

**EI CHALLENGE BASED LEARNING EN LA
ASIGNATURA DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN
INGENIERÍAS: investigación sobre la metodología y la
implantación de un caso de estudio**

Autora: Paulina Alejandra Echeverría Paredes
Tutora: Dra. María Rosa Sanchidrián Pardo

Trabajo Final de Máster
2022/23

Máster Universitario en Docencia Universitaria

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Challenge Based Learning	4
2.2. Relación con otras metodologías	7
2.3. Beneficios y limitaciones de la metodología	9
2.4. Elementos base en el CBL	10
2.5. La evaluación en Challenge Based Learning	12
2.6. Aplicación de CBL en la Educación Superior	14
HIPOTESIS / OBJETIVOS	19
3. METODOLOGÍA	20
3.1. Muestra	20
3.2. Instrumentos	20
3.3. Implantación de la propuesta de innovación docente CBL.....	21
3.3.1. Planteamiento del reto	21
3.3.2. Fases o temporalización en la aplicación del reto	23
3.3.3. Evaluación del reto y su efectividad.....	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Reto planteado y desarrollo	28
4.2. Evaluación del desempeño de los estudiantes en el reto.....	31
4.3. Evaluación diagnóstica.....	33
4.4. Valoración del reto y su influencia en el proceso de enseñanza aprendizaje	35
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	40
6. CONCLUSIONES	45
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
8. ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparación entre metodologías formativas	8
Tabla 2 Beneficios y limitaciones del CBL.....	9
Tabla 3 Aplicaciones del CBL en la Educación Superior.....	16
Tabla 4 Aspectos del Sílabo de la Asignatura relacionados con el reto	22
Tabla 5 Características del reto planteado	29
Tabla 6 Resultados de la evaluación del desempeño de los estudiantes en el reto.	31
Tabla 7 Resultados de la evaluación diagnóstica planteada a los estudiantes	33
Tabla 8 Valroación del rendimiento académico, motivación, importancia y utilidad de la asignatura previa y posterior al desarrollo del reto planteado	35
Tabla 9 Resultados de la prueba T para muestras emparejadas para el rendimiento académico	36
Tabla 10 Resultados prueba T para muestras emparejadas para la motivación al CBL	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Challenge Based Learning, una metodología activa de aprendizaje....	6
Figura 2 Elementos principales del CBL	11
Figura 3 Etapas de desarrollo del Reto planteado	23
Figura 4 Cronograma de desarrollo del Reto planteado	30
Figura 5 Aspectos señalados como positivos sobre el reto realizado	38
Figura 6 Aspectos señalados como negativos sobre el reto realizado	39

1. INTRODUCCIÓN

La deserción y el bajo rendimiento académico son dos factores comunes en la Educación Superior en Ecuador. En carreras técnicas como ingeniería los índices de deserción representaron entre el 37% y el 67% en el 2018 (Meza et al., 2015; Ortiz et al., 2018; Verdesoto et al., 2018). Estos altos índices no solamente repercuten económicamente en el sistema educativo, como consecuencia de los costes hundidos de financiar una matrícula que no tiene éxito, sino que afectan directamente al empleo, a la economía y por supuesto, a las expectativas de los estudiantes y sus familias.

Aunque hay estudios que analizan las posibles causas, según Verdesoto et al. (2018) el factor socioeconómico del estudiante es el principal motivo de abandono, seguido del factor educativo, que incluye la organización del trabajo académico y la pertinencia del currículo universitario. Otros estudios anteriores (Baquerizo et al., 2014) constataron que una deficiente relación con los docentes y la baja motivación de los estudiantes por la carrera que estudian son algunas causas de las altas tasas de fracaso. Este último factor se corrobora en un estudio realizado en la Universidad de Cuenca, donde se indica que la primera causa de deserción en el curso de nivelación fue precisamente a que la carrera de estudio no fue su primera opción (Bravo et al., 2017), lo que pone de relieve la importancia de la motivación de los estudiantes para continuar sus estudios universitarios. Por ello, todos estos factores generan una falta de motivación en los estudiantes, que posteriormente se refleja en sus desempeños académicos o rendimientos y éxitos.

Las carreras de ingeniería, por su naturaleza, en el mundo no anglosajón, son comúnmente consideradas de una mayor complejidad, esto es debido a la alta carga de cálculos relacionados a las disciplinas de ciencias como matemáticas, física, química, entre otros; lo que también afecta directamente a la motivación de los estudiantes que ingresan a estas ramas del conocimiento, incluso afecta a quienes tienen notas altas de ingreso (Avendaño Rodríguez et al., 2020). Además, es por ello, que una baja proporción de estudiantes

optan por las ramas de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (STEAM por sus siglas en inglés); donde cabe señalar que las mujeres representan el 35% (según un informe de la UNESCO en 2019). La baja motivación hacia estas áreas por parte del sexo femenino está relacionada con la falta de referentes a seguir o una mala orientación en la educación secundaria o incluso, en la familia (Avendaño Rodríguez et al., 2020; Costa et al., 2020; Graves et al., 2017). Por ello, se puede concluir que es un factor determinante en el éxito académico de un estudiante; a una mayor idoneidad del grado, mayor motivación, se estudia más tiempo y el nivel del esfuerzo reporta el éxito en las actividades de aprendizaje.

Ya está aceptado en el mundo académico por los numerosos estudios y prácticas internacionales que la innovación educativa juega un importante papel en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en los resultados conseguidos. Un ejemplo es el proceso regulatorio europeo a través del marco legislativo de Bolonia en el que uno de los objetivos estableció el cambio de las metodologías utilizadas en el aula. Incluso, si se les pregunta a los estudiantes las estrategias que más les aportan o ayudan son aquellas en las que el docente emplea diferentes materiales durante la clase, o cuando propone situaciones o problemas innovadores que incentivan la curiosidad y creatividad frente a la clase magistral (Baquerizo et al., 2014; Bravo et al., 2017; Jiménez & Tapia, 2012; Sánchez et al., 2022).

Atendiendo a esta nueva necesidad que se repite igual en otros países, el objetivo de este trabajo de fin de máster es el estudio de una nueva metodología y evaluar que ocurre cuando se utiliza. Para ello, se ha definido la metodología y se aplicó en la Universidad de Cuenca, en el área de ingeniería, para mejorar el éxito académico de los estudiantes y a la vez, su motivación hacia la comprensión de los contenidos y, desarrollo de destrezas y habilidades tan necesarias en el mundo profesional. Por supuesto, en caso de demostrar ser una alternativa exitosa una de las conclusiones será que es necesario un plan en la Carrera de Ingeniería Industrial que promueva el uso de metodologías alternativas a las clases magistrales en todas las asignaturas y

asegurar una mejora en el éxito académico, en el rendimiento del estudiante y en su motivación.

Por lo antes descrito, tras analizar muchas metodologías innovadoras en el máster se propone aplicar la metodología Challenge Based Learning (CBL) o Aprendizaje Basado en Retos (ABR) porque permite al estudiante ser el protagonista de su aprendizaje y aplicar sus conocimientos en resolver problemas a los que se enfrenta actualmente la sociedad (Rodríguez-Borges et al., 2021). El profesor López-Fraile y su grupo de investigación, en su estudio encontraron que las tasas de evaluación, éxito y rendimiento académico pueden incrementar entre un 2 y 23 % cuando se emplea el CBL, debido a la influencia positiva sobre el aprendizaje que supone exponer a los estudiantes a situaciones muy próximas a la realidad social con la que conviven, en las que deben asumir riesgos y encontrar soluciones en entornos inciertos, donde no se conoce el resultado que se obtendrá (López-Fraile et al., 2021).

Además, esta metodología permite no solo aprender conocimientos técnicos sino dotarles de competencias transversales para su mejor desenvolvimiento en el entorno profesional. En su estudio, De La Cruz Velazco et al. (2022) señalan que las principales competencias que se pueden alcanzar al aplicar CBL están relacionadas a la creatividad, resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo colaborativo; a través de, un aprendizaje vivencial que motiva al estudiante y le genera un empoderamiento de su aprendizaje, todas ellas son competencias que aunque no estén reflejadas como tal en las guías de aprendizaje, se deben desarrollar para potenciar la empleabilidad de los estudiantes.

A pesar de que las ventajas del CBL son ya conocidas existen pocos reportes de la aplicación de esta metodología en Ecuador; y aunque existen experiencias en el área de ingeniería, no se encontraron aplicaciones específicas en el área de transferencia de calor (García Gómez et al., 2020; Willis et al., 2017). Esta asignatura se aborda en el segundo año de la carrera

de Ingeniería Industrial e involucra un alto dominio de cálculos matemáticos y conocimientos previos de ciencias de ingeniería como física, química y termodinámica, que puede resultar un desafío para algunos estudiantes. Considerando también que se trata de una asignatura de primeros niveles en la cual los estudiantes no logran identificar su aplicabilidad para la vida profesional.

Para el presente trabajo se formuló un reto sobre el consumo responsable de energía en la producción artesanal de ladrillos, aplicando los conceptos propios de la asignatura; y que de forma simultánea permita alcanzar competencias transversales. Al finalizar el desarrollo de éste, la fase de evaluación cobra un especial protagonismo para este trabajo inicial trabajo de investigación. Por ello se evaluará la influencia que esta metodología tuvo en motivación, aplicación de conocimientos y generación de competencias de los estudiantes que se han involucrado. Esperando determinar que el CBL es una metodología activa que los estudiantes prefieran como una alternativa a las clases magistrales y tradicionales de impartir los mismos conocimientos. Así como también, que la aplicación de esta propuesta dentro del aula tenga un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes y que fomente el aprendizaje colaborativo con una perspectiva social. Por todo ello, esto facilitará nuevos estudios y proyectos de investigación en el área de innovación educativa.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Challenge Based Learning

La metodología de Challenge Based Learning, CBL, nace como respuesta a la necesidad de crear formas más innovadoras de involucrar a los estudiantes con su aprendizaje. Las demandas de un mundo globalizado están en constante cambio y evolución, por lo que se requiere que las metodologías educativas se ajusten a estos cambios y den una respuesta oportuna. A la par, los docentes deben estar en continua formación para afrontar esos desafíos, utilizando estrategias pedagógicas globales que mejoren los resultados y

despierten el interés de los estudiantes en su impacto como profesionales en un futuro (Membrillo-Hernández et al., 2021).

Uno de los orígenes del CBL se remonta a 2008 a través del proyecto llamado “Apple Classrooms of Tomorrow – Today (ACOT2)”, en el cual se desarrolló por primera vez el concepto de CBL. Una metodología que provee una nueva oportunidad de crear un proceso de aprendizaje auténtico que desafíe a los estudiantes para crear soluciones para su entorno (Apple Inc., 2008).

De forma similar también en el Centro de Investigación en Ingeniería VaNTH ERC¹, plantearon una metodología muy parecida, el Challenge Based Instruction (CBI), centrada en el estudiante y que establece un trabajo colaborativo donde se resuelve un reto y, a través de la generación de ideas plantean los estudiantes una solución sin apenas la intervención académica directa del profesor (Fidalgo-Blanco et al., 2017).

El CBL toma su base en metodologías antes empleadas en los procesos de enseñanza, como el aprendizaje basado en problemas (ABPrb), en el cual los estudiantes realizan un diseño, investigación o diagnóstico de un problema y el aprendizaje se alcanza cuando se busca la solución y se presenta a la clase donde se recibe un feed-back por parte del profesor experto en la materia. Sin embargo, la gran diferencia es que el CBL añade a esta experiencia los desafíos de aprendizaje aplicados no sólo a la materia sino también a la sociedad con la que convive el estudiante, dirigiéndolos hacia la sostenibilidad de una solución que le convierte en un agente transformador del cambio y su desarrollo en un espacio de tiempo determinado (Malmqvist et al., 2015).

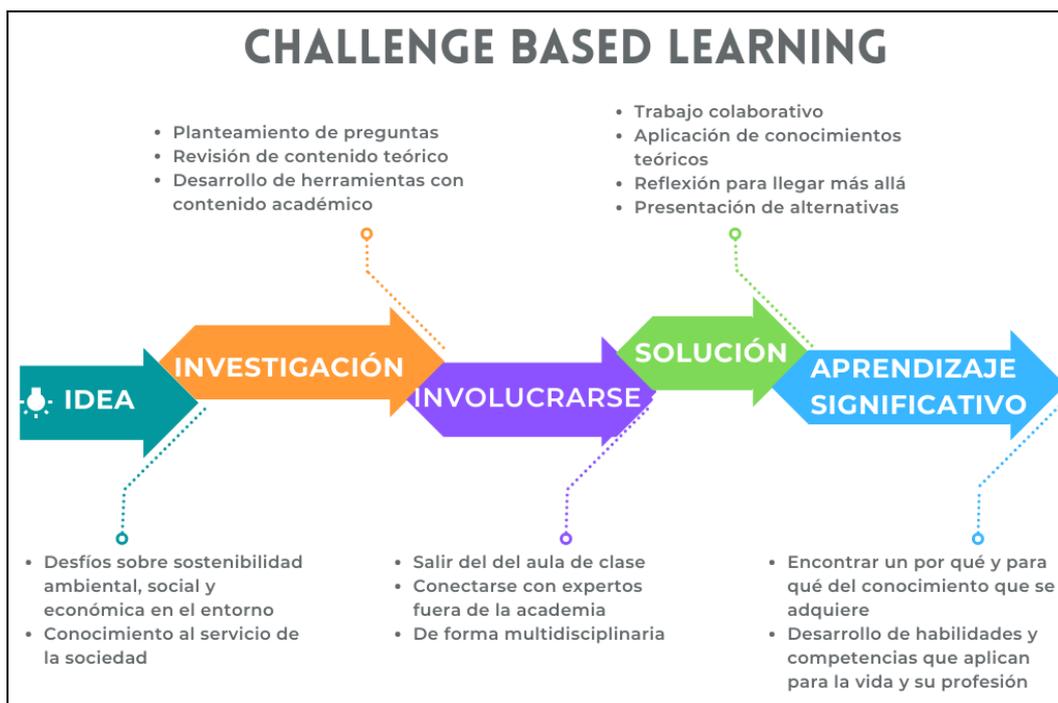
Esto implica que el CBL es una metodología que emplea un enfoque multidisciplinario que despierta el interés de los estudiantes al motivar la resolución de problemas reales de un entorno que es conocido y en el que

¹ Integrado por las universidades de Vanderbilt, Northwestern, Texas, Harvard y el Massachusetts Institute of Technology (MIT)

tienen que investigar. En la Figura 1 se muestra un esquema que resume la metodología CBL.

