



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación  
Convocatoria 2022/2023

Nº de proyecto: 263

Acercamiento al mundo laboral de la nueva Generación Z de estudiantes del Máster en Ingeniería Química mediante aprendizaje basado en retos y mentorías en el marco del desarrollo sostenible

Responsable del Proyecto: Araceli Rodríguez Rodríguez

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento: Ingeniería Química y de Materiales

## 1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto.

El proyecto plantea acercar a los estudiantes (generación Z) del Máster en Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos (MIQ-IP) al mundo laboral utilizando la metodología de aprendizaje basado en retos y mentoría, empleada en proyectos de convocatorias anteriores (ref. 55/2021). Los objetivos generales del proyecto son:

1. Desarrollar en la asignatura Estancias en Empresas y Centros de Investigación (EECI) del máster contenidos enfocados a la incorporación de los estudiantes a la realidad laboral, mediante la metodología del aprendizaje basado en retos. Esta metodología permite a los estudiantes: comprender más profundamente contenidos, desarrollar la creatividad, implicarse más tanto en la definición del problema como en el desarrollo de la solución, sensibilizarse frente a la problemática que se aborda en el reto, conseguir un enfoque colaborativo y multidisciplinar, contextualizar el aprendizaje en la realidad y desarrollar herramientas de comunicación de alto nivel
2. Utilizar la mentoría para acercar a los estudiantes a la realidad industrial, con un especial énfasis en la aplicación de la ciencia y la tecnología químicas para contribuir al cumplimiento de los ODS.
3. Fomentar el aprendizaje colaborativo.
4. Fomentar el autoaprendizaje, haciendo que los estudiantes tomen decisiones de cómo afrontar el reto, basándose en los conocimientos adquiridos previamente durante la revisión bibliográfica o las sesiones de mentoría.
5. Utilizar la “ludificación”, que se materializa en la obtención de un premio, como estrategia para aumentar la motivación de los estudiantes hacia la asignatura
6. Fomentar la creación de un equipo multidisciplinar de trabajo (PDI, mentores industriales, egresados del Grado en Ingeniería Química y estudiantes de segundo año de máster, mentores junior) que favorezca el aprendizaje de los estudiantes.
7. Fomentar las competencias transversales como: comunicación interpersonal, trabajo en equipo, presentaciones orales, creatividad y pensamiento estratégico, muy demandadas en el ámbito laboral propio del ingeniero químico.
8. Difundir la resolución de los retos entre todos los grupos de interés, estudiantes, empleadores y profesores.
9. Evaluar la metodología al final del proyecto en aras de la mejora continua.

Todo esto se concreta en los siguientes objetivos específicos:

Objetivo 1: Crear un panel de expertos constituido por mentores del ámbito industrial y mentores académicos.

Objetivo 2: Definir la estructura de varios retos relacionados con asignaturas del Máster en Ingeniería Química, con diferentes industrias del sector químico o medioambiental, enfocados a la consecución de distintos ODS.

Objetivo 3: Utilizar los recursos disponibles en la universidad para desarrollar la competencia de búsqueda/revisión bibliográfica.

Objetivo 4: Trabajar las competencias transversales “trabajo en equipo”, “creatividad” “autoaprendizaje” y “comunicación interpersonal”.

Objetivo 5: Utilizar la mentoría de los profesionales del ámbito industrial, así como las visitas a instalaciones químicas como herramienta de aproximación de los estudiantes

a la realidad industrial. Motivar a los estudiantes con el apoyo de estudiantes del máster del curso anterior.

Objetivo 6: Difundir los principios fundamentales que sustentan los ODS para que constituyan la fuerza motriz del desarrollo de la competencia “pensamiento estratégico” en la resolución de los retos.

Objetivo 7: Introducir al personal en formación en la actividad docente, mediante un proyecto de innovación con docentes experimentados, colaborando en tareas de supervisión de los estudiantes durante el desarrollo del reto.

Objetivo 8: Desarrollar cuestionarios de elección múltiple y de respuesta abierta que permita al profesor realizar evaluaciones formativas, y al alumno evaluar el nivel de logro alcanzado durante el desarrollo del reto. Ello se hará mediante la aplicación de acceso libre “Socrative”.

Objetivo 9: Desarrollar cuestionarios para que los estudiantes pueden evaluar la metodología seguida en la asignatura, para valorar sus puntos fuertes y débiles y establecer acciones de mejora. Para ello se hará uso de la herramienta de software libre “Kahoot” o “Socrative”.

