 Edificación energética de viviendas | 1 | 1 | 0,63% | N/A | Miál Excepcional |
| CESTE#5 Edificación energética de viviendas | 2 | 2 | 1,26% | 1 | Miál Excepcional |
| EDUCAR W BRECCH | | | | | |
| EDUCAR#1 Construcción | 1 | 1 | 0,55% | N/A | Miál Excepcional |
| EDUCAR#2 Calidad del aire interior | 1 | 1 | 0,55% | N/A | N/A |
| EDUCAR#3 Control de humedad | 1 | 1 | 0,55% | N/A | N/A |
| EDUCAR#4 Edificación energética | 4 | 4 | 2,18% | N/A | N/A |
| EDUCAR#5 Edificación energética | 2 | 2 | 1,09% | N/A | Miál Excepcional |
| EDUCAR#6 Edificación energética | N/A | N/A | 0,00% | N/A | N/A |
| EDUCAR#7 Edificación energética | N/A | N/A | 0,00% | N/A | N/A |
| EDUCAR#8 Edificación energética | 1 | 1 | 0,55% | N/A | Miál Excepcional |
| EDUCAR#9 Edificación energética | 2 | 2 | 1,09% | N/A | Miál Excepcional |
| EDUCAR#10 Edificación energética de viviendas de protección pública | N/A | N/A | 0,00% | N/A | N/A |
| EDUCAR#11 Edificación energética | 1 | 1 | 0,55% | N/A | Miál Excepcional |
| ENERGIA | | | | | |
| ENERGIA#1 Edificación energética | 11 | 11 | 5,83% | 8 | Miál Excepcional |
| ENERGIA#2 Edificación energética | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| ENERGIA#3 Edificación energética | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| ENERGIA#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | N/A | N/A | 0,00% | N/A | N/A |
| ENERGIA#5 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | N/A | N/A |
| ENERGIA#6 Edificación energética | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| TRANSPORTE | | | | | |
| TRANSPORTE#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 4 | 2 | 1,57% | N/A | N/A |
| TRANSPORTE#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | N/A | N/A |
| TRANSPORTE#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | 8 | N/A |
| TRANSPORTE#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | N/A | N/A | 0,00% | N/A | N/A |
| TRANSPORTE#5 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | N/A | N/A |
| ACERA | | | | | |
| ACERA#1 Edificación energética | 1 | 1 | 0,53% | 8 | Miál Excepcional |
| ACERA#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| ACERA#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | N/A | N/A | 0,00% | N/A | N/A |
| HECTÁREAS | | | | | |
| HECTÁREAS#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | 8 | N/A |
| HECTÁREAS#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 4 | 2 | 2,12% | 8 | Miál Excepcional |
| HECTÁREAS#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| HECTÁREAS#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| RESIDUOS | | | | | |
| RESIDUOS#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | 8 | Miál Excelente |
| RESIDUOS#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | 8 | N/A |
| RESIDUOS#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | N/A | Miál Excepcional |
| RESIDUOS#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | 8 | N/A |
| W80 DEL SUELO Y ECOLOGÍA | | | | | |
| W80#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 2 | 1,06% | N/A | N/A |
| W80#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | N/A | N/A |
| W80#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| W80#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| W80#5 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| CONSTRUCCIÓN | | | | | |
| CONSTRUCCION#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| CONSTRUCCION#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 2 | 2 | 1,06% | N/A | N/A |
| CONSTRUCCION#3 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| CONSTRUCCION#4 Edificación energética de viviendas de protección pública | 1 | 1 | 0,53% | N/A | N/A |
| INNOVACIÓN | | | | | |
| INNOVACION#1 Edificación energética de viviendas de protección pública | 11 | 8 | 4,21% | 8 | N/A |
| INNOVACION#2 Edificación energética de viviendas de protección pública | 14 | 2 | 1,06% | 8 | N/A |
| TOTALES | 133 | 95 | 74,58% | 5 | |

Puntuación final obtenida

4. Resultado

Los resultados obtenidos por los estudiantes pueden diferenciarse en los distintos tipos de competencias que adquieren y se definen a continuación.