Figura 1

Challenge Based Learning, una metodología activa de aprendizaje



Fuente: Elaboración propia

Se ha considerado una estrategia de trabajo colaborativo en la que los estudiantes tienen la posibilidad de trabajar en equipos multidisciplinarios donde se involucra a docentes y otros expertos para trabajar en formular una solución común y donde comparten investigación, conocimientos y competencias. Su aplicación conlleva al desarrollo del aprendizaje desde el aspecto cognitivo hasta las teorías constructivista y sociocultural porque el aprendizaje es activo y vivencial (Apple Inc., 2008; Leijon et al., 2021). Las experiencias de aprendizaje que aplican el enfoque de CBL involucran la identificación, análisis y diseño de una respuesta o solución para un problema de sustentabilidad ambiental, social o económica de su entorno (Malmqvist et al., 2015).

Como se señaló previamente, esta metodología basa su desarrollo en el trabajo colaborativo, pero no solo desde un enfoque entre estudiantes o con el

docente de la asignatura, esta metodología involucra también a varios expertos en los temas a abordar de manera que la innovación pedagógica es más profunda y exige una gran coordinación. A título de resumen, para el planteamiento del desafío o reto se propone a los estudiantes una idea general o principal, sobre la cual los estudiantes pueden discutir y definir la temática a resolver. Al finalizar el reto se evalúan las soluciones planteadas por los estudiantes (Conde et al., 2017).

La experiencia es usualmente multidisciplinaria, ya que en la sociedad actual los desafíos que se enfrentan no pueden ser resueltos por un solo individuo, se requiere un enfoque colectivo y de cooperación entre los diferentes actores, como las Instituciones de Educación Superior, el sector privado y el sector público; bajo este enfoque los estudiantes deben estar preparados para afrontar estos nuevos desafíos y ser capaces de trabajar de forma colaborativa (Malmqvist et al., 2015).

2.2. Relación con otras metodologías

Actualmente el CBL es una metodología innovadora y pedagógica reconocida de aprendizaje activo por sí misma y diferenciada de otras; sin embargo, está directamente ligada a otras de aprendizaje vivencial como el aprendizaje experimental o aprendizaje por indagación; por lo tanto, resulta como una combinación de la interacción social y la adquisición de conocimientos (Gallagher & Savage, 2020). En todos estos enfoques el objetivo no es resolver una propuesta determinada sino que esta sea usada como un instrumento para alcanzar el aprendizaje, en ocasiones la solución del problema planteado podrá ser implementada o podría ser una propuesta de solución (González Galindo et al., 2019; Rodríguez-Borges et al., 2021).

Al ser una metodología activa e innovadora se distancia de los métodos de enseñanza tradicionales como la clase magistral que es la metodología que se incorpora con mayor peso en esta universidad pública; por esa razón, hemos incorporado a este trabajo el análisis de las principales diferencias que son presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1
Comparación entre metodologías formativas

Challenge Based Learning (CBL)	Clase magistral
El estudiante está en el centro y es protagonista	El docente es el centro y protagonista
Prioriza el aprendizaje	Prioriza la enseñanza
El estudiante es responsable de su aprendizaje y trabaja de forma autónoma	El aprendizaje se realiza solamente en presencia del docente y en las horas de estudio.
Fomenta el aprendizaje colaborativo	El aprendizaje es individual
Permite tener un aprendizaje multidisciplinario en varias temáticas	El aprendizaje se limita a los conceptos impartidos por el docente
Permite el desarrollo de competencias generales y específicas, así como habilidades	Se basa solamente en el aprendizaje memorístico de los conocimientos
Se desarrolla con agentes externos al proceso de enseñanza aprendizaje, pudiendo involucrar a otros docentes, expertos de fuera de la Universidad o representantes de la sociedad	Se desarrolla únicamente entre el docente y los estudiantes
No se enfoca en el producto final sino que el proceso es igual de importante para el desarrollo de competencias	Se enfoca en la repetición y memoria de las temáticas
Se enfoca en problemas reales del entorno, generalmente relacionados a sustentabilidad, que requieren de una solución	No relaciona los conceptos con las necesidades de la sociedad
Requiere mayor compromiso de estudiantes y docentes	La preparación de clases requiere menor tiempo

Fuente: Elaboración propia

Después de este análisis de diferencias, en ocasiones, el término CBL se confunde con otras metodologías como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABPrb) o el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPry) ya que las tres metodologías se corresponden a metodologías activas y de trabajo colaborativo.

Sin embargo, la mayor diferencia que se encuentra entre ellos es el enfoque, mientras que el CBL abarca una temática general amplia, el ABPrb y

ABPry se desarrollan en función de un proyecto o problema muy específico que tiene una solución única. En CBL lo más importante es el proceso de construcción de la propuesta y las competencias que se adquieren en este proceso. De esta manera se puede concluir que los autores consideran que es un método relevante que tiene su propia naturaleza y que genera oportunidades en el proceso de aprendizaje por el efecto positivo en la motivación, en el rendimiento académico y en la tasa de éxito.

2.3. Beneficios y limitaciones de la metodología

El CBL se ha convertido en la actualidad en las áreas de ingeniería en una estrategia versátil dentro del aula de clase, y se ha probado, como se ha descrito anteriormente, que aporta algunos beneficios, sin embargo, también puede tener limitaciones en su ejecución, tal y como hemos querido mostrar en la elaboración de la Tabla 2.

Tabla 2

Beneficios y limitaciones del CBL

Beneficios	Limitaciones
Aprendizaje multidisciplinario y posibilidad de establecer redes con personas en la industria	Los desafíos o retos que involucran a actores externos pueden ser más complejos de organizar y se pueden requerir de recursos fuera de la Universidad
Desarrollo de competencias generales como trabajo colaborativo, expresión oral y escrita, solución de problemas, pensamiento crítico, ética, entre otras.	Las competencias a alcanzar con el reto deben estar establecidas al inicio y el proceso de evaluación debe estar acorde a ellas.
Desarrollo de competencias específicas como habilidades técnicas, la aplicación de conocimientos en un ambiente real, alcanzar un aprendizaje más profundo de los temas y desarrollar un pensamiento innovador	Los retos muy generales pueden alejarse de los temas que deben ser revisados en la asignatura
Aprendizaje para diagnosticar y definir problemas, y proponer soluciones creativas	La incertidumbre puede afectar a las actividades planificadas y a los procesos de evaluación

Acercamiento de los estudiantes a la realidad de su comunidad	Los retos no siempre pueden ser fácilmente adaptados a un contexto específico de una asignatura
Incrementa la responsabilidad de los estudiantes hacia su aprendizaje y los conecta con el ámbito profesionalizante	Falta de indicadores para medir la percepción de los estudiantes a esta metodología
	Implica una mayor dedicación de tiempo de docentes y estudiantes ya que requiere una mayor coordinación de actividades

Fuente: Elaboración propia partiendo de Conde et al., 2021; Gallagher & Savage, 2020; González Galindo et al., 2019; Membrillo-Hernández et al., 2021.

En este análisis se puede destacar que la principal ventaja del CBL radica en el enfoque integral de aprendizaje, el estudiante tiene la oportunidad no solo de adquirir los conocimientos técnicos que requiere sino de desarrollar competencias que son complementarias a su formación, y que le serán de mucha utilidad en su ejercicio profesional. Sin embargo, para poder obtener resultados positivos se requiere el compromiso de los docentes, la implementación de este tipo de metodologías requerirá mayor tiempo en la formulación y el desarrollo, además de la coordinación de varias áreas de conocimiento para poder darle el carácter multidisciplinario que requiere tal y como muestran los autores.

2.4. Elementos base en el CBL

Una vez analizadas las oportunidades es importante destacar cuales son los elementos clave para que pueda aplicarse el CBL en una asignatura universitaria. Desde el origen, los elementos principales que según Apple Inc. (2008) se deben considerar al momento de realizar el CBL parten desde una idea general hasta el planteamiento de la solución y la posible implementación, estos se presentan en la Figura 2.

Figura 2

Elementos principales del CBL



Fuente: Elaboración propia

Cada uno de estos elementos pueden ser definidos según De La Cruz Velazco et al., 2022; Fidalgo-Blanco et al., 2017; López-Fraile et al., 2021 y Rodríguez-Borges et al., 2021 como se indica a continuación:

- **1º fase: La gran idea:** en esta etapa se deberá establecer el problema general que se desea abarcar con una condición clave y es que debe ser de interés para los estudiantes y la sociedad. En este caso, forma parte del alcance del proyecto que incorpora una temática concreta relacionada con los ODS.
- **2º fase: Preguntas esenciales:** en esta fase se inician los debates y de esta forma posibilitan formular varias preguntas para delimitar la idea general. El profesor participa atendiendo al modelo del observador y con un proceso establecido de preguntas abiertas que facilite esa discusión.
- **3º fase: El reto:** se plantea como resultado del debate anterior y guía a los estudiantes en la solución que deberá plantearse.
- **4º fase: Preguntas guía, actividades guía y recursos:** en esta etapa los estudiantes plantean su estrategia, definen la información que requieren para llegar al planteamiento de una solución innovadora y realista, considerando los recursos que tienen disponibles.

- **5º fase: Solución:** es la respuesta que los estudiantes dan al reto, deberá ser factible y concreta, puede ser sujeta o no a implementación.
- **6º fase: Evaluación:** tiene por objetivo constatar los resultados del reto en términos de aprendizaje.
- **7º fase: Publicación:** último momento donde los estudiantes comparten las soluciones planteadas provocando un aprendizaje por pares y facilita que el profesor o los expertos generen oportunidades para reflexionar en conjunto.

Con base en las aportaciones de estos referentes en investigación en el área se considera que, al igual que cualquier otra metodología, la evaluación es un proceso común. Sin embargo, se identifican 3 grandes etapas muy claras en el protocolo de implementación de la metodología. Una primera donde se plantea el reto con los estudiantes y en la que el profesor tiene un papel activo en la explicación de las dinámicas y en conjunto se genera el marco de conocimiento en el que se va a trabajar. Una segunda etapa, donde directamente los estudiantes son los protagonistas de su aprendizaje; y finalmente, una tercera de evaluación del aprendizaje adquirido, tanto en conocimientos como en competencias y habilidades.

2.5. La evaluación en Challenge Based Learning

El CBL al ser una metodología innovadora dentro del entorno del aula y como tal, no puede ir acompañada de las técnicas tradicionales de evaluación, sino que deberían adaptarse nuevos procesos más integrales (Fidalgo-Blanco et al., 2017). Por ello, se deberían considerar los dos aspectos de la evaluación, la evaluación formativa y la sumativa. Ambas en una metodología innovadora que debería acompañar todo el proceso de aprendizaje y estar enfocadas de forma individual por un lado y con una evaluación de equipo. Por ello Gallagher y Savage mencionan que se deberá tener en consideración la atención que cada uno de los estudiantes desarrolla y como se implica en el reto, la participación en todo el proceso y la intervención de cada estudiante a

la hora de participar, investigar, responder y presentar (Gallagher & Savage, 2020).

De manera formal, no se ha encontrado en el análisis bibliográfico todavía, una guía definida con las rúbricas para la evaluación en esta metodología CBL, sin embargo los principales autores que la han trabajado proponen sus propias rúbricas dándole importancia a indicadores cualitativos y cuantitativos (Auer & Centea, 2021; Gallagher & Savage, 2020; Membrillo-Hernández et al., 2021; Membrillo-Hernandez & Garcia-Garcia, 2020; Piferrer, 2018; Serna M., 2021).

Si las técnicas tradicionales de evaluación considerarían únicamente la evaluación del resultado final, en CBL esto no permitiría un proceso de evaluación ajustado a la curva de aprendizaje y motivación del estudiante donde la participación de cada estudiante es esencial en el proceso de autonomía (Conde et al., 2017). Por lo cual, se deberá considerar no solamente el conocimiento alcanzado de la asignatura sino también las habilidades, destrezas, competencias y actitudes desarrolladas por el estudiante en las diferentes etapas y que son las que permiten valorar su evolución.

