

Integración de las nuevas competencias transversales UPV y la formación en ODS en las actividades prácticas de una asignatura del MUII

Integration of the new UPV soft skills and SDG training in the practical activities of a MUII subject

María Sancho, Raúl Mompó-Curell, Elena Zuriaga-Agustí, Carmen Sánchez-Arévalo, Cristina Trull-Hernándis, Manolo Belanche-Paricio, Amparo Bes-Piá, Antonio D. Rodríguez-López, Eva Ferrer-Polonio y M^a José Luján-Facundo

Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València, emails: msanchof@iqn.upv.es; raumomcu@upv.es; elzuag@etsii.upv.es; carsana5@upv.es; citruhe@upv.es; mbelanch@iqn.upv.es; mbespia@iqn.upv.es; anrodlo@iqn.upv.es; evferpo@posgrado.upv.es; malufa@etsii.upv.es

How to cite: María Sancho, Raúl Mompó-Curell, Elena Zuriaga-Agustí, Carmen Sánchez-Arévalo, Cristina Trull-Hernándis, Manolo Belanche-Paricio, Amparo Bes-Piá, Antonio D. Rodríguez-López, Eva Ferrer-Polonio y M^a José Luján-Facundo. 2023. Integración de las nuevas competencias transversales UPV y la formación en ODS en las actividades prácticas de una asignatura del MUII. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16647>

Abstract

The current study programs will need to be modified in a near future to adapt to the new legislation, RD822/2021, where the alignment of university education with democratic values and the Sustainable Development Goals (SDGs) is promoted. In addition, the international standards that give credit to the quality of the university degrees establish criteria linked to general outcomes, which the study programs must allow their graduates to achieve. Furthermore, the Universitat Politècnica de València (UPV) has established a new general student outcomes framework which is in agreement with international certificates of quality, that has started to be implemented for the next 2023-24 academic year. Additionally, an Innovation Project for the training in SDGs in all the study programs of the School of Industrial Engineering of UPV is currently in the implementation stage.

This work presents the integration of all these changes in a subject of the Master's Degree in Industrial Engineering through its practical activities. As a result, the strategies and activities designed to comprehensively incorporate both new generic student outcomes and SDGs are presented, including the assessment tools to be used.

Keywords: *soft skills, SDGs, Industrial Chemical Technology, assessment, practices, Problem-Based Learning*

Resumen

Los actuales planes de estudio van a tener que modificarse en un futuro próximo para adaptarse al nuevo RD822/2021, que promueve la alineación de la formación universitaria con los valores democráticos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Además, los estándares internacionales que acreditan la calidad de las titulaciones universitarias establecen criterios vinculados con competencias de carácter transversal, que los planes de estudio deben permitir alcanzar a sus egresados. En línea con todo ello, en la Universitat Politècnica de València se ha establecido un nuevo marco de competencias transversales acorde a los sellos de calidad internacionales, que ha empezado a implementarse de cara al próximo curso 2023-24. Además, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la UPV se ha promovido un Proyecto de Innovación para la formación en ODS en todas sus titulaciones, que está actualmente en fase de implementación. En este trabajo se plantea la integración de todos estos cambios en una asignatura del Máster Universitario en Ingeniería Industrial, a través de actividades prácticas. Como resultados, se presentan las estrategias y actividades diseñadas para incorporar tanto las nuevas competencias transversales como los ODS de manera integral, incluyendo las herramientas de evaluación a emplear.

Palabras clave: competencias transversales, ODS, Tecnología Química Industrial, evaluación, prácticas, Aprendizaje Basado en Problemas

1. Introducción

El trabajo presentado surge a partir de la publicación del Real Decreto 822/2021 en el que se indica que los planes de estudio de titulaciones oficiales universitarias deben estar alineados de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Ministerio de Universidades, 2021). Este requisito, sin embargo, tiene una base desarrollada en publicaciones previas. De hecho, la incorporación de los ODS a las enseñanzas universitarias aparecía ya reflejada en las guías promovidas por la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible en colaboración con la red de universidades australianas (SDSN Australia/Pacific et al., 2017) y su implementación en los centros educativos del mundo se está realizando de manera progresiva. Por este motivo, el proceso de concreción que se realiza al caso de una universidad española, como es la Universitat Politècnica de València (UPV), debe ser coherente y seguir una metodología adaptada a las diferentes escuelas y títulos que se imparten.

En esta línea, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) comenzó en el curso 2021/22 un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME), actualmente en la fase de implementación, para la “Innovación y mejora educativa aplicada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ETSII” (PIME/21-22/281). Concretamente, el proyecto se encuentra en el proceso de realización de la “Actividad 3”, que tiene como finalidad el diseño de un itinerario formativo para pasar del estado del “as-is” al “to-be” de una forma holística, global e integrada. El análisis de la realidad de la formación en ODS llevado a cabo previamente en la Escuela puso de manifiesto que en la mayoría de Guías Docentes no se explicitan los ODS vinculados y/o trabajados, por lo que no es posible establecer un diagnóstico fiable de dicha formación, ni planificar los itinerarios formativos adecuados. Por ello, las primeras acciones a llevar a cabo en las asignaturas incluyen la modificación de las guías docentes para incluir el desarrollo del trabajo en los ODS, así como los indicadores de evaluación (Alcázar-Ortega et al., 2022).