En esta primera experiencia piloto se ha trabajado en los siguientes tres retos:

- Análisis de la recuperación de fósforo de aguas residuales urbanas para la producción de fertilizantes, como estrategia en el ámbito de la economía circular para convertir a las tradicionales depuradoras de aguas residuales en estaciones de recuperación de materiales, también denominadas biofactorías.
- Mejora de la sostenibilidad de la industria papelera, dado que se trata de un sector muy intensivo en el consumo de agua y energía.
- Reducción del consumo energético en la industria cementera, una de las más intensivas en lo que se refiere al consumo de energía. Este reto es el nexo común con el anterior proyecto de innovación educativa, planteado en el marco de cuarto curso de del Grado en Ingeniería Química, en el que participaron algunos miembros del equipo innovador (PDI, PAS y estudiantes).

Los tres retos tienen relación directa con varias asignaturas del MIQ-IP y un impacto claro tanto en los ODS 6 (“Agua limpia y saneamiento”), ODS 9 (“Industria, Innovación e Infraestructura”), ODS 12 (“Producción y consumo responsable”), y ODS 13 (“Acción por el clima”). Esta lista de retos no es fija, sino que puede variar en el desarrollo del proyecto en los subsiguientes años, puesto que depende de la disponibilidad de mentores y de los retos de interés que se hayan definido como estratégicos para las empresas en las que trabajan.

## 2. Objetivos alcanzados.

- ✓ **Objetivo 1:** Se ha alcanzado plenamente, ya que se ha configurado un panel constituido por profesionales de diversos sectores industriales en el ámbito de la Ingeniería Química, que han sido nombrados “Alumni mentores UCM” a propuesta de la Junta de la Facultad de CC. Químicas, y mentores académicos, profesores del MIQ-IP.
- ✓ **Objetivo 2:** Se ha alcanzado completamente ya que se han enunciado tres retos en el marco de asignaturas del MIQ-IP, con diferentes industrias del sector químico o medioambiental, enfocados a la consecución de distintos ODS relacionados con la protección del medio ambiente y el aprovechamiento máximo de los recursos naturales. El equipo que trabajaba en cada reto recibió el nombre de “Pt”, “W” o “V”, en honor a los únicos tres elementos de la tabla periódica descubiertos por científicos españoles.

### **Reto del equipo Pt: “Hablando del valor de las aguas residuales”:**

Análisis de la recuperación de fósforo de aguas residuales urbanas para la producción de fertilizantes, como estrategia en el ámbito de la economía circular para convertir a las tradicionales depuradoras de aguas residuales urbanas en estaciones de recuperación de materiales, a veces también denominadas biofactorías.

### **Reto del equipo W: “Hablando de sostenibilidad en industria papelera”**

El sector papelero es un sector muy comprometido con la sostenibilidad. Este compromiso con la sostenibilidad se articula a través de cuatro ejes de actuación: gestión forestal sostenible, proceso productivo eficiente y responsable, generación de riqueza y contribución a la calidad de vida y liderazgo en recuperación y reciclaje. El sector papelero es especialmente intensivo en el consumo de agua y energía.

### **Reto del equipo V: “Hablando de consumo energético en industria cementera”**

Mejora de la eficiencia energética en la industria cementera, una de las más intensivas en lo que se refiere al consumo de energía. Este reto es el nexo común con el anterior proyecto de innovación educativa, planteado en el marco de cuarto curso de del Grado en Ingeniería Química, en el que participaron algunos miembros del equipo innovador (PDI, PAS y estudiantes).

Los tres retos tienen relación directa con varias asignaturas del MIQ-IP y un impacto claro tanto en los ODS 6 (“Agua limpia y saneamiento”), ODS 9 (“Industria, Innovación e Infraestructura”), ODS 12 (“Producción y consumo responsable”), y ODS 13 (“Acción por el clima”).

- ✓ **Objetivo 3:** Se ha conseguido completamente, utilizando los recursos disponibles para realizar búsqueda/revisión bibliográfica en las ACTIVIDADES 1 y 2.
- ✓ **Objetivo 4:** Se ha conseguido plenamente, trabajando las competencias transversales “trabajo en equipo”, “creatividad” “autoaprendizaje” y “comunicación interpersonal”. Así por ejemplo en la ACTIVIDAD 0 se propone a cada grupo que se autodenomine mediante un acrónimo. El resultado de la votación realizada para determinar el acrónimo más popular se encuentra en el Anexo A.
- ✓ **Objetivo 5:** Se ha conseguido plenamente, puesto que se ha utilizado la mentoría de los profesionales del ámbito industrial en el ámbito de la problemática planteada para la

resolución de los retos. Así mismo se han realizado visitas a instalaciones químicas como herramienta de aproximación de los estudiantes a la realidad industrial, en concreto a la EDAR Sur del Canal de Isabel II - Getafe, a la cementera Portland Valderribas El Alto – Morata de Tajuña, y a las instalaciones de International Paper - Fuenlabrada. Por otra parte, la participación de estudiantes de segundo curso del máster ha fomentado la motivación de estudiantes de primer curso, mediante una mentoría entre iguales.