La evaluación además podrá incluir otros actores involucrados en el reto, y no podrá ser de ninguna forma rígida podrá irse cambiando a medida que avanza el desafío (Membrillo-Hernández et al., 2021). Por esa razón, este mismo autor señala que no se puede dejar de lado las tres funciones de la evaluación:

- **Evaluación diagnóstica:** su función es determinar cuánto conoce el estudiante del tema previo al inicio del trabajo.
- **Evaluación formativa:** acompaña el proceso de aprendizaje y permite al docente realizar los cambios que sean pertinentes según el desarrollo del reto.
- **Evaluación sumativa:** generalmente se aplican al final del proceso de aprendizaje y consiste en calificar o asignar un valor numérico al trabajo desarrollado.

Una evaluación integral del CBL no estaría completa si no se incluyen la coevaluación y la autoevaluación dentro del proceso (Serna M., 2021). Si bien estas dos técnicas requieren una capacitación previa a los estudiantes con el fin de disminuir las subjetividades, facilitan al docente tener una visión más holística del propio proceso de aprendizaje y del aprendizaje experiencial desarrollado por el o la estudiante.

En la autoevaluación cada estudiante podrá identificar los aspectos que puede todavía mejorar en su proceso de aprendizaje, así como ser crítico y reflexivo en los conocimientos que pudo alcanzar en la actividad. En la coevaluación los estudiantes podrán reflexionar sobre el trabajo en equipo realizado, valorarán aspectos como la asistencia a reuniones, las ideas compartidas, el aporte al trabajo final, el funcionamiento como grupo y la contribución de cada uno (Piferrer, 2018).

Por todo ello, se puede concluir que el proceso de evaluación implica una dificultad en el método si se compara con la evaluación de la tradicional clase magistral. Por un lado, se involucran 3 procesos de evaluación que conviven y conforman la evaluación final, y por otro, hay que fijar indicadores cualitativos y cuantitativos. Por último, responde a un proceso mucho más largo que a un examen tradicional. Todo ello impondrá que el profesor deberá dedicar más tiempo a este proceso con una reflexión previa para elaborar la rúbrica y también una formación apropiada para el estudiante.

2.6. Aplicación de CBL en la Educación Superior

Si bien el uso de retos o desafíos no es nuevo dentro de la enseñanza, la estandarización de la metodología como CBL, y por tanto la investigación entorno a sus ventajas y desventajas o aplicación es relativamente nueva en las teorías del aprendizaje. La falta de una definición clara o de una conceptualización ha prevenido al sistema educativo de tener datos que sustenten su beneficio en la Educación Superior hasta los últimos años (Gallagher & Savage, 2020).

No obstante, el uso del CBL se alinea con los objetivos planteados para la Educación Superior en el siglo XXI:

- Permite la adquisición de competencias transversales, genéricas y específicas; sobre todo, aquellas relacionadas con los procesos de indagación e innovación, que posteriormente son esenciales para la vida profesional.
- Fomenta la relación entre la academia y la industria, vinculación que es crucial o vital para promover los avances tecnológicos y de innovación que se requieren para resolver los problemas de sustentabilidad actuales de la sociedad.
- Permite también a los estudiantes tener acceso a situaciones y contextos que actualmente enfrentan los actores no académicos de los sectores públicos y privados (De La Cruz Velazco et al., 2022; Gallagher & Savage, 2020).

Por todas estas causas es importante que las Instituciones de Educación Superior (IES) estudien cómo pueden implementar esta metodología a nivel curricular dentro de la formación profesional y sobre todo que definan claramente cómo evaluarlas para asegurar una implementación permanente en la formación. La creación de congresos de innovación sería una excelente forma para que esta metodología se adquiriera en ingenierías en Ecuador con el prestigio que ya tiene en Europa.

Esta metodología se ha comenzado a aplicar en las IES en carreras de medicina, ingeniería, arquitectura, psicología, sociología, entre otras, desde hace varios años. Algunos casos de aplicación abarcan desde el área de robótica, diseño de carros de carreras con combustibles renovables, el diseño de dispositivos mecánicos en 3D, hasta el diseño de satélites (Willis et al., 2017). En la Tabla 3 se muestran algunos ejemplos:

Tabla 3
Aplicaciones de CBL en la Educación Superior

Reto planteado	Participantes	Resultados principales	Institución de Educación Superior	Fuente
<p>Se plantearon 3 desafíos:</p> <p>1. Rube Goldberg: Diseñar e implementar de un dispositivo para lanzar una pelota de ping pong usando materiales de casa.</p> <p>2. Mini Drag Racing: Diseñar y construir un carro que recorra un circuito en el menor tiempo posible.</p> <p>3. Cable Car: Diseñar y construir un teleférico usando el software CAD e impresión 3D.</p>	<p>Estudiantes del primer semestre de los programas de ingeniería, en la asignatura de Introducción a la ingeniería.</p>	<p>El 93% de los estudiantes indicaron que disfrutaron el desafío, el 94 % lo consideran una experiencia de aprendizaje innovadora y el 82% lo recomendarían</p> <p>La evaluación se realizó en desempeño, calificación final y satisfacción de los estudiantes</p> <p>Competencias: trabajo colaborativo y curiosidad intelectual</p>	<p>Tecnológico de Monterrey, México</p>	<p>(Lara-Prieto et al., 2023)</p>
<p>Proyecto I-week: Programación y diseño de vuelo de vehículos de antena no tripulados.</p>	<p>Estudiantes de ingeniería: 15 del 6to y 9no semestre de Ingeniería en Mecatrónica y 1 del 7mo semestre de Sistemas Digitales y Robótica.</p>	<p>Todos los estudiantes se involucraron. El 93.7% mencionaron que pudieron aprender conceptos nuevos a través de la actividad y que podrán emplear lo aprendido a la solución de problemas en escenarios diferentes a los del reto.</p>	<p>Tecnológico de Monterrey, México</p>	<p>(Félix-Herrán et al., 2022)</p>
<p>Se plantearon 6 desafíos en la grande, pequeña y micro empresa relacionados a entender la Industria 4.0 en la gerencia de operaciones y la generación de soluciones para aplicación</p>	<p>Estudiantes del Segundo año del Módulo de Gerencia de Operaciones en el periodo Septiembre 2019 a Mayo del 2020, con un total de 302 participantes en equipos entre 5</p>	<p>Los estudiantes indicaron que la interacción con expertos de la industria les permitió entender de mejor manera la tarea, poder aclarar ideas y tomar mejores decisiones. Pudieron desarrollar pensamiento</p>	<p>Lincoln International Business School, Reino Unido</p>	<p>(Vilalta-Perdomo et al., 2022)</p>

industrial	y 8 integrantes	crítico en alcanzar el aprendizaje de estrategias en el planteamiento de soluciones a problemas. Los inconvenientes encontrados fueron que debieron ser más organizados al inicio del trabajo, tener mejor comunicación y manejo del tiempo. De forma general todos calificaron de positiva la experiencia, única y profesional.		
Greentech Challenge Desarrollo de una aplicación fácil de usar para que los consumidores puedan conocer el impacto climático de un producto en su origen y cadena de valor, así como la huella de carbono para crear conciencia sobre un consumo sostenible		La principal dificultad encontrada fue la falta de información y conocimiento sobre la programación de aplicaciones, pero los estudiantes mostraron un alto nivel en el manejo del proyecto, creatividad y presentación de resultados.	Graz University of Technology Austria	(Woschank et al., 2022)
Proyecto i-Semestre Desafío sobre sistemas electrónicos para automóviles, fue definido por ingenieros de la industria automotriz y los miembros de la Universidad. Se plantearon 4 retos que involucraron el diseño de prototipos.	Se desarrolló en los semestres desde septiembre 2017 hasta febrero 2020 con estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Sistemas digitales y robótica, Ingeniería Biomédica e Ingeniería en Innovación. Participaron 55 estudiantes en grupos de 3 o 4 integrantes	Se observó un mejor desempeño académico en los grupos inscritos en el programa basado en CBL que en los grupos que siguieron la metodología de clase tradicional.	Tecnológico de Monterrey, México	(Dieck-Assad et al., 2021)
Evaluar una propuesta para un nuevo empaque estacional a través de una experiencia sensorial para lanzar al mercado según las cuatro estaciones del año	Estudiantes de los últimos semestres de la carrera de Ingeniería Industrial en la asignatura de Diseño operacional y Laboratorio de optimización.	La metodología fue bien aceptada, los estudiantes demostraron alcanzar las competencias generales y específicas planteadas.	Tecnológico de Monterrey, México	(Gutiérrez-Martínez et al., 2021)
El reto consistió en la	Estudiantes de la asignatura de	Todos los estudiantes lograron	Universidad	(Rodríguez-

construcción de una máquina para el reciclaje de material plástico.	Resistencia de materiales de producción	culminar el reto. Los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura pudieron ser comprendidos con esta metodología	Técnica de Manabí – Ecuador	Borges et al., 2021)
Semestre ASCENDERE con su modelo Cátedra Integradora. El reto planteado a los estudiantes fue tomar muestras de sedimentos y analizarlas con la finalidad de identificar los minerales presentes en ellas.	45 estudiantes del segundo ciclo de Ingeniería en Geología divididos en 9 grupos	Todos los estudiantes participaron y tuvieron la oportunidad de aplicar lo visto en clases. La motivación fue un factor determinante para completar la tarea	Universidad Técnica Particular de Loja – Ecuador	(Manrique & Sanmartín, 2019)

Fuente: Elaboración propia

En los estudios de años recientes se pudieron encontrar varias experiencias que demuestran la efectividad de la aplicación de CBL. En ellos se reporta la alta satisfacción y motivación de los estudiantes con la metodología; así como, los resultados de las competencias generales y específicas alcanzadas. Se puede observar también en la Tabla 3, que el Tecnológico de Monterrey presenta varios casos exitosos de aplicación, lo que demostraría que el apoyo institucional es crucial para la exploración y uso de esta metodología. Y se reafirma que el CBL ha sido empleado principalmente en las áreas relacionadas a tecnología.

HIPOTESIS / OBJETIVOS

El presente proyecto de fin de máster pretende conocer cómo influye la metodología Challenge Based Learning en tres dimensiones:

- La motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje cuando se utilizan metodologías activas, se considera que será positiva para la mayoría de los estudiantes.
- La eficacia del proceso de enseñanza cuando se emplea una metodología como el CBL con respecto a un aprendizaje tradicional, se considera que mejorará las calificaciones de los estudiantes y por tanto, mejora el sistema económico de la universidad dado que existirán menos abandonos.
- La aplicabilidad del CBL para adquirir conocimientos y competencias con una mayor visión global por parte de los estudiantes en la asignatura de Transferencia de calor del Cuarto Semestre de la Carrera de Ingeniería Industrial, se considera que sí es posible el uso de esta metodología en asignaturas de este tipo y en estas carreras del área de STEAM.

Objetivos:

General:

Aplicar la Metodología Challenge Based Learning en el curso de Transferencia de Calor de la Carrera de Ingeniería Industrial para comprobar

que es una metodología alternativa a las tradicionales que provoca mejores resultados.

Específicos:

- Definir y planificar por parte del docente un reto basado en alguno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos por Naciones Unidas relacionado con los resultados de aprendizaje de la asignatura de Transferencia de calor.
- Desarrollar el reto planteado con los estudiantes del cuarto nivel de la Carrera de Ingeniería Industrial.
- Evaluar la influencia de la metodología Challenge Based Learning en la motivación, aplicación de conocimientos y competencias alcanzadas por los estudiantes.
- Medir los resultados con herramientas cualitativas y cuantitativas infiriendo las conclusiones.

3. METODOLOGÍA

3.1. Muestra

Este reto fue planteado para los 32 estudiantes matriculados en la asignatura de Transferencia de calor en la carrera de Ingeniería Industrial. En el análisis de resultados se incluye también un contraste con el mismo grupo de estudiantes, ya que durante la primera mitad del semestre se aplicó una metodología tradicional, y posterior a los exámenes de mitad de periodo académico se planteó el CBL.

3.2. Instrumentos

Para el desarrollo de este trabajo se han utilizado diferentes instrumentos. El primero fue una presentación dirigida a los estudiantes sobre la metodología CBL, el reto con sus etapas y los objetivos perseguidos. El segundo fueron las rúbricas creadas para evaluar el nivel de conocimientos y competencias

adquiridas, donde se incluye una formación específica para que los estudiantes comprendan como realizar la autoevaluación y la coevaluación.

Por último, se utilizó una metodología mixta, para las valoraciones cualitativas se emplearon cuestionarios abiertos de opinión y checklists con el objeto de comprender las motivaciones y la percepción de los estudiantes. La información cuantitativa se elaboró mediante cuestionarios de valoración empleando la escala de Likert de 1 a 5, sabiendo que una posible deficiencia es que el estudiante se mantenga en una puntuación media de 3 como objetivo alcanzado. Cabe destacar que todos los instrumentos fueron desarrollados por la autora (Anexos 3 – 9) con base en la revisión bibliográfica de expertos en docencia e innovación en educación superior.

3.3. Implantación de la propuesta de innovación docente CBL

3.3.1. Planteamiento del reto

La presente propuesta de intervención aplicó la metodología Challenge Based Learning en la asignatura de Transferencia de calor en Ingeniería Industrial.

Tal y como se ha definido el reto tiene que estar relacionado con un problema social, por lo que desde la visión docente se definió un reto relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible planteados por la ONU y que fuera de interés para el futuro profesional de estudiantes de ingeniería donde pudieran integrar su currículo formativo y participar con profesores de diferentes asignaturas. En concreto se seleccionaron dos ODS:

- Número 7: Energía Asequible y No Contaminante.
- Número 12: Producción y Consumo Responsable.