Por otro lado, la UPV aprobó un nuevo marco de competencias transversales (CT) en el Consejo de Gobierno de julio de 2021. Esta reforma se impulsa también a partir de la publicación del Real Decreto 822/2021, con el fin de definir de forma clara los valores y las habilidades a adquirir por parte de los estudiantes, orientando simultáneamente los planes formativos hacia el cumplimiento de los ODS.

El desarrollo de las competencias transversales en la UPV tuvo su origen en el análisis que hizo la Universidad de la normativa legal referida a la ordenación de las enseñanzas de Grado y Máster, verificación de títulos y normas CIN para profesiones reguladas, así como en los diferentes procesos de evaluación en los que la UPV había participado, en especial el desarrollado durante el año 2012 por parte de la *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET) para ciertas titulaciones entre las que se encontraba la del Ingeniero Industrial. Diversas fuentes de información fueron comparadas junto a la documentación procedente de instituciones de acreditación como ABET, la *European Network for Accreditation of Engineering Education* (ENAE) a través de su sello *European-Accredited Engineer* (EUR-ACE), etc., hasta definir trece dimensiones competenciales. El proyecto de 13 CT de la UPV en el que se ha estado trabajando hasta el curso 2022/23, se puso en marcha en el curso académico 2014/15 de forma experimental y, de forma definitiva en el 2015/16.

Tras casi una década de trabajo con este proyecto de competencias, el Vicerrectorado de Organización de estudios, Calidad, Acreditación y Lenguas (VOECAS) de la UPV ha llevado a cabo una revisión del proyecto de competencias, teniendo en cuenta los estándares de calidad actuales que marca el Ministerio de Universidades en el RD 822/2021 que se centran en los principios y valores democráticos, los Objetivos de Desarrollo Sostenible y, de nuevo, en los principios que manejan diferentes sistemas de acreditación, tanto nacionales como internacionales. Como resultado de ello, en julio de 2022 se aprobó un nuevo marco de competencias transversales UPV en el que se reducen de 13 a 5 las dimensiones competenciales, aportando una mayor cohesión que permite simplificar los procesos de acreditación y unificar los requisitos de las agencias evaluadoras.

El presente trabajo pretende la incorporación de todas estas modificaciones (formación en ODS y nuevas competencias transversales) en una asignatura troncal del Máster Universitario en Ingeniería Industrial (MUII) de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la UPV.

1.1. Contexto de la asignatura

La asignatura Tecnología Química Industrial (TQI) impartida en el Máster Universitario en Ingeniería Industrial (MUII) de la UPV tiene dos posibles itinerarios en función del grado de procedencia: los alumnos que proceden del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales siguen el Itinerario 1 y cursan la asignatura en el 1º año del máster, mientras que los alumnos procedentes de otras titulaciones siguen el Itinerario 2 y cursan esta asignatura en el 2º año. En el curso 2022/23 la asignatura de TQI ha contado con un total de 272 alumnos, procedentes tanto de Grados impartidos en la UPV como en otras Universidades.

En cuanto a su estructura, se trata de una asignatura obligatoria impartida en el primer cuatrimestre. Tiene 4,5 créditos ECTS, de los cuales 3,6 son de teoría y práctica de aula (TA y PA), y los restantes 0,9 de prácticas de laboratorio (PL) y prácticas informáticas (PI). La asignatura se divide en 7 grupos de teoría y 20 grupos de prácticas.

En la Tabla 1, se presentan los contenidos de TQI, que se dividen en 5 unidades didácticas, que se explican durante las clases de TA/PA y dos prácticas, que incluyen una sesión de PL y otra de PI cada una. Las tres primeras unidades didácticas, junto con la primera práctica, se imparten durante el primer parcial del

cuatrimestre y el resto, queda incluido en el temario correspondiente al segundo parcial. Cada parcial consta de 6 semanas lectivas.

Tabla 1. Contenido de la asignatura TQI

Unidad didáctica	Nombre	Prácticas
1	Introducción a los Procesos Químicos Industriales	
2	Balances en Ingeniería Química	Balance de Materia No Estacionario
3	Cinética y Reactores	
4	La Planta Química	
5	Operaciones de Separación	Destilación Diferencial

Respecto a las metodologías de enseñanza aplicadas, cabe destacar las siguientes:

- Lección magistral participativa con resolución de problemas en las clases de TA/PA.
- Prácticas de laboratorio e informáticas.
- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Los alumnos realizan un trabajo en grupo a lo largo de la asignatura, que incluye contenidos multidisciplinares y fomenta el trabajo y el aprendizaje autónomo.

Finalmente, cabe indicar cómo se lleva a cabo la evaluación. Tras cada parcial se realiza un examen que consta de pruebas objetivas (tipo test) y pruebas escritas de respuesta abierta (resolución de problemas). Cada examen parcial computa con un 40 % a la nota final de la asignatura. El otro 20 % se obtiene a partir de los informes de prácticas (10 %) y de la nota del ABP (10 %).

En el contexto docente de la asignatura, se considera que las actividades prácticas realizadas suponen el marco más adecuado para poder incorporar tanto la formación en ODS como las nuevas competencias transversales de la forma más integrada posible. Esto viene avalado por estudios previos como el de Reid y Shah (2007), en el que destaca que el desarrollo de ciertas habilidades, como son las observación, deducción e interpretación de ideas e hipótesis, se ven potenciadas durante la consecución de ejercicios y tareas de trabajos prácticos. Asimismo, de acuerdo con lo expuesto por Walker et al. (2016), las prácticas de laboratorio científico deben ser comprendidas como un entorno donde aprender y participar, en lugar de ser exclusivamente para demostrar o verificar contenidos vistos en sesiones teóricas. Así, aprovechar el espacio para la comprensión interactiva y educativa tiene como consecuencia una actividad atractiva, a la par que una interiorización más completa.