- ✓ **Objetivo 6:** Se ha conseguido plenamente, ya que se trataba de difundir los principios fundamentales sobre los que se sustentan los ODS, fuerza motriz del desarrollo de la competencia “pensamiento estratégico” en la resolución de los retos. Así, una vez generada la necesidad de resolución de los retos planteados, se eligió el acrónimo y se identificaron los ODS (e indicadores) en cuyo marco tenía cabida el reto, y una serie de palabras clave que facilitarían la búsqueda de información específica.
- ✓ **Objetivo 7:** Se ha conseguido plenamente, ya que en el desarrollo del proyecto de innovación ha participado personal docente e investigador en formación junto con docentes experimentados, colaborando en tareas de supervisión de los estudiantes durante el desarrollo del reto.
- ✓ **Objetivo 8:** Este objetivo está en desarrollo. Se han desarrollado cuestionarios de elección múltiple y de respuesta abierta preliminares. Con ellos, los profesores han podido realizar evaluaciones formativas, y los estudiantes autoevaluar su nivel de consecución de la resolución del resto alcanzado. Esto se ha realizado mediante la aplicación de acceso libre “Socrative”. En próximos proyectos, de ser concedidos, se implementará una librería de preguntas, base de cuestionarios en el Campus Virtual.
- ✓ **Objetivo 9:** Se ha conseguido plenamente. Se han confeccionado cuestionarios para que los estudiantes puedan evaluar la metodología seguida en la asignatura, y poder analizar sus puntos fuertes y débiles y establecer acciones de mejora. Aunque se propuso utilizar inicialmente la herramienta de software libre “Kahoot”, finalmente se ha realizado la encuesta mediante “Google Forms”, que permite que los estudiantes dispongan de más tiempo para responder los cuestionarios; en el anexo B se recogen los resultados. Como conclusiones, hay que destacar que las actividades mejor valoradas son las charlas ofrecidas por los servicios de Compluemprende, la Oficina de Prácticas y Empleo de la UCM y las visitas técnicas a las empresas. También recibe la máxima valoración la participación de los estudiantes de cursos anteriores en la metodología. En cuanto a las peores valoraciones, son las recibidas por la actividad de elaboración de un CV y aspectos tales como la programación temporal de la parte teórica y el desarrollo global del proceso de resolución del reto. En una futura convocatoria se han planteado acciones de mejora como, por ejemplo, tratar de proporcionar a los estudiantes las pautas para elaborar un buen CV y contar con la participación de los mentores para valorar los CV, o replantear la distribución temporal.

## 2. Metodología empleada en el proyecto.

La metodología está basada en la resolución de un reto por parte de los estudiantes, relacionado con una asignatura del MIQ-IP, en el marco de un proceso industrial químico o medioambiental, y estará relacionado con uno o varios de los ODS de la Agenda 2030.

El proceso de resolución del reto (resolución de una problemática relacionada con el sector químico) planteado a los estudiantes se ha configurado con los siguientes hitos:

- Fase 1: Estudio bibliográfico.
- Fase 2: Desarrollo de sesiones de mentoría con mentores industriales y académicos, con el apoyo de estudiantes de años anteriores asesorarán a los estudiantes de la asignatura EECl del año en curso durante el desarrollo del reto.
- Fase 3: Visita a instalaciones industriales.
- Fase 4: Elaboración de un informe final con la propuesta de solución del reto.
- Fase 5: Exposición pública. Los estudiantes deberán defender públicamente su propuesta de solución utilizando una presentación en Power Point, Prezi o similar.

Para este desarrollo se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- Tarea 1: Configuración del panel de expertos, con la participación de profesionales de PROQUICESA, ASPAPEL (Asociación Española de Fabricantes de Papel y Cartón), Canal de Isabel II, y profesores de la Unidad Docente de Ingeniería Química.
- Tarea 2: Formulación del enunciado de los retos a resolver, escenario inicial, variables, conclusiones esperables, cronograma de desarrollo, y seguimiento.
- Tarea 3: Aplicación del material desarrollado a la asignatura EECl. Para ello, se asignaron distintas tareas en cada reto a cada grupo de tres estudiantes, y se organizaron talleres y seminarios sobre distintas temáticas de interés para la resolución de los retos.
- Tarea 4: Mentoría de tutores académicos y mentores industriales.
- Tarea 5: Visitas a instalaciones industriales relacionadas con los retos a resolver, en este curso: fábrica de cemento Portland Valderribas “El Alto” – Morata de Tajuña, EDAR Sur del Canal de Isabel II – Getafe y la papelera International Paper – Fuenlabrada.
- Tarea 6: Generación de cuestionarios para el seguimiento de la actividad de los estudiantes.
- Tarea 7: Exposición pública de las conclusiones en cada uno de los retos propuestos.
- Tarea 8: Evaluación de la metodología.