Además, otro de los enfoques docentes es que estuviese alineado a la misión de la Universidad “Formar investigadores y profesionales comprometidos con una sociedad justa, diversa y sostenible, dispuestos a ser agentes de transformación”.

Para el planteamiento del reto se consideraron también los resultados de aprendizaje de la asignatura de Transferencia de Calor del curso Septiembre 2022 – Febrero 2023, y el Perfil de egreso de la Carrera de Ingeniería Industrial, que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Aspectos del Sílabo de la Asignatura relacionados con el reto

Resultados de Aprendizaje	Perfil de egreso
RdA1. Identificar conceptos básicos de transferencia de calor	9. Interpreta la información basada en modelos matemáticos, físicos, químicos y su interrelación
RdA2. Identificar y resolver problemas de conducción en régimen estacionario y no estacionario	10. Establece los parámetros de control en un sistema de producción real
RdA3. Identificar y resolver problemas de convección forzada (interna y externa) y natural	11. Recomienda el mejor procedimiento para la optimización de un sistema de producción

Fuente: Elaboración propia desde el sílabo de la asignatura

Por otro lado, dado que la metodología implicaba crear equipos de estudiantes y el desarrollo de determinadas competencias, se asociaron las siguientes al reto planteado:

1. Trabajo colaborativo.
2. Pensamiento crítico.
3. Resolución de problemas.
4. Creatividad e innovación.
5. Comunicación (expresión oral y escrita).
6. Pensamiento holístico al aplicar los conocimientos de todas las asignaturas de la ingeniería para el desarrollo sostenible.

Todo ello permitió disponer del marco teórico de la asignatura con los conocimientos, las competencias y los problemas sociales con los que trabajar poniendo el foco en la misión de la titulación y de la universidad.

3.3.2. Fases o temporalización en la aplicación del reto

Una vez definido el marco teórico y siguiendo a las principales prácticas estudiadas se planteó por los docentes la temporalización o las fases del caso de innovación docente.

Para ello, se fijó un periodo de 5 semanas para su desarrollo, para el cual se plantearon 4 fases de trabajo: Inicio, Estrategia, Acercamiento a la solución y Publicación de resultados, con base en la metodología de Apple Inc. (2008) y según lo descrito por varios autores (Conde et al., 2017; Fidalgo-Blanco et al., 2017; López-Fraile et al., 2021). Estas se resumen en la Figura 3 y se detallan a continuación. Cada fase se desarrolló en una combinación de 2 horas de trabajo en el aula de clase asignada para la cátedra y entre aproximadamente 4 horas de trabajo autónomo de los estudiantes conjuntamente, lo que en muchos casos equivalía a una dedicación extra de aprendizaje autónomo.

Figura 3

Etapas de desarrollo del Reto planteado



Fuente: Elaboración propia

Para el reto se contó con la participación de la docente de la asignatura y la colaboración de 2 profesionales externos, quienes actuaron como mentores que brindaron y resolvieron inquietudes a lo largo de las 4 semanas. En caso de que existiera algún inconveniente en el desarrollo del reto se daría una actividad formativa adicional en formato de investigación, bibliográfica o un problema de cálculo con base en la misma temática para que los estudiantes pudieran refrescar o mejorar su aprendizaje, si bien, nunca se les daría una orientación académica en formato clase magistral para mantener la pureza de la práctica de innovación en CBL.

- **Fase 1. Inicio:** Se realizó una exposición sobre la metodología Challenge Based Learning y se presentó a los estudiantes el póster resumen (Anexo 1) del reto planteado en el punto anterior. Se definieron los grupos de trabajo y se compartieron todas las indicaciones. Se entregó a los estudiantes el manual para el desarrollo del reto (Anexo 2) donde consta el cronograma de trabajo. Toda la información fue compartida por medio de Drive a los correos institucionales de los estudiantes. Finalmente se explicó cuáles serían los resultados exigidos para valorar el éxito de la metodología.
- **Fase 2. Estrategia:** Los estudiantes realizaron el planteamiento de las preguntas esenciales para definir el reto. Se contó con la participación de la primera mentora, quien tiene amplia experiencia con el caso planteado y aportó experiencias y apoyó en resolver inquietudes de los estudiantes. En esta etapa se utilizó la herramienta de Design Thinking o el brainstorming y un foro de discusión. El resultado fue la propuesta del reto que cada equipo trabajaría posteriormente. A su vez, cada equipo presentó en otra sesión tras trabajarla inicialmente, la estrategia de trabajo que empleará para llegar a la propuesta de solución.
- **Fase 3. Acercamiento a la solución:** Esta sesión se dividió en dos partes. Una primera organizada a través de presentaciones y foros de discusión y de feed-back a cada uno de los equipos. Una

segunda de cierre con una gran conferencia por parte de un referente en innovación y sostenibilidad en el mundo industrial que implicaba el éxito final del proyecto.

- **Fase 4. Publicación de resultados:** La última sesión consistió en la publicación de la solución planteada por cada uno de los seis equipos a la que se sumó un proceso de reflexión y la evaluación final a los estudiantes de acuerdo a una rúbrica y con una evaluación individual y otra grupal. Esta etapa adquiere una relevancia especial porque permite que el estudiante valore el tiempo dedicado, su implicación o grado de motivación y a la vez, la importancia de nuevas metodologías en los sistemas de aprendizaje.

3.3.3. Evaluación del reto y su efectividad

Como la evaluación es un proceso necesario para el profesor que utiliza una metodología nueva, se realizó de manera separada la evaluación del desempeño de los estudiantes por un lado; y por otro, la valoración del reto y su influencia que no deja de ser una evaluación de cómo el profesor ha diseñado, implementado y evaluado y cómo ha enfocado el proceso de enseñanza-aprendizaje de sus estudiantes.

a) Evaluación del desempeño de los estudiantes

En esta fase, se planteó un esquema de evaluación que combinase la evaluación sumativa y formativa, según se describe a continuación:

La evaluación formativa del proceso de solución al reto, se realizó mediante checklists, en los cuales los estudiantes en conjunto con la docente fueron analizando el avance de cada equipo en cada fase del proceso (Giorgio & Brophy, 2001). Se aplicaron dos listas de verificación, la primera en la Fase 2 y la segunda en la Fase 3. Estas dos evaluaciones permitieron tener un control de la participación de los estudiantes en la actividad. Los modelos de estas evaluaciones se encuentran en el Anexo 3.

El resultado de la evaluación sumativa tuvo un contribución del 25% a la calificación de la asignatura y se dividió en tres aportes, un 80% correspondiente a la heteroevaluación, 10% de la coevaluación y 10% de la autoevaluación (Piferrer, 2018; Serna M., 2021).

- La heteroevaluación se realizó con el uso de una rúbrica (Anexo 4), en la cual la docente evaluó las competencias específicas de la asignatura mediante la aplicación de los conocimientos de la asignatura en el desarrollo de una solución sostenible para el reto planteado; además se evaluaron las competencias generales planteadas en el apartado 3.3.1 (Auer & Centea, 2021; Félix-Herrán et al., 2022).

Previo al desarrollo de la fase de coevaluación y autoevaluación se realizó una capacitación a los estudiantes, con el fin de disminuir la subjetividad que puede darse por afinidad en este tipo de valoraciones.

- Para la coevaluación se empleó una rúbrica (Anexo 5) en la cual los integrantes del equipo evaluaron la participación de cada uno de los miembros. En ella se valoraron los aspectos de participación en reuniones, aporte de ideas, apoyo y actitud al desarrollo de la solución.
- La autoevaluación se realizó con el uso de una rúbrica (Anexo 6), en ella cada estudiante de forma individual debía valorar cuál fue su desempeño y competencias adquiridas durante el reto.

b) Valoración del reto y su influencia

En esta valoración final se plantearon cuestionarios abiertos y cerrados para la evaluación de la influencia de la metodología CBL en la motivación y conciencia sobre sostenibilidad relacionada al consumo eficiente de la energía. Estos cuestionarios no tuvieron influencia en la calificación de los estudiantes y se desarrollaron de forma anónima.

En primer lugar, se aplicó una evaluación diagnóstica antes de la Sesión número 1, empleando la herramienta de Formularios de Google (Anexo 7). Su objetivo era conocer las percepciones previas de los estudiantes sobre los conocimientos que tienen de los ODS, la producción artesanal en el cantón Cuenca y los recursos que se emplean; a su vez, se preguntaba sobre las metodologías de enseñanza aprendizaje; así como también, sus motivaciones al estudio y desarrollo de actividades en el aula.

Las principales características de la evaluación fueron las que se señalan a continuación:

- Cuestionario anónimo.
- 14 preguntas.
- Escalas de Likert de 1 a 5 donde 1 es poco motivado, importante o útil y 5 es muy motivado, importante o útil.
- Preguntas de tipo cerradas.

Al finalizar el reto se planteó un segundo cuestionario (Anexo 8) para determinar de forma cuantitativa el cambio en las percepciones de los estudiantes sobre los temas de motivación y percepción de las actividades de aprendizaje. Las características de la evaluación fueron las siguientes, intentando mantener el patrón:

- Cuestionario anónimo.
- 6 preguntas.
- Escalas de Likert de 1 a 5 donde 1 es poco motivado, importante o útil y 5 es muy motivado, importante o útil.
- Preguntas de tipo cerradas.

Adicionalmente, se aplicó una encuesta abierta a los estudiantes para conocer aspectos generales sobre lo positivo y negativo de la ejecución del reto (Anexo 9) (Gaskins et al., 2015; Membrillo-Hernández et al., 2018).

Los resultados de la influencia del reto, que se explicarán más adelante, fueron analizados mediante una Prueba T de Student para muestras

emparejadas a un nivel de confianza del 95% (Membrillo-Hernandez & Garcia-Garcia, 2020).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Reto planteado y desarrollo

Para el desarrollo de CBL en la asignatura de Transferencia de calor se planeó el reto “Hacia un consumo responsable de energía”.

El argumento:

El caso CBL por las profesoras y los expertos pretende concienciar a los estudiantes sobre un problema donde la solución debería favorecer la innovación en la producción y un consumo responsable. El caso planteado a los estudiantes para el desarrollo del reto se ha basado en que en la ciudad de Cuenca en Ecuador existe una alta producción de ladrillos y tejas que se realiza de forma artesanal, por lo que no se mantiene un control adecuado en los procesos. Una de las etapas primordiales de fabricación es la etapa de cocción, esta se realiza en hornos que han sido contruidos por los mismos artesanos, de tal forma que no se han considerado los aspectos de eficiencia energética. Estos hornos son de tecnología no industrializada y emplean leña como combustible, esto hace que presenten algunas deficiencias como: bajo rendimiento energético (alto consumo de leña y altas pérdidas de calor al ambiente), contaminación atmosférica (emanación de gases de efecto invernadero) y deficiencias en el proceso de cocción por una inadecuada distribución de temperatura dentro del horno.

Con base en el contexto antes descrito y según la metodología trazada, el reto se aplicó en el segundo bimestre de la asignatura después del examen de mitad de periodo académico. Cabe mencionar que en la primera mitad de semestre se empleó una metodología tradicional de enseñanza.

Los Equipos:

Para construir el desafío eran necesarios los grupos de trabajo de estudiantes por lo que se formaron atendiendo a un criterio de afinidad personal con el objetivo de no sesgar el resultado atendiendo al nivel de los estudiantes. La totalidad de los estudiantes matriculados participó en las soluciones planteadas.

Las características principales del desafío se resumen la Tabla 5.

Tabla 5

Características del reto planteado

Parámetro	Detalle
Participantes	32 estudiantes del cuarto semestre de la Carrera de Ingeniería Industrial
Equipos de trabajo	6 grupos con un máximo de 6 integrantes: ECO4, Forengineers, Tigretones, Innopower, Los Herederos de Fourier y Equipo Dinamita
Gran idea	Conservación y buen uso de la energía en la producción artesanal de ladrillos y tejas
Preguntas esenciales	<p>¿Qué genera las pérdidas de energía en estos hornos?</p> <p>¿Cuáles son las alternativas para disminuir las pérdidas energéticas?</p> <p>¿Es el diseño del horno el adecuado?</p> <p>¿Cuáles son las opciones que tienen los artesanos para la cocción de ladrillos?</p> <p>¿Se puede plantear alguna alternativa para reducir o controlar las emisiones de gases?</p>
Reto	Plantear una alternativa que permita disminuir las pérdidas de calor al ambiente en un horno de tiro invertido existente
Tutora	Ing. Paulina Echeverría
Mentores	Ing. Daniela Albuja Ing. Danny Corzo

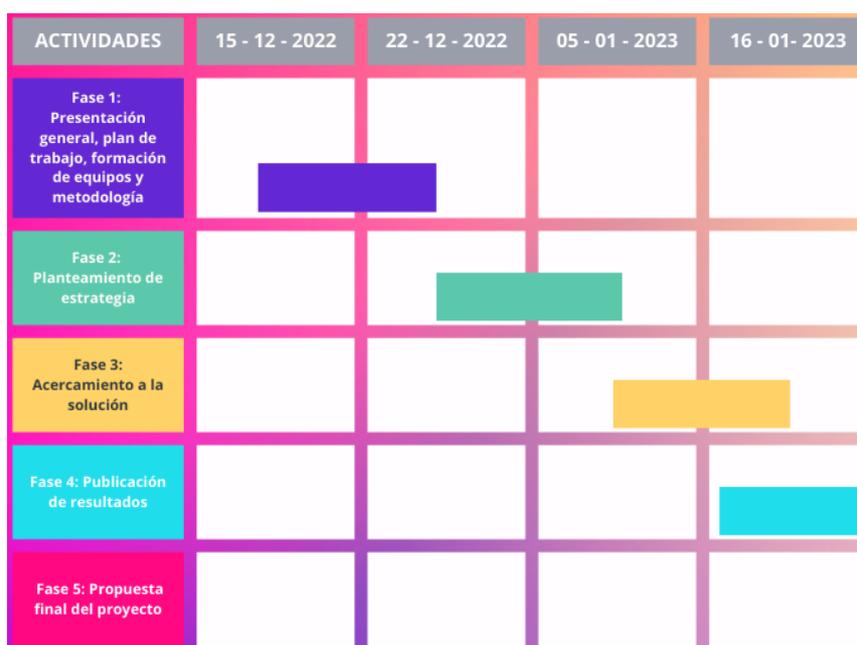
Fuente: Elaboración propia

Las preguntas esenciales surgieron de un intercambio de ideas entre todos los grupos de trabajo y en conjunto mediante la aplicación del diagrama causa

efecto se delimitó el reto a resolver, según la causa más relacionada a los resultados de aprendizaje de la asignatura y el tiempo asignado. En la Figura 4 se resume el cronograma de desarrollo del reto planteado.