Por todo ello, este trabajo se centrará en la integración de la formación en ODS y competencias transversales en las actividades prácticas de la asignatura TQI, que se describen a continuación.

1.1.1. Descripción de las actividades prácticas de la asignatura

Actualmente se imparten dos prácticas de laboratorio en la asignatura de TQI, cada una de las cuales tiene su correspondiente práctica de informática, donde se analizan los datos obtenidos en el laboratorio y se realizan los cálculos pertinentes para verificar las ecuaciones explicadas en clase de teoría, determinar y comprobar diferentes parámetros y obtener unas conclusiones. Las prácticas realizadas son:

- Práctica 1: Balance de materia en estado no estacionario (BMNE)
- Práctica 2: Destilación diferencial de una mezcla binaria (DDMB)

Antes de acceder al laboratorio, los alumnos deben realizar un test de autoevaluación en PoliformaT, que no puntúa en la evaluación final de la práctica, pero que sirve para que el alumno realice una incursión previa en el procedimiento o guion de la práctica. Una vez en el laboratorio (donde es necesario asistir con bata, pantalón largo y zapato cerrado) y tras una explicación del procedimiento experimental y medidas de seguridad, los alumnos se distribuyen en grupos, formados generalmente por cuatro alumnos. Durante la realización de la PL, los alumnos realizan las distintas tareas de control y medición, para ir determinando y anotando todos los datos que les serán necesarios para el desarrollo de la subsiguiente PI, en la que tienen que completar un informe en el que desarrollan y analizan las ecuaciones obtenidas en cada apartado y calculan los parámetros indicados con sus correspondientes conclusiones. Una vez finalizada la sesión de informática, los alumnos entregan el informe correspondiente junto con el archivo Excel utilizado para los diferentes cálculos realizados.

Durante ambas sesiones, el profesor valora la planificación del trabajo dentro del grupo, su desarrollo y la relación y comunicación entre los alumnos del mismo grupo mediante una rúbrica, con la que se evalúa la CT06 "Trabajo en equipo y liderazgo", asignada a la asignatura antes de la aparición del nuevo marco.

A continuación, se detalla la metodología seguida en cada práctica. En el caso del BMNE se estudia la variación en la concentración de sal de una disolución.

- a) Durante la realización de la práctica de laboratorio los alumnos (PL1):
- Llenan dos depósitos (D1 y D2) de agua (20 L cada uno).
 - Regulan los caudales de entrada y salida del depósito D2 para que sean iguales.
 - Añaden sal al depósito D2 para tener una concentración de 7,5 g/L.
 - Ponen en marcha el sistema de forma que la salida del depósito D1 entra en D2, y la salida de éste va a un depósito vacío D3.
 - Toman medidas de conductividad a la salida del depósito D2 cada 5 minutos durante 1 hora, y del depósito D3 al final.
- b) En la sesión de informática (PI1):
- Plasman en el informe los diferentes datos obtenidos en el laboratorio.
 - Determinan y representan las ecuaciones teóricas y experimentales suponiendo volumen constante y variable del sistema.
 - Determinan y analizan las diferentes desviaciones, seleccionando, en función de estas, el caso o ecuaciones que mejor representan el sistema, justificándolo adecuadamente.
 - Comprueban el cumplimiento de los diferentes balances de sal.
 - Desarrollan las correspondientes conclusiones

En la práctica de DDMB se lleva a cabo la destilación diferencial de una disolución de etanol y agua:

- a) Durante la realización de la práctica de laboratorio los alumnos (PL2):
- Destilan 500 mL de una mezcla etanol-agua.
 - Tras comprobar el montaje encienden la refrigeración, la agitación y la manta calefactora.
 - Toman nota de temperatura del líquido y vapor durante 45 min o hasta alcanzar los 100°C.
 - Miden el índice de refracción de la mezcla inicial, de las primeras y últimas gotas de destilado, fracción media y residuo.
 - Finalmente, recuperan todo el líquido y lo devuelven a la botella original, dejando el montaje listo para la siguiente práctica.

b) En la sesión de informática (PI2):PI2;

- Recogen en una tabla los datos obtenidos en la práctica de laboratorio, y razonan la coherencia de las temperaturas y composiciones molares medidas.
- Determinan las composiciones teóricas de las primeras y últimas gotas de destilado mediante el diagrama de equilibrio líquido-vapor proporcionado.
- Comparan los valores de composición de las fracciones de destilado experimentales y teóricos, analizando las posibles desviaciones.
- Comprueban la ecuación de Lord Rayleigh.
- Determinan el grado alcohólico del destilado obtenido y comprueban si se puede clasificar como whisky acorde a la legislación.

Una vez completado el informe, se envía al profesor, que evalúa cada uno de los apartados señalados, siguiendo criterios de puntuación y rangos previamente establecidos; de tal forma que la nota de prácticas contribuye a la nota final de la asignatura, según lo indicado en la guía docente de la misma.