#### 4. Recursos humanos.

La brecha de habilidades es determinante para la transformación de los estudios universitarios que deben alinearse a las necesidades del mundo laboral y no es debida ni a un único grupo de interés del proceso de aprendizaje universitario ni a un único factor, pero no hay consenso entre las universidades, estudiantes y empleadores sobre las habilidades necesarias para la vida laboral. Por otra parte, el perfil del estudiante universitario también ha cambiado, pertenecen a la llamada generación Z que adquieren conocimientos mediante un aprendizaje informal y que han pasado de ser consumidores de información, a productores de ésta, por lo que los métodos tradicionales de enseñanza-aprendizaje cada vez son menos atractivos y eficaces para ellos. El aprendizaje basado en retos y la mentoría combinados pueden ser una herramienta de gran utilidad para conseguir reducir esa brecha implicando a los diferentes grupos de interés, empleadores, profesores, egresados y estudiantes en la asignatura EECI del MIQ-IP. Con anterioridad a esta propuesta, el equipo de trabajo ha implementado previamente en el marco de varios proyectos de innovación educativa metodologías relacionadas con aula inversa, aprendizaje colaborativo y autoaprendizaje en distintas asignaturas, aprendizaje basado en el caso, y distintas estrategias sobre la adquisición y evaluación de competencias relacionadas con el desarrollo sostenible en el marco del Grado en Ingeniería Química. Para alcanzar el objetivo propuesto, se ha contado con mentores académicos, mentores procedentes del ámbito industrial, personal en formación, estudiantes de primer y segundo curso.

Responsable: Araceli Rodríguez Rodríguez – PDI Complutense (arodri@ucm.es).

Miembro: Naby Conte Erustes - PAS Complutense (nconte@ucm.es).

Miembro: Eduardo Díez Alcántara - PDI Complutense (ediezalc@ucm.es).

Miembro: José Galán del Álamo - PDI Complutense (jgalanal@ucm.es).

Miembro: Jose María Gómez Martín - PDI Complutense (segojmgm@ucm.es).

Miembro: Rubén Miranda Carreño - PDI Complutense (rmiranda@ucm.es).

Miembro: Francisco José Rojas Contreras - Estudiante (frojas02@ucm.es).

Miembro: Marcos Tierno Recio - Estudiante (mtierno@ucm.es).

Miembro: Santiago Turnay Álvarez - Estudiante ([sturnay@ucm.es](mailto:sturnay@ucm.es)).

Mentor PROQUICESA: Santiago Ramos Irala (iralasanti@gmail.com)

Mentor ASPAPEL: Rodrigo Álvarez (r.alvarez@aspapel.es).

## **5. Desarrollo de las actividades.**

En la jornada de bienvenida del MIQ-IP se configuraron grupos de trabajo dividiendo al total de estudiantes en tres grupos mediante el reparto de unas chapas identificativas correspondientes a los tres elementos químicos descubiertos por españoles “Pt”, “V” y “W” de manera que identificase a cada estudiante como miembro de un equipo de trabajo de un reto concreto en EECl (ellos a priori desconocían que cada elemento les “etiquetaba” como integrantes de los grupos de trabajo para la resolución de los retos).

En la primera sesión se realizó una breve presentación sobre la metodología de aprendizaje basado en retos (Anexo B).

Posteriormente, se conformaron grupos de trabajo de 3-4 personas para abordar el reto, dentro de cada uno de los tres grupos (“Pt”, “W”, “V”) de la primera sesión. En otras palabras, había varios grupos que trabajan simultáneamente pero de forma independiente en un mismo reto, lo que permite comparar enfoques diferentes de resolución de un mismo reto.

La primera actividad en cada grupo fue la búsqueda de un acrónimo por grupo de trabajo, procediéndose a la presentación de cada uno de los grupos, con sus acrónimos y su correspondiente justificación, votándose el acrónimo más popular (ludificación). En actividades posteriores, se les pidió identificar ODS involucrados en el reto y palabras clave para facilitar las búsquedas bibliográficas

En las siguientes sesiones, en el marco del mini simposio de la asignatura EECl, se realizaron distintas presentaciones sobre temáticas transversales:

### **Jornada 1: I+D+i en Ingeniería Química (15 de setiembre de 2022)**

16.00-16.15 h: Distribución de retos para el trabajo en días posteriores.

16:15-16:50 h: “Historia de la ciencia y la tecnología enfocada al campo de Ingeniería Química. Una introducción”. Miguel Ladero Galán (UCM).