Figura 4

Cronograma de desarrollo del Reto planteado



Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo del reto la docente acompañó en forma de guía a todos los estudiantes de forma síncrona y asíncrona, orientando a los estudiantes con los conceptos técnicos hacia la posible solución, de manera especial en las Fases 2 y 3, donde se buscó dar respuesta a las preguntas esenciales de la problemática. En esto fue importante también el rol que desempeñaron los mentores invitados, la primera mentora, la Ing. Daniela Albuja, intervino en la segunda fase, ya que es quien tenía la experticia tratando con la problemática social, ella compartió con los estudiantes los desafíos que atraviesan los productores artesanales de tejas y ladrillos; lo que permitió poner en contexto a los estudiantes sobre la magnitud del desafío. El segundo mentor, el Ing. Danny Corzo, intervino en la tercera fase de acercamiento a la solución, su apoyo estuvo direccionado hacia la innovación, trabajó con los estudiantes en

un foro de discusión sobre los aspectos técnicos y sociales que deben considerarse al innovar.

Los estudiantes fueron los protagonistas del desafío, los seis grupos participaron de forma activa, ellos formularon las preguntas e investigaron las posibles respuestas u opciones de solución que aplicaban a este caso, e interactuaron de forma autónoma con los artesanos. Al finalizar expusieron su trabajo a los docentes y compañeros, en un espacio de reflexión. Las propuestas planteadas fueron innovadoras, incluyeron la búsqueda de nuevos materiales aislantes, así como, nuevas opciones de diseño para los hornos o combustibles.

4.2. Evaluación del desempeño de los estudiantes en el reto

La heteroevaluación fue realizada por la docente durante la exposición de las soluciones de cada equipo mediante una rúbrica de evaluación cuantitativa, los resultados de esta evaluación sumativa con una base sobre 10 puntos se resumen en la Tabla 6. Además, se incluyen los resultados que en promedio sobre 10 puntos se asignaron los estudiantes en la autoevaluación y asignaron a los compañeros de trabajo en la coevaluación.

Tabla 6

Resultados de la evaluación del desempeño de los estudiantes en el reto

Parámetro	Resultado
Heteroevaluación	8.07 ± 1.05
Autoevaluación	8.83 ± 0.77
Coevaluación	9.62 ± 0.38

Fuente: Elaboración propia

En la heteroevaluación se encontró que fue posible desarrollar las competencias planteadas mediante el reto aplicado, aunque en algunos grupos en mayor medida que otros, las competencias específicas de la asignatura alcanzadas fueron la aplicación de los conceptos de transferencia de calor por conducción, convección y radiación en la solución presentada y la aplicación de

la ingeniería para el desarrollo sostenible; mientras que las competencias generales y las habilidades desarrolladas fueron trabajo colaborativo, pensamiento crítico, resolución de problemas, creatividad e innovación y comunicación (expresión oral y escrita).

Entre los aspectos que se pueden destacar de esta evaluación, se encontró que las propuestas de solución, si bien eran en su mayoría técnicamente correctas no se ajustaban a la realidad social de aplicación para el reto; por lo que, las específicas de aplicación de conocimiento tuvieron una excelente evaluación pero las competencias de resolución de problemas y pensamiento crítico fueron las de más bajo desempeño. Las competencias mejor evaluadas para todos los grupos fueron las de comunicación oral y escrita. En todos los casos los estudiantes realizaron presentaciones claras y con comunicación efectiva empleando adecuadamente el material de apoyo preparado por ellos mismos. Todas las presentaciones demostraron un trabajo colaborativo en los grupos. Todo ello pone en evidencia que hay competencias transversales más sencillas de trabajar por los estudiantes o en las que ya vienen con un grado importante de consecución a la universidad y otras, más relevantes para su futuro profesional que requieren de un mayor desarrollo en la educación superior y eso implica otras metodologías muy diferentes a la clase magistral.

Los resultados de la Tabla 6 indican que en promedio las calificaciones en la autoevaluación son más altas que las de heteroevaluación, a pesar de que la rúbrica se basa en las mismas competencias. Al conocer las percepciones de los estudiantes sobre ellas, el aspecto menor puntuado fue la aplicación de los conceptos de transferencia de calor por conducción, convección y radiación en la solución presentada. Seguido a esto mencionan a la presentación de resultados, donde el doble de estudiantes encuentra más difícil la expresión oral que la expresión escrita. Además, el 37% estudiantes sienten que no alcanzaron a desarrollar por completo la competencia de creatividad e innovación. Lo mejor valorado fue la competencia de trabajo colaborativo, la mayoría indican no tener problema en este aspecto.

La coevaluación en promedio alcanzó la calificación más alta, en ella cada integrante del grupo valoró la participación de sus compañeros al trabajo presentado.

- La mayoría de los y las estudiantes, aproximadamente el 80%, señaló al aporte de ideas como un factor que debe mejorarse, es decir, faltó por parte de algunos estudiantes proponer ideas para el desarrollo de la solución al reto.
- El 30% de los estudiantes señala además a la participación y actitud como oportunidades de mejora en los grupos de trabajo; siendo la primera la asistencia a reuniones y participación activa, y la segunda una actitud positiva. Los aspectos que de forma general tuvieron una buena percepción dentro de los equipos fueron el cumplimiento de responsabilidades y el apoyo para facilitar el trabajo colaborativo.

Finalmente, considerando el aporte de todas estas evaluaciones a la calificación global de la actividad el promedio sobre 10 puntos fue de notable avanzado (8.3). Lo que refleja el compromiso de los estudiantes con la actividad, su éxito en el proceso de aprendizaje y enseñanza y su buen desempeño en ella.

4.3. Evaluación diagnóstica

La evaluación diagnóstica se aplicó de forma anónima a los 32 estudiantes participantes del reto mediante la herramienta Formularios de Google, sin embargo se obtuvieron 31 respuestas. Los resultados a las preguntas sobre el conocimiento de la problemática de sostenibilidad planteada y sobre las metodologías de aprendizaje en el aula se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7
Resultados de la evaluación diagnóstica planteada a los estudiantes

Parámetro	Resultado		
	Sí	No	Parcialmente
¿Conoce cuáles son los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU?	6	24	
¿Conoce en qué consiste el Objetivo N° 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna?	3	12	15
¿Conoce en qué consiste el Objetivo N° 12: Producción y consumo responsable?	5	12	13
¿Conoce cuál es el proceso de producción de ladrillos y tejas que se emplea en el Cantón Cuenca?	2	11	17
¿Conoce cuáles son los recursos materiales y energéticos que se emplean en la producción de ladrillos y tejas?	1	12	17
¿Conoce los impactos en el medio ambiente de la producción artesanal de ladrillos y tejas?	4	19	17
¿Conoce si la producción artesanal de ladrillos y tejas en Cuenca emplea adecuadamente los recursos energéticos?	1	25	4
¿Conoce qué son las metodologías activas en el aula?	6	24	
¿Conoce qué es la metodología Challenge Based Learning o Aprendizaje basado en retos?	4	26	

Fuente: Elaboración propia

Como punto de partida a la ejecución del desafío, se pudo determinar en la evaluación diagnóstica que el 80% de los estudiantes desconocía sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, a pesar de ser un tema tan relevante en nuestra actualidad. Al consultar específicamente sobre los Objetivos Número 7 y Número 12, solamente entre el 40 y 50 % de los estudiantes han escuchado parcialmente de qué tratan estos objetivos. Algo similar se presentó al consultar sobre la problemática social que sería objeto del desafío, únicamente entre el 3 y 6% de los estudiantes indica que conoce el proceso de producción artesanal de ladrillos y tejas en la Ciudad de Cuenca y los recursos materiales y energéticos que esta requiere o si hace un uso adecuado de los mismos. Lo que conlleva, que la mitad de los y las estudiantes

supiera parcialmente los impactos ambientales que esta actividad productiva artesanal genera, a pesar de ser de gran relevancia para el cantón.

En esta evaluación, con el fin de determinar la influencia de las metodologías activas en el aula, se consultó a los estudiantes si sabían en qué consisten algunas de las nuevas metodologías, a lo que el 80% respondió desconocer; y el aproximadamente 87% de los estudiantes indica que no sabe qué es la metodología CBL.

4.4. Valoración del reto y su influencia en el proceso de enseñanza aprendizaje

En la segunda parte de la evaluación diagnóstica se solicitó a los participantes valorar cuantitativamente los aspectos relacionados a la motivación, importancia y utilidad que la asignatura y los métodos de enseñanza tienen para ellos. La valoración se realizó en una escala de 1 a 5. Al finalizar el reto se aplicó nuevamente el cuestionario a los estudiantes, con el fin de poder determinar la influencia que pudo tener el CBL. Adicionalmente se contrastaron los resultados del rendimiento académico del mismo grupo de estudiantes, en los dos periodos académicos donde se emplearon diferentes metodologías de enseñanza aprendizaje. Estos resultados se resumen en la Tabla 8.

Tabla 8

Valoración de rendimiento académico, motivación, importancia y utilidad de la asignatura previa y posterior al desarrollo del reto planteado

Parámetro	Antes	Después
Rendimiento académico promedio	16.94 ± 2.63	19.89 ± 1.77
¿Qué tan importante considera usted que es la implementación de metodologías pedagógicas innovadoras dentro del aula?	4.67 ± 0.55	4.84 ± 0.37
¿Qué tan motivado se siente usted a las clases de Transferencia de Calor?	4.17 ± 0.65	4.52 ± 0.68
¿Qué tan motivado se ha sentido a realizar las actividades formativas tradicionales antes planteadas por la docente en la asignatura?	3.73 ± 0.58	

¿Qué tan motivado se ha sentido a realizar el reto planteado como actividad de aprendizaje de la asignatura?		4.23 ± 0.74
¿En qué medida considera que la asignatura de transferencia de calor le será útil en su ejercicio profesional?	4.17 ± 0.83	4.55 ± 0.62
¿Cómo valoraría el trabajo en equipo?		4.39 ± 0.84
¿Qué tan importante considera es la participación de profesionales externos (mentores) como complemento al desarrollo de la asignatura?		4.81 ± 0.48

Fuente: Elaboración propia

De forma general, en la escala 5 representa la máxima valoración positiva en un aspecto determinado, se puede observar que en promedio todas las valoraciones son superiores a la media de la escala de Likert.

La calificación que los estudiantes dan a la motivación para realizar actividades de aprendizaje tradicionales, como pueden ser resolución de ejercicios, informes o investigaciones, es la más baja de lo reportado; así también, resalta que todos los promedios posteriores a la aplicación del CBL son mayores a las reportadas en la evaluación diagnóstica. Con el fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en los parámetros se realizaron Pruebas T Student para muestras emparejadas con un nivel de confianza del 95%.

El primer aspecto analizado fue el desempeño académico, los resultados de la prueba estadística se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9

Resultados prueba T para muestras emparejadas para el rendimiento académico

	<i>Antes</i>	<i>Después</i>
Media	16.9421875	19.8917969
Varianza	6.92695313	3.13301018
Observaciones	32	32
Coefficiente de correlación de Pearson	0.45697025	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	31	
Estadístico t	-6.9268998	

P(T<=t) una cola	4.5314E-08
Valor crítico de t (una cola)	1.69551878
P(T<=t) dos colas	9.0628E-08
Valor crítico de t (dos colas)	2.03951345

Fuente: Elaboración propia

Para este análisis, se partió de la hipótesis nula de que el rendimiento académico de los estudiantes antes y después de aplicado el CBL es el mismo versus la hipótesis alternativa de que el promedio de calificaciones es menor cuando no se aplica CBL. Los resultados indican que para una prueba de una cola el valor P fue de 4.53×10^{-8} que es menor a 0.05 del nivel de confianza y el valor del estadístico t fue de -6.03 menor al valor de t crítico de -1.70 ; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias del rendimiento académico antes y después, siendo el promedio de calificaciones mayor cuando se aplica CBL.