Con la realización de estas prácticas el alumno trabaja las siguientes competencias transversales:

- CT01 “Comprensión e integración”, mediante el trabajo experimental realizado y posteriormente con la interpretación de los resultados obtenidos.
- CT06 “Trabajo en equipo y liderazgo”, a través del trabajo en grupo en el laboratorio y en la elaboración del informe.

Por otra parte, desde el curso 2019/20, se aplica en la asignatura el Aprendizaje Basado en Problemas, como metodología para desarrollar la competencia CT03 “Análisis y resolución de problemas”. La actividad consiste en la resolución, por parte de los alumnos, de problemas contextualizados en un mismo proceso industrial, para promover que los alumnos adquieran una visión global del mismo. Los problemas propuestos tienen un enfoque multidisciplinario, que incluye aspectos técnicos, económicos y de sostenibilidad. Así, los estudiantes obtienen un punto de vista más realista de la complejidad de un proceso de la industria química y se vuelven más conscientes de la importancia del papel de la industria química en la sociedad. Por otro lado, para resolver los problemas propuestos, los estudiantes deben buscar alguna información, como legislación, propiedades físicas y químicas de los compuestos y normativa. Por lo tanto, los estudiantes desarrollan competencias relacionadas con la búsqueda de la información necesaria y con la selección crítica de esta información.

Para desarrollar esta actividad de ABP, los estudiantes de cada grupo de teoría (en un rango de 30 a 50 estudiantes), se distribuyen en equipos de 4-5 estudiantes cada uno. Como resultados de la actividad, los estudiantes deben elaborar los siguientes entregables:

- Entregable 1. Descripción del proceso industrial asignado, con la inclusión de un diagrama de bloques.
- Entregable 2. Resolución de un problema de balance de masa y balance de energía, contenidos estudiados durante las 6 primeras semanas del 1º parcial.
- Entregable 3. Resolución de un problema de operaciones de separación estudiadas durante las 6 semanas lectivas del 2º parcial.

2. Objetivos

El presente trabajo tiene como objetivo general diseñar actividades y/o estrategias de aprendizaje que permitan la integración de las nuevas CT y la formación en las metas de los ODS que se relacionan con la misma. Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

- Plantear distintas alternativas para integrar las CT y la formación en ODS.
- Seleccionar las alternativas más adecuadas a corto plazo para implementarlas el curso 2023/24.
- Definir las herramientas y criterios que permitirán evaluar los conocimientos adquiridos en materia de las nuevas CT y los ODS.

3. Desarrollo de la innovación

Este apartado se va a estructurar en dos subapartados: uno en el que se abordará la adaptación de la asignatura a las nuevas competencias transversales, y otro en el que se planteará la integración de la formación en ODS. En ambos casos, se describirá primero la situación de partida para pasar a continuación a plantear las actividades y/o estrategias de integración, así como las herramientas y criterios de evaluación.

3.1. Integración de las nuevas competencias transversales

El nuevo marco de competencias transversales UPV consta de 5 dimensiones competenciales que se dividen a su vez en 4 Resultados de Aprendizaje (RA) cada una, siendo éstos la concreción de lo que se espera que un estudiante sea capaz de demostrar cuando finaliza el proceso de aprendizaje de dicha competencia. Para asegurar una adquisición progresiva de cada competencia a través de las asignaturas de una titulación, se establecen los denominados Puntos de Control (PC), que son aquellas asignaturas que deben trabajar y evaluar una determinada CT, concretada a partir de uno o varios RA. En los estudios de Máster (a los que pertenece la asignatura objeto de este trabajo), debe haber 2 Puntos de Control por cada CT.

Para llevar a cabo la adaptación de los planes de estudio al nuevo marco de competencias transversales, desde la Dirección de la ETSII se trasladó a las Direcciones Académicas de Títulos (DAT) una propuesta de nueva asignación basada en la tabla de equivalencias entre competencias existentes y las nuevas. Dicha propuesta fue trasladada a los profesores responsables de las asignaturas por la DAT del MUII, con una preasignación de los nuevos Puntos de Control en base a las anteriores CTs. En esta propuesta de la Escuela, las competencias que inicialmente se marcaban para la asignatura TQI eran la CT3 de “Trabajo en equipo y liderazgo” y la CT5 de “Responsabilidad y toma de decisiones”, equivalentes a las anteriores CTs: “Trabajo en equipo y liderazgo”, “Comprensión e integración” y “Análisis y resolución de problemas”. A continuación, los responsables de las asignaturas evaluaron en base a las nuevas CTs (y sus RA) si podían seguir siendo Puntos de Control mediante el estudio de las tareas llevadas a cabo en cada asignatura y en base a la aportación de evidencias ya disponibles o “factibles de obtener”. Tras ello, se propusieron finalmente las siguientes CTs y RA:

- CT4. Comunicación efectiva / RA 4.2. Desarrollar textos profesionales o informes científico-técnicos según las convenciones propias de la disciplina.
- CT5. Responsabilidad y toma de decisiones / RA 5.2. Extraer conclusiones de los trabajos e investigaciones prácticas o experimentales realizadas de manera autónoma.

Así pues, esta asignación de nuevas CTs, y sus correspondientes RA implica, en primer lugar, adaptar la guía docente, lo cual conlleva adaptar o actualizar tanto las actividades que se desarrollaban en la asignatura para cubrir estos RA, como establecer las herramientas precisas para su evaluación y valoración.