17.00-17.35 h: “Planes Nacionales de I+D”, con especial énfasis en el campo tecnológico y científico más relacionado con la Ingeniería Química. Mercedes Oliet Palá (UCM).

17.45-18.20 h: “Planes Internacionales de I+D+I”. José Luis García López (CSIC).

18.30-19.00 h: “Interacciones en I+D+I entre el sector público y el sector privado”. José Luis García López (CSIC).

### **Jornada 2: Seminario sobre búsqueda bibliográfica y elaboración de documentos científicos (22 de setiembre de 2022)**

Se impartió un seminario sobre búsqueda en bases de datos científicas, tanto de artículos científicos (WoS, Scopus, etc.) como de documentos de patentes (OEPM, EPO, USPTO, etc.) y otro sobre recomendaciones prácticas en la elaboración de documentos científicos. Asimismo, se les presentó la Biblioteca de la Universidad Complutense y la gama de servicios que ofrece. El seminario fue impartido por Rubén Miranda.

### **Jornada 3: Presentación de retos y mentores industriales (29 de setiembre de 2022):**



- **Sostenibilidad en la producción de cemento:** Santiago Ramos Irala, PROQUICESSA.
- **Economía circular aplicada al tratamiento de aguas residuales urbanas:** Jose Galán del Álamo, INTECSA, Técnicas Reunidas. .
- **Sostenibilidad en la producción de papel:** Rodrigo Álvarez, ASPAPEL.

**Jornada 4: Seminario sobre cómo hablar en público y presentar trabajos de manera eficaz + reunión con los mentores industriales (6 de octubre 2022):**

16:00 – 17.30 h: Seminario sobre cómo hablar en público y presentar trabajos de manera eficaz, impartido por la Oficina de Prácticas y Empleo (OPE) de la UCM.

17.30 – 19.00 h: Reunión de los grupos de trabajo con sus mentores industriales.

**Jornada 5: Sesión informativa sobre las prácticas en empresas (curriculares y extracurriculares) + reunión con los mentores industriales (13 de octubre 2022):**

16:00 – 17.00 h: Sesión informativa sobre las prácticas en empresas dentro del máster, impartida por el coordinador de prácticas, José Manuel Toledo Gabriel.

17.00 – 19.00 h: Reunión de los grupos de trabajo con sus mentores industriales.

**Jornada 6: Visita a la EDAR Sur del Canal de Isabel II (Getafe) (3 de noviembre de 2022)**

Es la primera depuradora de aguas residuales urbanas a nivel nacional con un proceso de recuperación de fósforo para la producción de estruvita.

**Jornada 7: Visita a la fábrica de cemento de Portland Valderribas (18 de noviembre de 2022)**

La fábrica de cemento de Portland Valderribas “El Alto” (Morata de Tajuña) es una de las más grandes del sector.

**Jornada 8: Exposición y defensa de las soluciones a los retos planteados (25 de noviembre de 2022).**

Los estudiantes, de 10 a 13 h, presentaron la resolución a los retos empleados, lo que incluía una presentación oral, la presentación de un póster y/o un vídeo promocional de las empresas creadas.

**Jornada 9: Visita a International Paper (23 de febrero de 2023).**

Debido a la limitada disponibilidad de la empresa, no fue posible su visita antes de la exposición y defensa de las soluciones a los retos planteados. International Paper (Fuenlabrada) es una empresa de producción de papel reciclado referencia internacional en sostenibilidad a la que se le ha otorgado diferentes premios medioambientales. Utiliza 100% papel reciclado y 100% agua reciclada (agua regenerada) en su proceso.

**A continuación, se enumera la relación de actividades que se desarrollaron (a través de la herramienta Taller del Campus Virtual):**

### **ACTIVIDAD 0**

Configuración de los grupos de trabajo integrados por tres personas, pertenecientes a cada uno de los equipos "Pt", "V" y "W".

Envío, mediante la tarea, del nombre de dos compañeros pertenecientes al mismo equipo ("Pt", "V", "W") y la denominación del grupo de trabajo, así como su acrónimo (se valoró la originalidad en la elección de acrónimos o nombres relacionados con el reto).

### **ACTIVIDAD 1**

Enumeración de los ODS que están relacionados con el reto y los posibles indicadores de consecución de los ODS.

### **ACTIVIDAD 2**

Identificación de palabras clave y fuentes bibliográficas

- ¿Qué palabras clave has utilizado para la búsqueda de información?
- ¿Qué bases de datos o plataformas has utilizado para la búsqueda?