De la misma forma se analizó la motivación que sienten los estudiantes a realizar actividades formativas tradicionales versus el realizar actividades formativas activas como CBL para su aprendizaje. Los resultados de la prueba T Student para muestras emparejadas se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10

Resultados prueba T para muestras emparejadas para la motivación al CBL

	Metodologías Tradicionales	Metodologías Activas
Media	3.73333333	4.23333333
Varianza	0.34022989	0.73678161
Observaciones	30	30
Coeficiente de correlación de Pearson	0.12856216	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	29	
Estadístico t	-2.8123106	
P(T<=t) una cola	0.00436659	
Valor crítico de t (una cola)	1.69912703	
P(T<=t) dos colas	0.00873318	
Valor crítico de t (dos colas)	2.04522964	

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis se partió de la hipótesis nula de que la motivación de los estudiantes es la misma para actividades tradicionales y para CBL, versus la hipótesis alternativa de que la motivación para actividades tradicionales es menor que la motivación para CBL. Los resultados indican que para una prueba de una cola el valor P fue de 0.004 que es menor a 0.05 del nivel de confianza y el valor del estadístico t fue de -2.81 menor al valor de t crítico de -1.70 ; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir existe diferencia estadísticamente significativa entre la motivación a los dos tipos de actividades, siendo mayor la motivación que los estudiantes presentaron a una actividad innovadora como CBL.

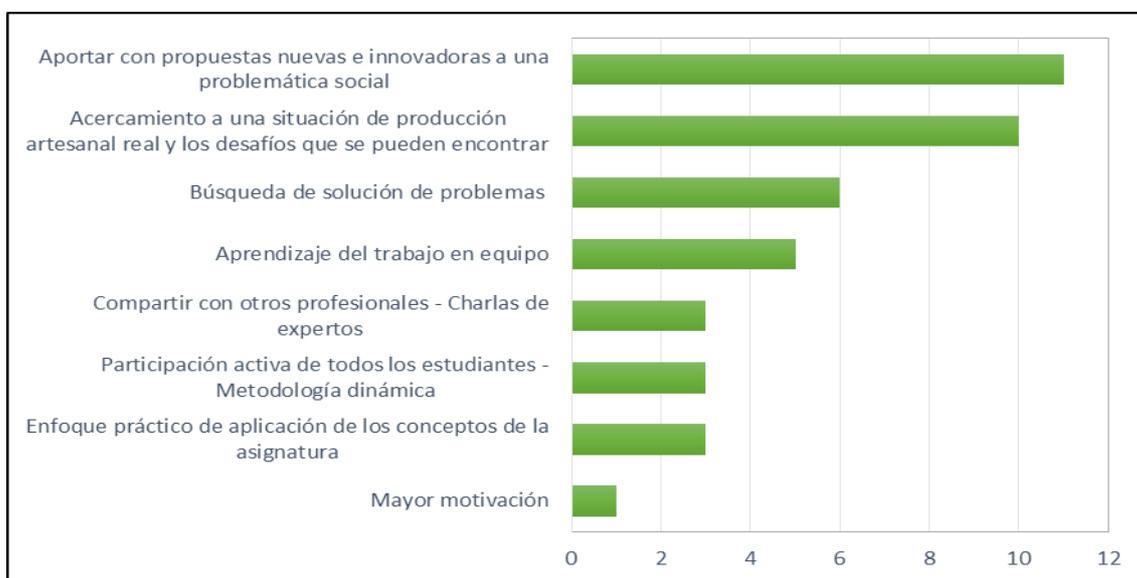
Los demás parámetros mostrados en la Tabla 8 también fueron analizados y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, se puede observar en las valoraciones promedio que los estudiantes calificaron de forma más alta la motivación a la asignatura y su utilidad después de que el CBL fue aplicado.

Adicionalmente, se consultó sobre su percepción del trabajo colaborativo a lo que la calificación obtenida fue altamente positiva, al igual que la importancia que dan al involucramiento de profesionales externos como complemento al desarrollo de la asignatura, donde la calificación fue muy cercana a la máxima.

Finalmente, la valoración del reto se complementó con la encuesta de satisfacción sobre el reto desarrollado, la categorización de los aspectos positivos encontrados se detalla a continuación en la Figura 5.

Figura 5

Aspectos señalados como positivos sobre el reto realizado



Fuente: Elaboración propia

En ella se puede observar que los estudiantes mencionan que uno de los aspectos más importantes fue que la actividad les permitió poner los conocimientos que adquieren en las aulas al servicio de la comunidad, seguido de que esta actividad les permitió conectar con las problemáticas que pueden encontrarse en un entorno real.

En la Figura 6 se detallan aquellos aspectos que los estudiantes señalaron que les generaron dificultades durante el reto o aquellos aspectos no tan positivos. La gran mayoría de estudiantes indica que tuvo inconvenientes para plantear una solución técnica que de ajustará a todas las restricciones sociales que representaba este reto, en términos económicos, de acceso a tecnología y de renuencia de la gente al cambio. También mencionaron que no fue fácil encontrar la información que requerían y encontraban difícil la directa aplicación de los conceptos teóricos de clase a una situación real, donde intervienen muchas variables adicionales.

Figura 6

Aspectos señalados como negativos sobre el reto realizado



Fuente: Elaboración propia

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo fin de máster ha sido posible realizar una revisión de los principales estudios que utilizan esta metodología activa del CBL para identificar las principales bondades y las oportunidades que muestran para una docente que se quiere especializar y utilizar técnicas más innovadoras a las clásicas y contrastar si interesa o no desde la perspectiva del aprendizaje del estudiante y no, desde la perspectiva del trabajo del profesor.

Ha sido posible plantear un desafío, que con base en los ODS y una problemática local de producción artesanal, permitiera incorporar a la metodología CBL en el cumplimiento de los resultados de aprendizaje de la asignatura de Transferencia de Calor para los estudiantes del cuarto semestre de la Carrera de Ingeniería Industrial. El mismo fue acompañado de instrumentos cuantitativos de tipo rúbrica que permitieron obtener información sobre el desarrollo de competencias genéricas y específicas en los estudiantes, además de incorporar no solamente el punto de vista del docente sino que ellos

formaran también parte del proceso de evaluación. Los instrumentos cualitativos aplicados permitieron también conocer con mayor detalle el punto de partida y las percepciones posteriores a la actividad para poder valorar su influencia en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Al ser una actividad desarrollada dentro de la asignatura se pudo contar con la participación de la totalidad de los estudiantes matriculados. Por otro lado, al finalizar cada grupo fue capaz de presentar una solución técnica con base en los conceptos revisados en la asignatura para brindar una opción energéticamente más favorable para la quema de ladrillos. Por lo que, si bien autores como Conde et al. (2017) y Fidalgo-Blanco et al. (2017) mencionan que una de las desventajas del CBL es que los proyectos pueden alejarse de los contenidos específicos que deben aprenderse en la asignatura, en este estudio se ha demostrado que por el contrario, los estudiantes pudieron usar los conceptos específicos de la asignatura para plantear una solución técnicamente viable, a pesar de que en algunos casos no económica ni socialmente factible, pero eso fue también parte de su aprendizaje. Lo que ha quedado también demostrado en los estudios de Rodríguez-Borges et al. (2021) y Manrique y Sanmartín (2019). Por lo que, al emplear CBL en una asignatura es clave el planteamiento de la idea general del desafío y si esto se hace tomando en cuenta los resultados de aprendizaje es posible fortalecer el aprendizaje deseado en conceptos específicos difíciles de transmitir en otros casos.

En este estudio, se pudo también comprobar la influencia positiva que tiene CBL sobre el rendimiento académico de los estudiantes, donde para la misma muestra de participantes el rendimiento académico en el periodo que se aplicó el desafío fue mayor con respecto al bimestre que se emplearon metodologías tradicionales. Esto ha sido también reportado en estudios como el de López-Fraile et al. (2021) quienes encontraron que las tasas de evaluación, éxito y rendimiento académico pueden incrementar entre un 2 y 23 % cuando se usa CLB. De igual forma, Dieck-Assad et al. (2021) reportaron que el promedio en la nota final de los estudiantes inscritos en un curso con

CBL fue 6 puntos superior a la de los estudiantes inscritos en una clase con metodología tradicional.

Uno de los aspectos a destacar en los resultados fue la alta valoración que recibió el trabajo colaborativo. Primero en la percepción de la docente, los grupos demostraron trabajar de forma coordinada y unida en la solución al desafío, segundo en la autoevaluación donde los estudiantes asignaron la mayor calificación a esta competencia, y tercero en la coevaluación que obtuvo una valoración cercana a la nota máxima. Al finalizar el reto todos los estudiantes también valoraron de forma positiva este aspecto. Similar a los resultados reportados por Lara-Prieto et al. (2023) donde el trabajo en equipo fue mencionado por los participantes como la competencia más desarrollada durante el desafío. Lo que demuestra que el CBL es una metodología clave para alcanzar esta competencia.

El aprendizaje colaborativo no fue la única competencia desarrollada en este reto, la docente y los estudiantes también valoraron positivamente la competencia de comunicación, sobre todo la expresión escrita. Sin embargo, también señalan que todavía hay oportunidades de mejora en la creatividad e innovación y pensamiento crítico.

Al iniciar el reto se determinó que los estudiantes no conocían sobre la problemática planteada, lo que hizo que las actividades fuesen más retadoras pero a la vez interesantes para ellos. Esto se evidenció con los comentarios realizados al finalizar el desafío, donde la mayoría de los y las estudiantes valoró como positivo el acercamiento a dar solución a una problemática social de manera innovadora aplicando los conceptos que se revisan durante las clases. Sin embargo, también creó un espacio de reflexión y acercamiento a lo que sería enfrentarse a una situación profesional real, y las dificultades que podrían encontrarse, como el manejo de incertidumbre, tomar en consideración diversas variables o la falta de información al momento de dar respuesta a un problema. Este último factor también fue reportado en el estudio de Woschank

et al. (2022) que determinó que la falta de información fue una de las principales dificultades en el desarrollo del proyecto.

Sin embargo, el CBL prepara también a los estudiantes a resolver problemas futuros, es decir, como mencionan los participantes del estudio de Félix-Herrán et al. (2022) la experiencia con un desafío les aporta destrezas que luego podrán ser usadas en otras situaciones. Al igual que en este estudio los participantes mencionan como positiva la capacidad de resolución de problemas. Pero esto también viene de la mano con la participación de los mentores, el compartir con otros profesionales con mayor experiencia brinda a los estudiantes un enfoque más amplio del desafío y les ayuda a encontrar las soluciones más adecuadas, recordando que en el mundo globalizado que vivimos es necesario saber pedir ayuda para resolver los inconvenientes; los estudiantes valoraron positivamente la participación de profesionales externos en el desarrollo de la asignatura, esto fue señalado también por los estudiantes de la investigación de Vilalta-Perdomo et al. (2022) quienes mencionaron que la ayuda de expertos es clave para resolver los desafíos.

En el presente estudio se evidenció el desconocimiento que tienen los estudiantes sobre metodologías diferentes al esquema tradicional de enseñanza aprendizaje, el 80% mencionaron no haber escuchado sobre estas. Lo que demostraría que todavía hay una oportunidad amplia de innovación en la Universidad. Y los resultados positivos de esta investigación así lo demuestran, los estudiantes se sienten más motivados cuando se les presentan actividades diferentes que les suponen un reto y una novedad que cuando se mantienen las actividades tradicionales que se han venido aplicando hace muchos años; y así lo señalan también, Manrique y Sanmartín (2019) quienes determinaron que la motivación fue clave para culminar la actividad del CBL. Además, que les permite encontrar mayor utilidad a lo que estudian en el aula y relacionarlo con su entorno profesional.

Por lo que con base en esta experiencia se podrían considerar las siguientes líneas para futuras investigaciones:

- En el presente trabajo se usó un muestreo por conveniencia, por lo cual la metodología fue aplicada a un grupo de estudiantes matriculados en una sola asignatura; sin embargo el CBL es una metodología innovadora que se ha mostrado exitosa para trabajar en grupos multidisciplinarios. Además, considerando que las problemáticas sociales involucran a diversos actores y líneas del conocimiento; en un futuro trabajo se debería considerar aplicar la metodología de forma abierta e integral para la comunidad universitaria. Aunque para que esto sea posible será necesario contar con apoyo institucional y sobretodo la voluntad de cooperación entre docentes.
- La motivación puede tener muchos matices que van desde lo que intrínsecamente mueve a un estudiante a aprender hasta lo extrínseco donde caben las metodologías de aprendizaje, es por ello que una futura investigación podría enfocarse en determinar de forma más exhaustiva la influencia del CBL en la motivación del estudiante ya no solo a la asignatura sino en general a la carrera que se encuentra estudiando.
- Al ser el CBL una metodología innovadora debe venir acompañada también de técnicas innovadoras de evaluación, en futuros trabajos se puede explorar la autoevaluación y la coevaluación como instrumentos más directos de la valoración del trabajo, siempre y cuando se realicen capacitaciones que disminuyan la subjetividad de estos procesos.
- Finalmente, sobre el reto planteado se podría explorar la incorporación de tecnología de simulación que permita crear modelos de transferencia de energía y probar los diseños planteados más allá del cálculo, e incorporar a los directos beneficiarios en el planteamiento de la solución.