3.1.1. Propuesta de integración de las nuevas competencias transversales

La asignación de las CTs anteriormente mencionadas en la asignatura TQI, hace necesario integrarlas para ser trabajadas y adquiridas de forma favorable por parte de los estudiantes. Tras analizar las posibilidades de integración de acuerdo al contexto actual de la asignatura se definieron las actividades, metodologías y criterios de evaluación, que se describen a continuación

Para poder cubrir la CT4 sobre comunicación efectiva y más concretamente el resultado de aprendizaje designado RA 4.2. sobre el desarrollo de textos profesionales o informes científico-técnicos según las convenciones propias de la disciplina, se ha elegido como tarea en la que evaluar su consecución el Aprendizaje Basado en Problemas ya implementado en la asignatura. El motivo es que en esta tarea los estudiantes deben plasmar el resultado del estudio de una instalación industrial y deben llevar a cabo una serie de entregables sobre el modelo de funcionamiento de la empresa, así como de resolución de problemas planteados sobre la misma. Cada entregable debe contemplar una búsqueda de información del proceso en sí, o de los datos necesarios para la correcta resolución de los 2 problemas planteados. Estos entregables deben estructurarse como un informe técnico en el que deben observarse los elementos propios de la disciplina, y se evalúan actualmente mediante una rúbrica que incluye principalmente aspectos relativos al planteamiento y resolución de los problemas. Así pues, la propuesta para integrar el RA 4.2 se basa en la transformación de la rúbrica actual para que integre aspectos relacionados con el desarrollo de textos profesionales o informes científico-técnicos según las convenciones propias de la disciplina al mismo tiempo que sirva para evaluar su contenido.

Para poder cubrir la CT5 sobre responsabilidad y toma de decisiones y más concretamente el resultado de aprendizaje designado RA 5.2. sobre la extracción de conclusiones de los trabajos e investigaciones prácticas o experimentales realizadas de manera autónomas, se han elegido, como mejores exponentes para poder evaluar su consecución, las dos prácticas llevadas a cabo en la asignatura (ver Tabla 1). Para ello, se plantea adaptar los criterios de corrección utilizados hasta ahora en la valoración de los informes sobre las prácticas, incorporando en una rúbrica ítems referidos al análisis de resultados como punto de partida de cara a la obtención de conclusiones, así como en el propio apartado de conclusiones.

A modo de ejemplo, en la Tabla 2 se presenta cómo sería la nueva rúbrica de los entregables 2 y 3 del ABP, adaptada para evaluar la CT4. En este caso, al mismo tiempo que se valora el contenido de los respectivos informes, se marcará con una x sobre la casilla de cada aspecto contemplado para valorar la CT4 y según el número de marcas logradas y su ubicación, se procederá a valorar la competencia como “Satisfactoria” o “En proceso”.

3.2. Integración de la formación en ODS

A través del PIME institucional, comentado en la introducción, se hizo en primer lugar un diagnóstico en la formación en ODS en la ETSII para el curso 2021/22, que ha permitido identificar tanto los ODS trabajados en cada asignatura, como el potencial de trabajo de la misma. Dicho diagnóstico se llevó a cabo a partir de la revisión de las Guías Docentes, por un grupo de profesores de la titulación. Como resultados de dicha fase, se ha obtenido que la asignatura TQI está principalmente vinculada con el ODS 9. “Industria,

innovación e infraestructura” y el ODS 12. “Producción y consumo responsables”. Concretamente, la asignatura puede trabajar aspectos relacionados con las siguientes Metas:

- *Meta 9.5. Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.*
- *Meta 9.B. Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas.*
- *Meta 12.4. De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.*
- *Meta 12.5. De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.*

Tabla 2. Ejemplo de uso de la rúbrica de evaluación para la CT4 en los entregables 2 y 3 de la actividad de ABP

CT4/4.2	En proceso		Satisfactorio	
	Insuficiente (0 - 4)	Medio (5 - 7)	Alto (8)	Excelente (9 - 10)
Cálculos/solución (50%)	Incorrectos con fallo importante.	Incorrectos con fallo menor.	Aproximados.	Correctos.
Análisis de la solución (10%)	No se identifica claramente la coherencia del resultado.	Se indica la coherencia del resultado	Se justifica la coherencia del resultado	Se analiza críticamente la coherencia e implicaciones de la solución obtenida
Requisitos de formato de un trabajo académico (10%) CT4	No cumple la mayoría de los requisitos.	Cumple algunos de los requisitos.	Cumple la mayoría de los requisitos.	Cumple todos los requisitos.
Datos buscados (10%) CT4	Incorrecta por fuente no adecuada y/o por error de interpretación.	Incorrecta por valor y/o unidades	Aproximada	Correcta.
Descripción de los cálculos (10%) CT4	La descripción de los cálculos y el detalle de las ecuaciones son insuficientes.	La descripción es insuficiente pero las ecuaciones están bien detalladas.	La descripción está casi completa y la mayoría de las ecuaciones están bien detalladas.	La descripción es completa y las ecuaciones están bien detalladas.
Bibliografía (10%) CT4	Las fuentes empleadas no son adecuadas, ni suficientes y no están bien referenciadas.	Las fuentes empleadas no son adecuadas o son insuficientes, aunque están bien referenciadas.	Las fuentes empleadas son adecuadas y suficientes, pero no están bien referenciadas.	Las fuentes empleadas son adecuadas, suficientes y están bien referenciadas
Resultados	1	1	1	1
Evaluación CT4.2 ABP2/3			Satisfactorio	