Envío a través del taller correspondiente de 5 referencias bibliográficas sobre el reto y subida en el foro de tu reto ("Pt", "V", "W") de una publicación que hayas encontrado y consideres fiable y valiosa (se abrieron tres foros uno por cada equipo "Pt", "W", "V").

### **ACTIVIDAD 3**

Elaboración de un CV (individual y ajustado a la realidad) para optar a un puesto de trabajo en el ámbito del reto de trabajo.

### **ACTIVIDAD 4**

Difusión de las soluciones a los retos planteados

1. Realización de un informe técnico.
2. Presentación oral en cada reto donde participaron todos los equipos. Cada equipo, coordinado con el resto de equipos del reto realizó una presentación con formato Pechakucha (20 transparencias con una duración cada una de 20 segundos, 6 minutos y 40 segundos por grupo), con 4 o 5 grupos por reto, 35 minutos máximo por reto + 2 minutos para **mensaje divulgativo**.

La elección del día de la presentación se realizó mediante un Doodle. El resultado fue asumido por todos los estudiantes, aunque no coincidiera con su selección. A priori, los días y horarios propuestos eran compatibles con el resto de las actividades programadas en el curso

\***Pechakucha**, deriva de un término japonés que significa “cháchara”, “cuchicheo” o “conversación” y fue originalmente creado por Astrid Klein y Mark Dytham de Klein-Dytham Architecture (KDa) en Tokio en 2003 como un punto de encuentro para jóvenes emprendedores donde pudiesen mostrar sus presentaciones en público e intercambiar opiniones.

### **Relación de preguntas guía en los retos:**

#### **Reto equipo Pt**

Hablando del valor de las aguas residuales...

- ¿Qué residuos en el tratamiento de aguas pueden aprovecharse?
- ¿Es valioso el fósforo (P)? ¿De dónde procede?
- ¿Qué problemas provoca en las depuradoras?

#### **Reto equipo V**

Hablando de consumo energético en industria cementera...

- ¿Qué son los derechos de emisión de CO<sub>2</sub>?
- ¿Qué proceso en la fabricación de cemento es el de menor rendimiento energético?
- ¿Como se puede mejorar la huella de carbono en industria cementera?

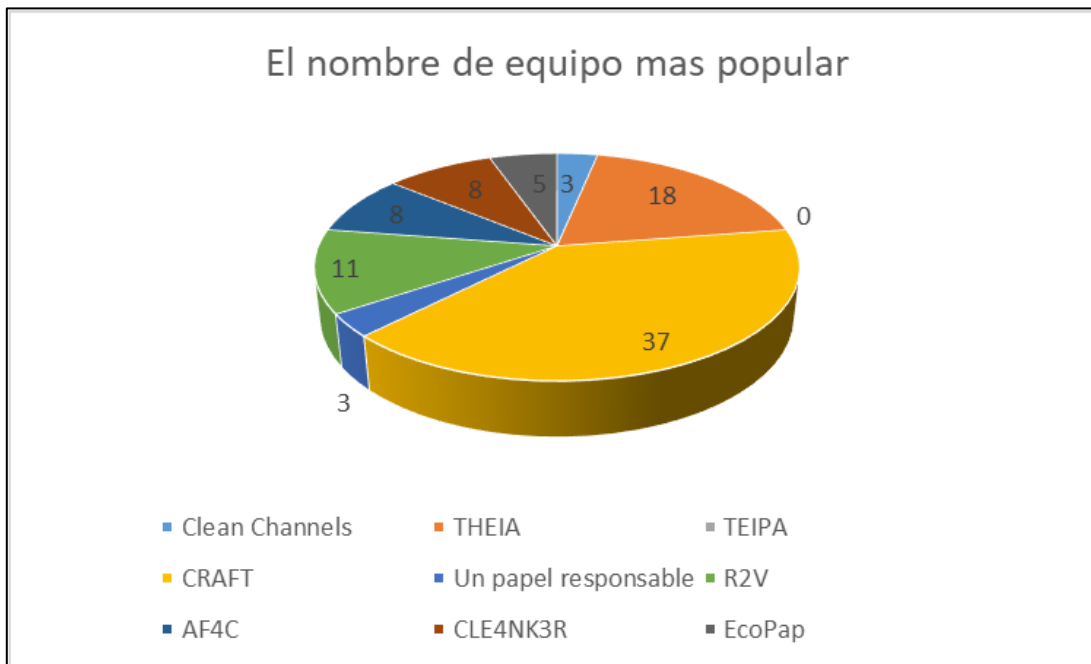
#### **Reto equipo W**

Hablando de sostenibilidad en industria papelera...

- ¿Cuáles son los principales contaminantes presentes en los vertidos de la industria papelera?
- ¿Cómo se recicla el papel?
- ¿Cuál es el consumo de agua por toneladas de papel producido?