Por último, es también necesario tener en cuenta las limitaciones del presente estudio; en lo metodológico la muestra de estudio estuvo limitada a los 32 estudiantes matriculados en la asignatura, por lo que en futuras investigaciones puede considerarse ampliar la muestra de estudio. De la misma forma, se trabajó con una sola asignatura por lo que no fue posible evaluar el factor multidisciplinario que en otros estudios se ha considerado. Para próximos trabajos, se recomendaría considerar los recursos económicos y de tiempo, ya que la investigación se limitó al espacio del aula de clase y las horas asignadas para la misma, no fue posible realizar salidas de campo o visitas a los sitios de producción de ladrillos.

6. CONCLUSIONES

Al finalizar el presente trabajo de fin de máster se plantean las siguientes conclusiones:

1. Las metodologías activas de enseñanza como CBL facilitan al estudiante un aprendizaje vivencial que lo acerca con su entorno y le permite de una forma creativa e innovadora aportar con una idea de solución a un problema real. En la presente investigación fue posible plantear un desafío con base en los resultados de aprendizaje de la transferencia de calor y ajustado a una realidad social que se tiene en la ciudad. El reto se enfocó al consumo responsable de la energía en la producción artesanal de ladrillo, para esto los estudiantes aplicaron sus conocimientos en proponer un diseño de horno que permitiera disminuir las pérdidas de calor al ambiente.
2. Los resultados de esta investigación indican que la metodología CBL permite el desarrollo de competencias generales como trabajo colaborativo, comunicación oral y escrita, creatividad e innovación, resolución de problemas y pensamiento crítico; además de competencias específicas como la aplicación de conocimientos de ingeniería: matemáticas, termodinámica y transferencia de calor a una situación específica de cálculo de conservación de energía.

3. La aplicación de instrumentos que consideran aspectos cualitativos y cuantitativos permitieron la evaluación integral de una actividad como CBL. Mediante su uso se pudieron determinar las competencias alcanzadas y su grado de desarrollo, así como las percepciones de los estudiantes y su retroalimentación y avance durante la actividad.
4. Los principales resultados de esta investigación indican que el uso de CBL tiene una influencia positiva en el rendimiento académico de los estudiantes, así como en la mayor motivación que los estudiantes tienen por las actividades innovadoras de aprendizaje dentro del aula frente a las metodologías tradicionales. Fomenta la adquisición de conocimientos con un sentido de practicidad para la vida profesional empleando el aprendizaje colaborativo. Los estudiantes mencionan que la experiencia les permitió tener un acercamiento a una situación de producción real y sobre todo tener la oportunidad de proponer soluciones diferentes a una situación social. Sin embargo, también encontraron dificultades para atender a todas las variables que se presentan en un proceso real o la limitada información que tienen disponible.
5. Desde la perspectiva de aporte al conocimiento, el presente trabajo aporta a las investigaciones sobre CBL en carreras STEM, en su mayoría esta metodología se usa en la educación superior en asignaturas de diseño como la ingeniería mecánica, mecatrónica, eléctrica o de sistemas pero no en el campo de las asignaturas básicas de ingeniería como la Transferencia de Calor; por lo tanto este trabajo amplía el campo de aplicación académico. Pero va más allá al ligar directamente el desafío a una problemática real del entorno cercano de los estudiantes. Los resultados que aquí se plantean pueden servir como base para promover el uso de esta metodología en otras asignaturas y carreras de la Universidad.

6. Con base en las ventajas evidenciadas en el presente trabajo, el CBL es una metodología activa que los estudiantes prefieren, y por tanto puede ser implementada dentro del plan de carrera de Ingeniería Industrial, como una metodología alternativa a las clases magistrales. Pero para que esta sea una alternativa exitosa se requiere de un compromiso institucional, que en primer lugar capacite a los docentes con expertos en innovación docente o con la participación en congresos o seminarios. En segundo lugar se requiere que el cuerpo docente trabaje de forma cooperativa en el planteamiento de retos que sean multidisciplinarios y se ajusten al perfil de egreso de la carrera, de esta forma podrán participar todos los estudiantes a diferentes niveles. Finalmente, es importante capacitar también a los estudiantes en estas metodologías innovadoras con lo que se motiva su participación.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apple Inc. (2008). *Education*. Apple (Canada).

<https://www.apple.com/ca/education/docs/Apple-ChallengedBasedLearning.pdf>

Auer, M. E., & Centea, D. (Eds.). (2021). *Visions and Concepts for Education 4.0: Proceedings of the 9th International Conference on Interactive Collaborative and Blended Learning (ICBL2020)* (Vol. 1314). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-67209-6>

Avendaño Rodríguez, K. C., Magaña Medina, D. E. M., & Flores Crespo, P. (2020). Influencia familiar en la elección de carreras STEM (Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en estudiantes de bachillerato. *Revista de Investigación Educativa*, 38(2), Art. 2. <https://doi.org/10.6018/rie.366311>

Baquerizo, D. C. R. P., Tam, D. C. O. A., & López, D. C. J. G. (2014). La deserción y la repitencia en las instituciones de Educación Superior: Algunas experiencias investigativas en el Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 6(1), Art. 1. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/177>

Bravo, F., Illescas, L., Larriva, S., & Peña, M. (2017). Causas de Deserción en el Ingreso a la Universidad; un Estudio de Caso. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 18, Art. 18.

Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, Á., & Sein-Echaluce, M. L. (2017). Can We Apply Learning Analytics Tools in Challenge Based Learning Contexts? En P. Zaphiris & A. Ioannou (Eds.), *Learning and Collaboration*

- Technologies. Technology in Education* (Vol. 10296, pp. 242-256). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58515-4_19
- Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Fernández-Llamas, C., Gonçalves, J., Lima, J., & García-Peñalvo, F. J. (2021). Fostering STEAM through challenge-based learning, robotics, and physical devices: A systematic mapping literature review. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 46-65. <https://doi.org/10.1002/cae.22354>
- Costa, V. A., Calandra, M. V., & Sagastume, J. I. G. (2020). Motivación por estudiar carreras de ingeniería: Un estudio con perspectiva de género en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Plata. *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências*, 9(1), Art. 1. <https://doi.org/10.22481/rbba.v9i1.6933>
- De La Cruz Velazco, P. H., Poquis Velasquez, E., Valle Chavez, R. A., Castañeda Sánchez, M. I., Sánchez Anastacio, K. R., De La Cruz Velazco, P. H., Poquis Velasquez, E., Valle Chavez, R. A., Castañeda Sánchez, M. I., & Sánchez Anastacio, K. R. (2022). Aprendizaje basado en retos en la educación superior: Una revisión bibliográfica. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(25), 1409-1421. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i25.422>
- Dieck-Assad, G., Ávila-Ortega, A., & González Peña, O. I. (2021). Comparing Competency Assessment in Electronics Engineering Education with and without Industry Training Partner by Challenge-Based Learning Oriented to

Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 13(19), Art. 19.

<https://doi.org/10.3390/su131910721>

Félix-Herrán, L. C., Izaguirre-Espinosa, C., Parra-Vega, V., Sánchez-Orta, A., Benitez, V. H., & Lozoya-Santos, J. de-J. (2022). A Challenge-Based Learning Intensive Course for Competency Development in Undergraduate Engineering Students: Case Study on UAVs. *Electronics*, 11(9), Art. 9.

<https://doi.org/10.3390/electronics11091349>

Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2017). Aprendizaje basado en retos en una asignatura académica universitaria. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 25, 1-8.

Gallagher, S. E., & Savage, T. (2020). Challenge-based learning in higher education: An exploratory literature review. *Teaching in Higher Education*, 1-23.

<https://doi.org/10.1080/13562517.2020.1863354>

García Gómez, R. A., Quiñones Segura, C. A., Vagnoni Mondragón, E., Triana Guzmán, N. D., & Montealegre Melo, K. P. (2020). RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN RETOS APLICADO A INGENIERÍA EN EL POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*.

<https://doi.org/10.26507/ponencia.778>

Gaskins, W. B., Johnson, J., Maltbie, C., & Kukreti, A. R. (2015). Changing the Learning Environment in the College of Engineering and Applied Science Using Challenge Based Learning. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 5(1), 33-41. <https://doi.org/10.3991/ijep.v5i1.4138>

- Giorgio, T., & Brophy, S. P. (2001). *Challenge Based Learning In Biomedical Engineering: A Legacy Cycle For Biotechnology*. 6.265.1-6.265.7.
<https://peer.asee.org/challenge-based-learning-in-biomedical-engineering-a-legacy-cycle-for-biotechnology>
- González Galindo, J., Senent Domínguez, S., Soriano Martínez, A., Reig Pérez, M. I., Arias Casado, M., & Jiménez Rodríguez, R. (2019). Aprendizaje Basado en Retos en el campo de la geotecnia: Reparación de un deslizamiento de ladera. *V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2019)*, 302-307.
<https://doi.org/10.26754/CINAIC.2019.0066>
- Graves, C., Graves, A., & Rendina, D. L. (2017). *Challenge-Based Learning in the School Library Makerspace*. ABC-CLIO.
- Gutiérrez-Martínez, Y., Bustamante-Bello, R., Navarro-Tuch, S. A., López-Aguilar, A. A., Molina, A., & Álvarez-Icaza Longoria, I. (2021). A Challenge-Based Learning Experience in Industrial Engineering in the Framework of Education 4.0. *Sustainability*, 13(17), Art. 17.
<https://doi.org/10.3390/su13179867>
- Jiménez, C. F., & Tapia, J. A. (2012). ¿Cómo motivan a los estudiantes de Ingeniería las distintas pautas de actuación docente? *Hekademos: revista educativa digital*, 12, 23-34.
- Lara-Prieto, V., Ruiz-Cantisani, M. I., Arrambide-Leal, E. J., de la Cruz-Hinojosa, J., Mojica, M., Rivas-Pimentel, J. R., & Membrillo-Hernández, J. (2023). Challenge-Based Learning Strategies Using Technological Innovations in

Industrial, Mechanical and Mechatronics Engineering Programs.

International Journal of Instruction, 16(1), 261-276. Scopus.

<https://doi.org/10.29333/iji.2023.16115a>

Leijon, M., Gudmundsson, P., Staaf, P., & Christersson, C. (2021). Challenge based learning in higher education– A systematic literature review. *Innovations in Education and Teaching International*, 0(0), 1-10.

<https://doi.org/10.1080/14703297.2021.1892503>

López-Fraile, L. A., Agüero, M. M., Jiménez-García, E., López-Fraile, L. A., Agüero, M. M., & Jiménez-García, E. (2021). Efecto del aprendizaje basado en retos sobre las tasas académicas en el área de comunicación de la Universidad Europea de Madrid. *Formación universitaria*, 14(5), 65-74.

<https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000500065>

Malmqvist, J., Rådberg, K. K., & Lundqvist, U. (2015, junio). Comparative analysis of challenge-based learning experiences. *11th International CDIO Conference*. 11th International CDIO Conference, Chengdu University of Information Technology, Chengdu, Sichuan.

Manrique, J., & Sanmartín, V. (2019). *Proyecto de aprendizaje basado en retos aplicado a los estudiantes del 2do ciclo académico de Ingeniería en Geología* (COMPON-2019-CINAIC-0011). Art. COMPON-2019-CINAIC-0011.

<https://doi.org/10.26754/CINAIC.2019.0011>

Membrillo-Hernández, J., de J. Ramírez-Cadena, M., Caballero-Valdés, C., Ganem-Corvera, R., Bustamante-Bello, R., Benjamín-Ordoñez, J. A., & Elizalde-Siller, H. (2018). Challenge Based Learning: The Case of Sustainable Development

Engineering at the Tecnológico de Monterrey, Mexico City Campus. En M. E. Auer, D. Guralnick, & I. Simonics (Eds.), *Teaching and Learning in a Digital World* (Vol. 715, pp. 908-914). Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-73210-7_103

Membrillo-Hernández, J., de Jesús Ramírez-Cadena, M., Ramírez-Medrano, A., García-Castelán, R. M. G., & García-García, R. (2021). Implementation of the challenge-based learning approach in Academic Engineering Programs. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 15(2-3), 287-298. <https://doi.org/10.1007/s12008-021-00755-3>

Membrillo-Hernandez, J., & Garcia-Garcia, R. (2020). Challenge-Based Learning (CBL) in Engineering: Which evaluation instruments are best suited to evaluate CBL experiences? *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 885-893.

<https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125364>

Meza, K. T., Doval, Y. R., Pérez, A. V., & Ramirez, J. G. E. (2015). Análisis del abandono estudiantil en universidades ecuatorianas: Estudio de caso, Universidad Técnica de Manabí. *Revista Científica Sinapsis*, 1(6), Art. 6.

<https://doi.org/10.37117/s.v1i6.53>

Ortiz, N. S., Trujillo, X. F., & Tello, S. E. (2018). Análisis de la Deserción Estudiantil en la Carrera de Ingeniería en Teleinformática para Proponer Nueva Metodología de Enseñanza. *SISTEMAS, CIBERNÉTICA E INFORMÁTICA*, 15(2), 38-42.