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores, el marco más adecuado para integrar la formación en competencias transversales y ODS son las actividades prácticas de la asignatura. En el caso de la formación en ODS, ésta se va a llevar a cabo realizando actividades en las prácticas de laboratorio y prácticas informáticas. El trabajo planteado pretende realizar esta adaptación en dos etapas:

- 1) *Etapa 1*: incluir actividades para trabajar las metas asignadas ya en el próximo curso 2023/24. Para ello se debe hacer una adaptación que no suponga una modificación de la parte experimental ni una carga de trabajo adicional excesiva para alumnos.
- 2) *Etapa 2*: tras la reflexión realizada en la etapa 1, se ha visto la posibilidad de incluir también el ODS 6. “Agua limpia y saneamiento”. La adaptación de este nuevo ODS se plantea a más largo plazo, ya que en primer lugar hay que evaluar los resultados de aprendizaje derivados de las propuestas incluidas en la etapa 1.

Por último, cabe resaltar que, aunque de momento no hay ninguna normativa que requiera la evaluación de los ODS, en este trabajo se plantean actividades con las que se obtienen evidencias para su evaluación, ya que es un elemento imprescindible para promover el aprendizaje de los estudiantes (Panadero et al., 2019).

3.2.1. Propuesta de integración de los ODS 9 y 12

En el apartado 1.1.1 ya se ha comentado la metodología de trabajo seguida en las 2 prácticas realizadas en esta asignatura, cada una de las cuales incluye una sesión de PL y una de PI. La propuesta realizada es desarrollar actividades en la Práctica 1 (BMNE) para trabajar las metas 9B y 12.4; y actividades en la Práctica 2 (DDMB) para trabajar las metas 9.5 y 12.5.

De forma genérica, se proponen las siguientes acciones y actividades:

- Sesiones PL. Estas sesiones comienzan con una breve explicación en la pizarra, donde se resume el trabajo experimental a llevar a cabo. En esta explicación, se dedicarán unos minutos a exponer las metas que persiguen los ODS 9 y 12, indicando a los alumnos que van a realizar diversas actividades relacionadas con ellos. En la PL se trabajarán principalmente las metas correspondientes al ODS 12, mediante tareas que se lleven a cabo en el laboratorio, cuyas evidencias se entregarán en ese momento o junto a la memoria que se elabora en la PI.
- Sesiones PI. En estas sesiones se plantean tareas relacionadas principalmente con el ODS 9, que generen evidencias que quedarán recogidas en la memoria a entregar.

La propuesta para abordar la contribución a los ODS 9 y 12 en las prácticas de TQI se ha resumido en la Figura 1.

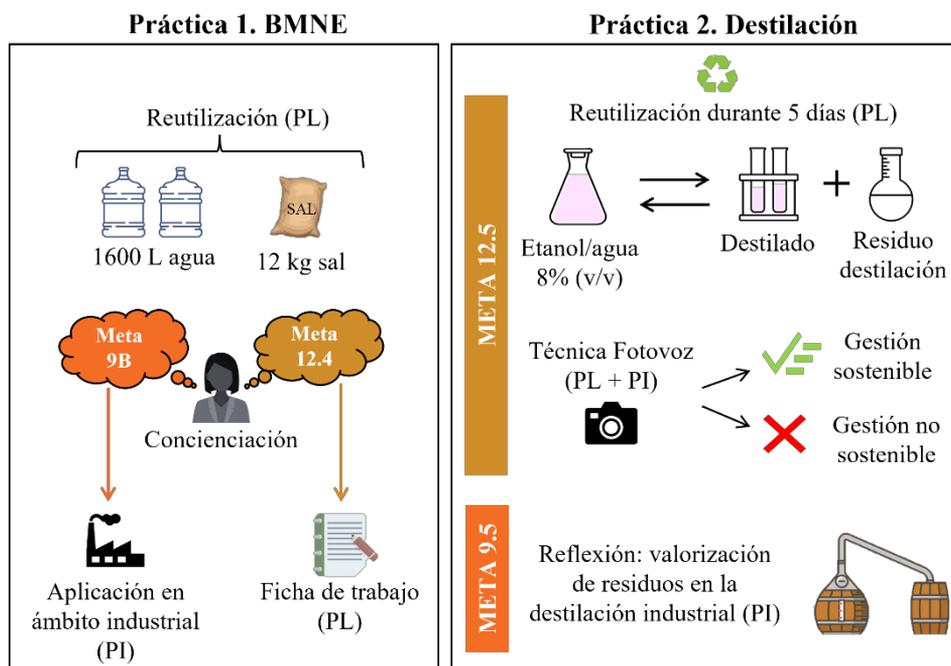


Figura 1. Acciones y actividades propuestas para contribuir a los ODS 9 y 12 en las sesiones prácticas de la asignatura TQI.

Practica 1. Balance de Materia en Estado No Estacionario

En la práctica 1 de BMNE se trabajará específicamente sobre las metas 9B (durante la PL) y 12.4 (durante la PI). A continuación, se exponen las actividades a realizar en cada caso, junto a las evidencias que generan y el tipo de evaluación que se realiza a partir de éstas.