Competencias Básicas

- Afianzan sus capacidades de diseñar y crear soluciones frente a las necesidades actuales.
- Mejoran sus criterios selección para una toma de decisiones con fundamentos.

Competencias Transversales

- Resuelven proyectos arquitectónicos dentro de un contexto que incluye las diferentes esferas de la sostenibilidad en la edificación.
- Comprenden la profesión de arquitecto y su función en la sociedad, en particular, elaborando proyectos que tengan en cuenta los factores sociales.

Competencias Específicas

- Adquieren conocimiento avanzado de aspectos específicos de la materia de Física no contemplados expresamente en la Orden EDU 2075/2010.
- Aplican herramientas de cálculos específicas en la preparación de proyectos de construcción.

Estas competencias se han evaluado mediante la práctica en los talleres, los trabajos parciales y la entrega final que realizan los alumnos. Sobre esta última más del 80% de los alumnos alcanza calificaciones sobresalientes. Esto se debe a que el trabajo final de los alumnos engloba un proceso que se va conformando de manera ordenada de lo general a lo particular y desde las escalas básicas del aprendizaje hasta alcanzar los niveles altos de aprendizaje en el área. En tal sentido, el alumno adquiere un entendimiento de cada una de las categorías influyentes a la vez que es capaz de comprender de manera holística la sostenibilidad en la edificación.

El impacto de la innovación ha sido medido mediante una encuesta al alumnado en donde el 100% del alumnado responde de manera satisfactoria acerca de su experiencia en la electiva. Como resultados relevantes se observa que el estudiante valora la facilidad con la que adquieren los conocimientos para resolver temas esenciales de sostenibilidad en un proyecto de arquitectura. También, destacan el abanico de posibilidades que se les abre ya que podrán responder de manera satisfactoria a cualquiera de los distintos roles con el que le toque participar en la vida profesional para resolver un proyecto desde la perspectiva de la sostenibilidad.

Como mejoras obtenidas en el campo de las materias optativas se detecta el acercamiento de los conceptos teóricos a la práctica profesional mediante la simulación de un caso práctico con distintos criterios a resolver de manera holística. De esta manera, se promueve la capacidad de adaptarse a diferentes escenarios profesionales, fortaleciendo así su preparación para enfrentar los desafíos del mercado laboral actual.

5. Conclusiones

Se concluye que la innovación implementada permite que el estudiante se convierta en un aprendiz activo puesto que participa activamente en la construcción de su propio conocimiento desarrollando habilidades que trascienden el simple recuerdo de información.

En tal sentido, se resalta la importancia de las asignaturas optativas como enlace entre el aula y la práctica profesional, facilitando una transición efectiva y relevante para los estudiantes hacia el mundo laboral. Sin duda, cada unidad didáctica propuesta presenta una intención clara de transferir conceptos de suma importancia para el campo laboral de la sostenibilidad en la construcción. Esta transferencia de conocimientos principalmente toma relevancia mediante la resolución de caso práctico lo que afianza las competencias adquiridas, es decir, el dominio cognitivo de los conceptos impartidos. Asimismo, fomentan la creatividad, el pensamiento crítico y la capacidad de innovación al enfrentarse a problemas y situaciones complejas dentro del ámbito de la sostenibilidad en la construcción. De esta manera, se promueve un aprendizaje integral que va más allá de la mera adquisición de conocimientos teóricos, brindando a los estudiantes las herramientas necesarias para enfrentarse con éxito a los retos profesionales que puedan surgir en su carrera como arquitectos.

Referencias

- Acuña, H., Easton, P., Ramos, C., & Torres, C. (2019). El Sector de la Construcción ante el Desafío Climático Global. *Fundamenta*, 45.
- Alvarez, A. A., & Buigues Nollens, A. F. (2018). Caracterización y diagnóstico de metodologías internacionales y normas iram para la evaluación ambiental edilicia de la vivienda: Análisis dirigido a la contextualización regional para zonas áridas de Argentina. *Revista Hábitat Sustentable*, 8(1), 42–53. <https://doi.org/10.22320/07190700.2018.08.01.04>