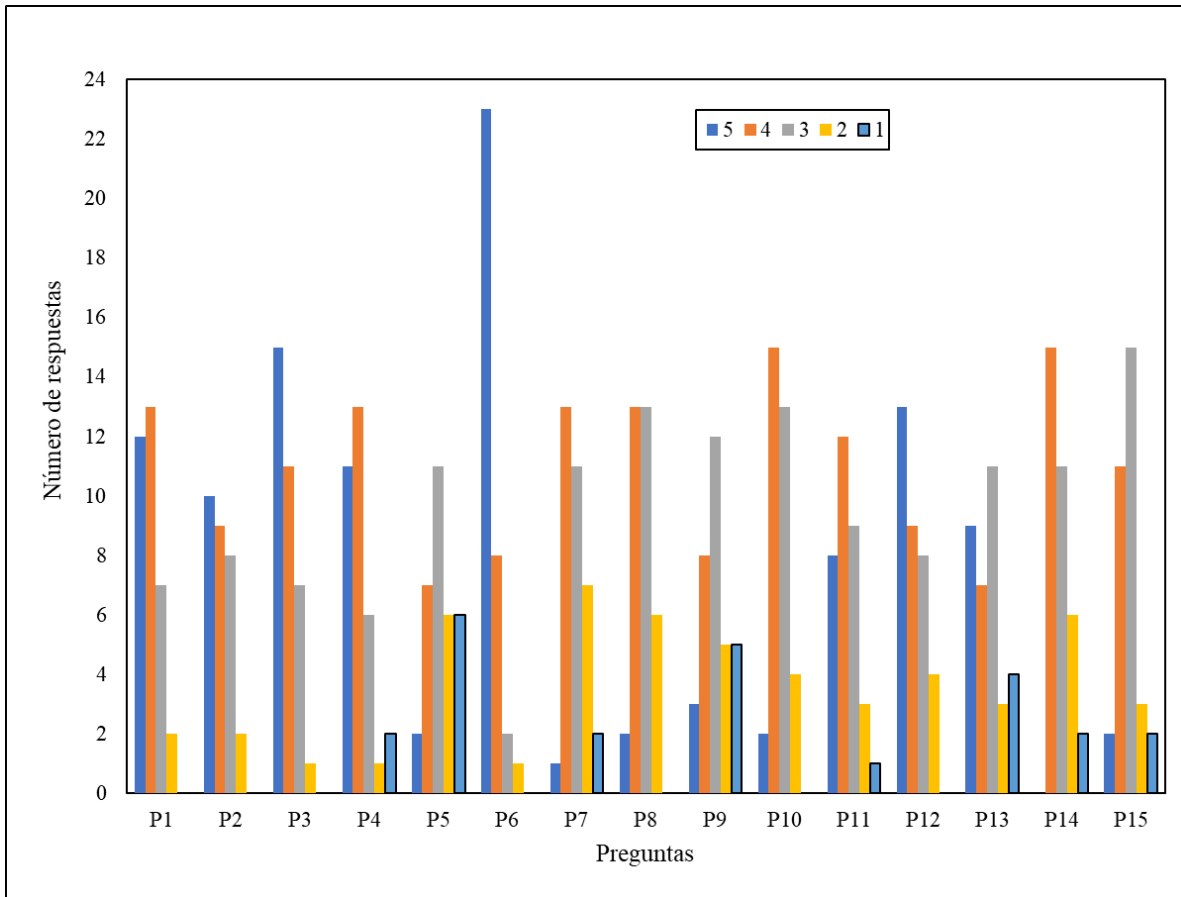
## 6. Anexos

### ANEXO A: Votación para elegir el acrónimo más popular



### ANEXO B: Encuestas de satisfacción a estudiantes (5 mejor puntuación)

Preguntas	Moda	Mediana
Las presentaciones de los mentores industriales.	4	4
La jornada del representante de Compluemprende.	5	4
La jornada de la representante de la Oficina de Prácticas y Empleo de la UCI	5	4
Las sesiones de mentoría con los mentores industriales.	4	4
La actividad de elaboración de un CV.	3	3
Las visitas técnicas a las instalaciones industriales de empresas.	5	5
El desarrollo de la jornada de presentación de retos/exposiciones.	4	3
El interés de los retos propuestos.	4	3
El esfuerzo necesario para completar el reto planteado.	3	3
El grado de aprendizaje alcanzado durante la resolución del reto.	4	4
El grado de implicación de los responsables del Proyecto de Innovación Doc	4	4
La participación de los estudiantes del Proyecto de Innovación Docente .	5	4
La ubicación temporal del desarrollo de la parte teórica de la asignatura.	3	3
La utilidad de la metodología empleada, aprendizaje basado en retos.	4	3
El desarrollo en su conjunto del proceso de resolución del reto.	3	3



### ANEXO C: Aprendizaje basado en retos

¿Qué es un reto? Se trata de una actividad, tarea o situación que implica al estudiante un estímulo y un desafío para llevarse a cabo.