Integración de la meta 12.4 en la PL1: Como se ha explicado anteriormente, en esta práctica se estudia la variación de la concentración de sal en una disolución acuosa. Esta disolución se sitúa en un tanque, en el que se introduce un volumen de 20 L. Teniendo en cuenta que, durante el curso 2022/23 la asignatura TQI tenía 20 grupos de prácticas y que en cada uno de ellos se trabaja con 4 montajes experimentales, el consumo de agua en esta práctica para preparar la disolución salina fue de 1600 L, aproximadamente. Así mismo, para alcanzar la concentración inicial de trabajo, se deben añadir 150 gramos de sal a los 20 L, lo que supone un consumo total de 12 kg de sal. Por lo tanto, este es un escenario excelente para implementar acciones que contribuyan al cumplimiento de la meta 12.4. Para ello, se llevará a cabo la reutilización de todos los reactivos empleados en la práctica, de forma que se prepararán los cuatro primeros montajes experimentales y, a partir de ese momento, se reutilizará la disolución que quede del grupo anterior, añadiendo el agua y la sal necesarias para obtener las condiciones iniciales requeridas por la práctica. De esta manera, el gasto total de agua de todos los grupos de prácticas de la asignatura se verá reducido de 1600 L a, aproximadamente, 200 L, y el de sal de 12 kg a unos 4 kg. En la explicación inicial de la práctica y durante su realización, el/la profesor/a hará énfasis en este aspecto y remarcará la importancia que tiene esta metodología de trabajo en la contribución a la meta 12.4.

- **Actividades.** Para formalizar la reflexión acerca de la meta 12.4 y el análisis de las acciones llevadas a cabo en la práctica, la actividad consiste en calcular el gasto total de agua y sal a lo largo de todas las sesiones de prácticas de la asignatura y el ahorro en estas materias primas si se reutiliza la disolución del grupo anterior.

- *Evidencias*. Los alumnos deberán presentar los cálculos realizados en una ficha de trabajo proporcionada por los profesores donde deberán plasmar los resultados obtenidos y acciones cotidianas que podrían realizar con las cantidades de agua y sal ahorradas (equivalencia en duchas, en saleros de mesa, etc). Los estudiantes tendrán tiempo de ir trabajando en la ficha a lo largo de la sesión de laboratorio, ya que disponen de tiempos muertos en los que deben esperar para la recogida de datos.
- *Evaluación*. El objetivo de calcular estas cantidades es que los estudiantes tomen conciencia de la importancia de reducir el consumo de materias primas. Esto permite a los estudiantes empatizar con la situación y darle más valor a la gestión de desechos. La actividad se realizará y entregará durante la sesión PL y se evaluará de 1 a 10. Computará con un 5 % a la nota de la práctica.

Integración de la meta 9B en la P11:

- *Actividades*. Para motivar la reflexión de los estudiantes sobre la meta 9B, se introducirá un nuevo apartado en la memoria que obligará a leer esta meta y comprender mejor qué implica su desarrollo.
- *Evidencias*. La pregunta que deben contestar es la siguiente: “Razonar de forma breve (4-5 frases) qué impacto puede tener la reutilización de materias primas a nivel industrial sobre la consecución de la meta 9B”.
- *Evaluación*. El objetivo es que piensen no solo en las acciones realizadas durante la práctica, si no a nivel más global en su consecución dentro del ámbito industrial, a gran escala, el cual tiene un impacto mucho mayor sobre el desarrollo tecnológico, incluyendo a los países en desarrollo. La pregunta se evaluará de 1 a 10 y computará con un 5 % dentro de la nota de la memoria.

Práctica 2: Destilación Diferencial de una Mezcla Binaria

En la Práctica de DDMB se trabajarán la meta 12.5 en la PL y la 9.5 en la PI.

Integración de la meta 12.5 en la PL2: En esta práctica se lleva a cabo la destilación diferencial de una mezcla de etanol y agua. Para abordar la prevención, reducción, reciclado y reutilización de desechos (meta 12.5), los reactivos empleados, disolución hidroalcohólica (8% v/v) de 1 L, se reutilizarán al máximo. Al final de la práctica, se pedirá a los alumnos que junten los destilados y los residuos de destilación, para regenerar la disolución de etanol de partida para el siguiente ensayo. Lógicamente, la concentración de etanol de la disolución regenerada varía con respecto a la disolución inicial, debido a las pérdidas en diferentes etapas del ensayo. Por esta razón, la disolución de etanol tendrá que ser renovada después de ser reutilizada varias veces.

- *Actividades*. Se plantean dos actividades. La primera actividad involucra a los alumnos en la toma de decisión sobre la reutilización de la disolución que han utilizado. Se les pedirá que midan el porcentaje de etanol de su disolución regenerada, si está entre 7 % v/v y 8 % v/v pondrán una etiqueta verde, que indica que el siguiente grupo la puede usar. En caso contrario, pondrán una etiqueta roja, para indicar que no se puede reutilizar. La segunda actividad generará una evidencia para su evaluación. Consiste en una actividad dinámica que empleará la técnica llamada “Fotovoz”, que es una técnica cualitativa que permite reconocer y visibilizar problemas de interés social mediante fotografías [Madrigal et al., 2020]. Así, durante la sesión de laboratorio, los estudiantes tendrán que fotografiar una acción de gestión sostenible de residuos y otra de gestión no sostenible.
- *Evidencia*. Las evidencias son las fotos tomadas, que se deben incluir dentro de un apartado creado en la memoria, comentando su significado y su relación con la meta 12.5.
- *Evaluación*. La pregunta se evaluará de 1 a 10 y computará con un 5 % dentro de la nota de la memoria.