- ALVAREZ, A. A., & RIPOLL, M. V. (2018). Los Materiales Constructivos De La Vivienda Social En Zonas Árido-Sísmicas a Reference Matrix for the Optimization of the Life Cycle. *Revista Hábitat Sustentable*, 8, 52–63.
- Bize, A. (2023). *Environmental Statement 2022* (Issue November). https://european-union.europa.eu/index_en.
- Carenzo, S., Saidón, M., & Stevanato, A. (2023). La transición hacia la economía circular de los residuos en Argentina: aportes metodológicos para su abordaje a través del análisis de los casos del plástico y del vidrio. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*, 33, 1–21. <https://doi.org/10.37838/unicen/est.33-141>
- EMF. (2019). Artificial Intelligence and the Circular Economy: Ai As a Tool To Accelerate. *Report*, 39. <https://ellenmacarthurfoundation.org/artificial-intelligence-and-the-circular-economy%0Ahttps://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/artificial-intelligence-and-the-circular-economy>
- ICE, I. de C. de la E. (2006). *Área de Estudios y Ordenación de Títulos: UPV, Guía docente de la UPV: criterios para su elaboración*. 1–35. http://www.upv.es/entidades/AEOT/menu_urlc.html?/entidades/AEOT/infoweb/aeot/info/U0460148.pdf
- Instituto Valenciano de la Edificación. (2023). *RE10: Circularidad*. <https://productos.five.es/producto/re10-circularidad>
- Ligardo-Herrera, I., Quintana-Gallardo, A., Stascheit, C. W., & Gómez-Navarro, T. (2022). Make your home carbon-free. An open access planning tool to calculate energy-related carbon emissions in districts and dwellings. *Energy Reports*, 8, 11404–11415. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.08.263>
- Llopys Reina Ana; Sancho Vendrell Javier; Gomez Lozano Vicente; Guillen Guillamón Ignacio. (2020). *Física para el acondicionamiento Ambiental* (Universida).
- Lull Noguera, C., Pérez-de-Castro, A., Leiva-Brondo, M., Atarés Huerta, A., Lajara-Camilleri, N., Llinares Palacios, J. V., Pérez Esteve, É., Ramón Fernández, F., Soriano Soto, M. D., & Vidal Meló, A. (2021). *¿Qué saben de los ODS los alumnos de la UPV? Análisis preliminar*. 6, 1106–1119. <https://doi.org/10.4995/inred2021.2021.13781>
- Miñano, R., & Martha, G. (2020). *Implementando la Agenda 2030 en la universidad*. 104. https://reds-sdsn.es/wp-content/uploads/2020/05/Dosier-REDS_Casos-ODS-Univ-2020_web.pdf
- Olgay, V. (n.d.). *Desing with climate. Bioclimatic approach to architectural regionalism* (Princeton).
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación Ciencia, la C. y la C. (2017). Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de Aprendizaje. In *Isbn 978-92-3-300070-4*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423?posInSet=1&queryId=9352a53f-c965-49dd-9bc8-8e677bf4a20e>
- Organización Internacional de Normalización. (2006). *Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida - Requisitos y directrices environmental*. 0, 1–46. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>
- Sáez Cifre, E. (2017). Análisis de la calidad del aire interior en función de la tipología de ventilación. *Dirección General de Ordenación e Inspección. Consejería de Sanidad de La Comunidad de Madrid*, 2, 1–98. <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobc>
- Suppen, N. (2013). Analisis de Ciclo de Vida y Ecodiseno para la Construcción en Mexico. *Universidad Autónoma de San Luis Potosí*, 29–37. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>

- Sustainable Development Solutions Network (SDSN) Australia / Pacífico;, ACTS (Australian Campuses Towards Sustainability);, & SDSN, S. G. de de. (2017). Cómo empezar con los ODS en las Universidades: Una guía para las Universidades, los centros de Educación Superior y el Sector Académico. *Sustainable Development Solutions Network*, 56. www.acts.asn.au
- Villalta, F. (2014). Educación Ambiental en las distintas etapas del sistema educativo. *Clave XXI*, 2–41. http://clave21.ieszaframagon.com/files/articulos/H04_SistemaEducativo.pdf