El Centro de Investigación en Ingeniería VaNTH ERC, conformado por las Universidades de Vanderbilt, Northwestern, Texas, Harvard y MIT, implementó en el 2000 un conjunto de innovaciones educativas basadas fuertemente en dos aspectos: (1), un marco de referencia llamado “How People Learn” (HPL, Cómo Aprenden las Personas), y (2), un diseño instruccional conocido como “Software Technology Action Reflection Legacy Cycle” (STAR, Tecnología de Software para la Acción y Reflexión).

Es importante distinguir entre CBL o aprendizaje basado en retos (“Case-based learning”) y CBI o instrucciones basadas en retos (“Case-based instructions”). El primer método se emplea en ámbito no universitario y es secuencial; el segundo es característico del ámbito universitario y se desarrolla en una espiral continua.

Ambos métodos se desarrollan en tres fases: una fase preparatoria, donde se presenta el reto, se generan ideas y se trabaja con perspectivas múltiples; una fase de desarrollo y validación, de investigación, revisión y prueba de destrezas; y, por último, una fase de publicación/difusión de resultados. Un esquema del desarrollo de las tres fases se muestra a continuación:

## **Fase 1**

Fase 1.1: Presentación de la idea general, que ha de ser específica y orientada al estudiantado.

Fase 1.2: Planteamiento de la pregunta esencial a la que el reto debe dar respuesta.

Fase 1.3: Reto de solución con acción concreta y significativa.

## **Fase 2**

Fase 2.1: Generación por parte de los estudiantes, aunque de manera cooperativa y necesaria para el desarrollo de:

- Preguntas guía.
- Actividades guía.
- Recursos guía.

Fase 2.2: Solución que será un servicio producto útil para la comunidad.

Fase 2.3: Implementación, los estudiantes prueban la eficacia de la solución en su entorno.

Fase 2.4: Evaluación de los estudiantes del proceso y del producto.

Fase 2.5: Validación de la solución por parte de los estudiantes en función de la utilidad real y el conocimiento aportado.

## **Fase 3**

Fase 3.1: Publicación de la implementación, online con público.

Fase 3.1: Publicación reflexión sobre el aprendizaje con video abierto público y online.

Fase 3.3. Publicación del proceso con los resultados de las fases 1 y 2.

Los elementos que se integran en el marco propuesto por Apple para el Aprendizaje Basado en Retos son:

- Idea general: es un concepto amplio que puede ser explorado en múltiples formas, es atractivo, de importancia para los estudiantes y para la sociedad.
- Pregunta esencial: por su diseño, la idea general posibilita la generación de una amplia variedad de preguntas. El proceso se va acotando hacia la pregunta esencial que refleja el interés de los estudiantes y las necesidades de la comunidad.
- Reto: surge de la pregunta esencial, es articulado e implica a los estudiantes crear una solución específica que resultará en una acción concreta y significativa.
- Preguntas, actividades y recursos guía: son generados por los estudiantes, representan el conocimiento necesario para desarrollar exitosamente una solución y proporcionar un mapa para el proceso de aprendizaje.
- Solución: cada reto establecido es lo suficientemente amplio para permitir una variedad de soluciones. La solución debe ser pensada, concreta, claramente articulada y factible de ser implementada en la comunidad local.

- Implementación: los estudiantes prueban la eficacia de su implementación en un ambiente auténtico. El alcance de esta puede variar enormemente dependiendo del tiempo y recursos, pero incluso el esfuerzo más pequeño para poner el plan en acción en un ambiente real es crítico.
- Evaluación: puede y debe ser conducida a través del proceso del reto. Los resultados de la evaluación formal e informal confirman el aprendizaje y apoyan la toma de decisiones a medida que se avanza en la implementación de la solución. Tanto el proceso como el producto pueden ser evaluados por el profesor.
- Validación: los estudiantes juzgan el éxito de su solución usando una variedad de métodos cualitativos y cuantitativos incluyendo encuestas, entrevistas y videos. El profesor y expertos en la disciplina juegan un rol vital en esta etapa.
- Documentación y publicación: estos recursos pueden servir como base de un portafolio de aprendizaje y como un foro para comunicar su solución con el mundo. Se emplean blogs, videos y otras herramientas.
- Reflexión y diálogo: mucho del aprendizaje profundo tiene lugar al considerar este proceso, se reflexiona sobre el aprendizaje propio, sobre las relaciones entre el contenido, los conceptos y la experiencia e interactuando con la gente.