Integración de la meta 9.5 en la PI2:

- *Actividad.* Para que los estudiantes elaboren estrategias para contribuir a esta meta, se introducirá un nuevo apartado en la memoria que obligará a reflexionar sobre su aplicación a nivel industrial.
- *Evidencia.* La pregunta que deben contestar es la siguiente: “*Indicar una técnica (en fase de investigación o ya implantada a nivel industrial) que permita valorizar algún residuo generado en el proceso de producción del whisky*”.
- *Evaluación.* De esta forma, se contribuirá al cumplimiento de la meta 9.5, ya que el estudio de procesos de valorización de subproductos implica procesos innovadores que fomentan la investigación científica y la capacidad tecnológica. La pregunta se evaluará de 1 a 10 y computará con un 5 % dentro de la nota de la memoria.

3.2.2. Propuesta de integración del ODS 6

Dado que, en las prácticas de TQI el agua es una materia prima importante, al igual que sucede en muchas aplicaciones industriales explicadas en esta asignatura, resulta sencillo, y muy conveniente, incluir el ODS6 “Agua limpia y saneamiento”, como un nuevo objetivo a trabajar en las PL y PI, junto a los ODS 9 y 12. En concreto, la meta más adecuada en este caso es la siguiente:

- *Meta 6.4. De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.*

La actividad que se propondría, que no requiere de ningún cambio en la metodología experimental, se aplicaría en la práctica 2. En la actividad que se plantea, se pueden trabajar de forma conjunta las metas 9B, 12.5 y 6.4. Durante la práctica se utiliza un intercambiador de calor para enfriar el destilado que funciona con agua de red, con un circuito abierto en el que toda el agua utilizada se tira por la pila.

- *Actividad.* Se pedirá a los alumnos que calculen el agua desperdiciada, midiendo el tiempo que tienen en funcionamiento el sistema y el caudal. Se les pedirá que incluyan esos cálculos en la memoria. Ello les hará reflexionar sobre las metas 12.5 y 6.4.
- *Evidencia.* En la memoria habrá un apartado para que incluyan los cálculos realizados, además de la siguiente pregunta: “*Propón una técnica que permita reutilizar en el propio montaje de la práctica, el agua que se utiliza en el serpentín intercambiador de calor. Indica de qué forma se contribuiría con ello a alcanzar las metas 9B, 12.5 y 6.4 si se implementara esta modificación en la práctica.*”
- *Evaluación.* El cálculo junto a la pregunta se evaluará de 1 a 10 y computará con un 5 % dentro de la nota de la memoria.

4. Conclusiones

En este trabajo se han planteado actividades y estrategias para integrar las competencias transversales de “Comunicación Efectiva” y de “Responsabilidad y Toma de Decisiones” y los ODS 9 y 12 en la asignatura Tecnología Química Industrial del MUII.

Las nuevas CTs se consideran ya integradas a través de la actividad de Aprendizaje Basado en Problemas y de las prácticas realizadas en la asignatura. Para evidenciar su nivel de logro se adaptarán las rúbricas de evaluación de los entregables del ABP y de los informes de prácticas, incorporando indicadores específicos vinculados con las dos CT.

Los ODS 9 y 12, identificados como más vinculados con la asignatura a través de las acciones del PIME institucional de la ETSII, podrán integrarse fácilmente el próximo curso mediante actividades de análisis y reflexión que se incluirán tanto en la sesión de laboratorio como en el informe a elaborar en la sesión informática. A medio plazo, se han diseñado actividades para incorporar también formación específica en el ODS 6, relacionado con el uso eficiente del agua.

5. Referencias

- Alcázar-Ortega, M., Navarro-Peris, E. et al. (2022) Análisis de la formación en ODS en las titulaciones del Grado en Ingeniería de la Energía y el Máster en Tecnología Energética para el Desarrollo Sostenible de la ETSII de la Universitat Politècnica de València. *VIII Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red. IN-RED 2022* Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15879>.
- Madrigal, D.S., Salvatore, A. et al. (2020) El método foto voz, *Prog. Community Heal. Partnerships Res. Educ. Action*. 8, pp. 317–329. <https://doi.org/10.1353/CPR.2014.0034>.
- Ministerio de Universidades (2021) 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>.
- Panadero, E., Broadbent, J., Boud, D. et al. Using formative assessment to influence self- and co-regulated learning: the role of evaluative judgement. *Eur. J. Psychol. Educ.* 34, 535–557 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10212-018-0407-8>.
- Reid, N y Shah, I. (2007) The role of laboratory work in university chemistry. *Chem. Educ. Res. Practice*, 8(2), pp. 172–185. doi.org/10.1039/B5RP90026C.
- SDSN Australia/Pacific; Australasian Campuses Towards Sustainability (ACTS); Australian and New Zealand universities (2017) Getting started with the SDGs in Universities. <https://resources.unsdsn.org/getting-started-with-the-sdgs-in-universities> (Fecha consulta: 2 marzo 2023).
- Walker, J.P; Sampson, V.; Southerland, S. y Enderle, P. J. (2016) Using the laboratory to engage all students in science practices, *Chem. Educ. Res. Practice*, 17(4), pp. 1098–1113. <https://doi.org/10.1039/C6RP00093B>.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación de este trabajo por parte del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València (UPV), a través del Proyecto: “Innovación y mejora educativa aplicada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ETSII” (PIME/21-22/281)