- Piferrer, M. R. T. (2018). APRENDIZAJE BASADO EN RETOS EN LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA. *Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI)*, 4, Art. 4.
<https://raco.cat/index.php/RevistaCIDUI/article/view/348976>
- Rodríguez-Borges, C. G., Pérez-Rodríguez, J. A., Bracho-Rodríguez, A. M., Cuenca-Álava, L. A., & Henríquez-Coronel, M. A. (2021). Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales. *Dominio de las Ciencias*, 7(3), Art. 3.
<https://doi.org/10.23857/dc.v7i3.1983>
- Sánchez, Y. M., Alonso-Lavernia, M. A., Castillo-Pérez, I., & Gálvez-González, F. (2022). Diagnóstico sobre la motivación escolar en estudiantes de ingeniería. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 9(17), Art. 17. <https://doi.org/10.29057/escs.v9i17.7888>
- Serna M., E. (2021). *Revolución en la formación y la capacitación para el siglo XXI*. 1(4), 374-385. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.5708704>
- Verdesoto, G. J. Z., Mora, K. G. R., & Torres, L. H. G. (2018). ANÁLISIS DE LA DESERCIÓN ESTUDIANTIL EN LAS UNIVERSIDADES DEL ECUADOR Y AMÉRICA LATINA. *Revista Pertinencia Académica. ISSN 2588-1019*, 8, Art. 8.
- Vilalta-Perdomo, E., Michel-Villarreal, R., & Thierry-Aguilera, R. (2022). Integrating Industry 4.0 in Higher Education Using Challenge-Based Learning: An Intervention in Operations Management. *Education Sciences*, 12(10), Art. 10.
<https://doi.org/10.3390/educsci12100663>

Willis, S., Byrd, G., & Johnson, B. D. (2017). Challenge-Based Learning. *Computer*, 50(7), 13-16. <https://doi.org/10.1109/MC.2017.216>

Woschank, M., Pacher, C., Miklautsch, P., Kaiblinger, A., & Murphy, M. (2022). The Usage of Challenge-Based Learning in Industrial Engineering Education. En M. E. Auer, H. Hortsch, O. Michler, & T. Köhler (Eds.), *Mobility for Smart Cities and Regional Development—Challenges for Higher Education* (pp. 869-878). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93907-6_93

8. ANEXOS

ANEXO 1: Póster del reto “Hacia un consumo responsable de energía”



RETO

"Hacia un consumo responsable de energía"



7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES






GRAN IDEA: Plantear una alternativa sostenible para la producción de tejas y ladrillos, con un consumo más eficiente de energía

Competencias: Trabajo colaborativo, expresión oral y escrita, resolución de problemas, pensamiento crítico, aplicación de la ingeniería para el desarrollo sostenible.

Resultados de aprendizaje: Identificar y resolver problemas que involucren la transferencia de calor por conducción, convección y radiación.




INICIO

- Entrega de manual e indicaciones
- Formación de equipos
- Formulación de preguntas guía
- Generación de ideas



ESTRATEGIA

- Planteamiento de la metodología para resolver el reto
- Lluvia de ideas
- Trabajo en equipo



ACERCAMIENTO A LA SOLUCIÓN

- Exposición de las posibles alternativas
- Foro entre grupos
- Conversatorios con expertos
- Ajustes a ideas planteadas



PÚBLICACIÓN DE RESULTADOS

- Presentación de la alternativa de solución
- Proceso de reflexión
- Evaluación



TUTORA: Ing. Paulina Echeverría

Mentores / Expertos:
Ing. Daniela Albuja
Ing. Danny Corzo

Información:
https://drive.google.com/drive/folders/1ovrwM5AeyeUjLkZCwAE594O1f6ppSLLt?usp=share_link

ANEXO 2: Manual para el estudiante del reto “Hacia un consumo responsable de energía”



RETO

**“HACIA UN CONSUMO
RESPONSABLE DE
ENERGÍA”**

Manual para el participante

Elaborado por:
Paulina Echeverría

Diciembre 2021

ANEXO 3: Evaluaciones formativas de seguimiento

Primera evaluación formativa de seguimiento

Evaluación de seguimiento de segundo avance				
Fecha: 22 - 12 - 2022				
Nº	Ítem	Sí	No	Observación
1	El grupo está conformado			Integrantes:
2	Nombre del equipo			Nombre:
3	Hemos decidido el medio de comunicación del grupo			Medio de comunicación:
4	Hemos leído los Objetivos de Desarrollo Sostenible 7 y 12			
5	Hemos leído el manual del reto			
6	Hemos planteado preguntas generadoras para buscar la solución del reto			Preguntas:
7	Hemos investigado sobre la producción artesanal de ladrillos y tejas			

Segunda evaluación formativa de seguimiento

Evaluación de seguimiento del tercer avance				
Fecha: 05 - 01 - 2023				
Nº	Ítem	Sí	No	Observación
1	Hemos generado ideas para la solución del reto			
2	Tenemos una metodología planteada para resolver la pregunta generadora			
3	Hemos trabajado en equipo y todos han colaborado en el planteamiento de la solución			
4	Hemos aplicado los conceptos revisados en clases en el planteamiento de la solución del reto			
5	Tenemos un correcto manejo del tiempo			
6	Mantenemos una comunicación constante entre todos los integrantes del grupo			
7	Hemos leído la rúbrica de evaluación final			

ANEXO 4: Rúbrica para la evaluación de las soluciones propuestas para el reto

Rúbrica para la evaluación heterogénea sumativa del reto						
Aspecto	Sobresaliente 100 - 75 %	Muy bueno 74 - 50 %	Bueno 49 - 25 %	Inadecuado 24 - 0 %	Puntuación	Observación
Aplicación de conocimientos	Aplica correctamente los conceptos de transferencia de calor por conducción, convección y radiación en la solución presentada	Aplica parcialmente los conceptos de transferencia de calor por conducción, convección y radiación en la solución presentada	Aplica incorrectamente los conceptos de transferencia de calor por conducción, convección y radiación en la solución presentada	No aplica los conceptos de transferencia de calor por conducción, convección y radiación en la solución presentada	/15	
Contenido	El trabajo demuestra una investigación exhaustiva del tema, con información relevante y actualizada	El trabajo demuestra una investigación parcial del tema, con información relevante y actualizada	El trabajo demuestra una investigación deficiente del tema, con información relevante y actualizada	El trabajo no demuestra una investigación del tema, con información relevante y actualizada	/15	
Idea de solución al reto (Creatividad)	La solución planteada es altamente innovadora y creativa	La solución planteada es parcialmente innovadora y creativa	La solución planteada es poco innovadora y creativa	La solución planteada no es innovadora y creativa	/10	
Diseño y Factibilidad de la solución (Resolución de problemas y pensamiento crítico)	La solución es realista y aporta a la idea generadora del reto	La solución es parcialmente realista y aporta a la idea generadora del reto	La solución es poco realista y aporta a la idea generadora del reto	La solución no es realista y aporta a la idea generadora del reto	/10	
Exposición de los resultados (Expresión oral)	La exposición es coherente y fluida, no se notan secciones diferentes en fondo y forma. Las explicaciones son claras y demuestran conocimiento del tema. Responden a las preguntas realizadas por los compañeros. Se ajustan al tiempo asignado.	La exposición es parcialmente coherente y fluida, ciertas secciones tienen diferentes en fondo y forma. Las explicaciones son parcialmente claras y demuestran conocimiento parcial del tema. Responden parcialmente a las preguntas realizadas por los compañeros. Se ajustan parcialmente al tiempo asignado.	La exposición es poco coherente y fluida, ciertas secciones tienen diferentes en fondo y forma. Las explicaciones son poco claras y demuestran poco conocimiento del tema. Responden poco a las preguntas realizadas por los compañeros. No se ajustan al tiempo asignado.	La exposición no es coherente y fluida, ciertas secciones tienen diferentes en fondo y forma. Las explicaciones no son claras y demuestran conocimiento del tema. No responden a las preguntas realizadas por los compañeros. No se ajustan al tiempo asignado.	/10	
Presentación de los resultados (Expresión escrita)	La presentación de resultados es clara, no tiene faltas ortográficas, errores gramaticales o de redacción, es dinámica, incluye figuras y recursos multimedia, se incluyen referencias bibliográficas.	La presentación de resultados es parcialmente clara, tiene pocas faltas ortográficas, errores gramaticales o de redacción, es poco dinámica, incluye pocas figuras y recursos multimedia, se incluyen solamente algunas referencias bibliográficas.	La presentación de resultados es poco clara, tiene muy pocas faltas ortográficas, errores gramaticales o de redacción, es muy poco dinámica, incluye muy pocas figuras y recursos multimedia, se incluyen muy pocas referencias bibliográficas.	La presentación de resultados no es clara, tiene faltas ortográficas, errores gramaticales o de redacción, no es dinámica, no incluye figuras y recursos multimedia, no se incluyen referencias bibliográficas.	/10	
Trabajo colaborativo	El trabajo demuestra la participación de todos los integrantes en la solución en forma equitativa	El trabajo demuestra la participación parcial de algunos integrantes en la solución	El trabajo demuestra poca participación de algunos integrantes en la solución	El trabajo no demuestra participación de algunos integrantes en la solución	/10	
TOTAL					/80	

ANEXO 5: Rúbrica para la coevaluación del desarrollo del reto

Coevaluación del grupo						
Aspecto	Descripción	Integrante 1	Integrante 2	Integrante 3	Integrante 4	Integrante 5
Participación	Asistió a todas las reuniones y participó de forma activa	/2	/2	/2	/2	/2
Aportes	Proporcionó ideas para el desarrollo de la solución al reto	/2	/2	/2	/2	/2
Cumplimiento	Cumplió con todas las actividades encomendadas y responsabilidades	/2	/2	/2	/2	/2
Apoyo	Apoya a todos los miembros del grupo y facilita el trabajo colaborativo	/2	/2	/2	/2	/2
Actitud	Tuvo una actitud positiva y buen manejo de la incertidumbre	/2	/2	/2	/2	/2
TOTAL		/10	/10	/10	/10	/10

ANEXO 6: Rúbrica para la autoevaluación del desarrollo del reto

Autoevaluación	
Aspecto	Valoración
Aplicación de conocimientos	/2
Contenido	/2
Idea de solución al reto (Creatividad)	/2
Diseño y Factibilidad de la solución (Resolución de problemas y pensamiento crítico)	/1
Exposición de los resultados (Expresión oral)	/1
Presentación de los resultados (Expresión escrita)	/1
Trabajo colaborativo	/1
TOTAL	/10

ANEXO 7: Evaluación diagnóstica

12/21/22, 8:55 PM

Evaluación Diagnóstica

Evaluación Diagnóstica

Estimados estudiantes, este es un cuestionario que tiene por objetivo determinar el punto de partida previo al desarrollo del reto "Hacia un consumo responsable de energía". En él se consultará sobre su conocimiento y percepción con respecto a desarrollo sostenible, motivación y metodologías de aprendizaje. Se desarrollará de forma anónima por lo que se solicita responder de manera sincera. Agradezco de antemano su participación.

***Obligatorio**

1. Identificación. La encuesta es anónima por lo que pedimos identificarse mediante su fecha de nacimiento, con formato día mes año, todo junto sin separaciones ni guiones. Por ejemplo: 29011990 *

Aspectos que se abordarán en el reto

2. ¿Conoce cuáles son los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

3. ¿Conoce en qué consiste el Objetivo N° 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Parcialmente

12/21/22, 8:55 PM

Evaluación Diagnóstica

4. ¿Conoce en qué consiste el Objetivo N° 12: Producción y consumo responsable? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Parcialmente

5. ¿Qué tan importante considera usted es cuidar los recursos energéticos? *

Marca solo un óvalo.

Poco importante

1

2

3

4

5

Muy importante

12/21/22, 8:55 PM

Evaluación Diagnóstica

6. ¿Conoce cuál es el proceso de producción de ladrillos y tejas que se emplea en el Cantón Cuenca? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Parcialmente

7. ¿Conoce cuáles son los recursos materiales y energéticos que se emplean en la producción de ladrillos y tejas? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Parcialmente

8. ¿Conoce si la producción artesanal de ladrillos y tejas en Cuenca emplea adecuadamente los recursos energéticos? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Parcialmente

12/21/22, 8:55 PM

Evaluación Diagnóstica

9. ¿Conoce los impactos en el medio ambiente de la producción artesanal de ladrillos y tejas? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Parcialmente

Aspectos pedagógicos

10. ¿Conoce qué son las metodologías activas en el aula? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

11. ¿Conoce qué es la metodología Challenge Based Learning o Aprendizaje basado en retos? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

12/21/22, 8:55 PM

Evaluación Diagnóstica

12. ¿Qué tan importante considera usted que es la implementación de metodologías pedagógicas innovadoras dentro del aula? *

Marca solo un óvalo.

Poco importante

1

2

3

4

5

Muy importante

12/21/22, 8:55 PM

Evaluación Diagnóstica

13. ¿Qué tan motivado se siente usted a las clases de Transferencia de Calor? *

Marca solo un óvalo.

Poco motivado

1

2

3

4

5

Muy motivado

12/21/22, 8:55 PM

Evaluación Diagnóstica

14. ¿Qué tan motivado se ha sentido a realizar las actividades formativas tradicionales antes planteadas por la docente en la asignatura (Por ejemplo: resolución de ejercicios, trabajo de investigación, informes de laboratorio)? *

Marca solo un óvalo.

Poco motivado

1

2

3

4

5

Muy motivado

12/21/22, 8:55 PM

Evaluación Diagnóstica

15. ¿En qué medida considera que la asignatura de transferencia de calor le será útil * en su ejercicio profesional?

Marca solo un óvalo.

Poco útil

1

2

3

4

5

Muy útil

Le agradezco por su participación

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

ANEXO 8: Valoración final del reto

2/6/23, 12:34 PM

Valoración final

Valoración final

Estimados estudiantes, este es un cuestionario tiene por objetivo determinar cuáles son sus percepciones una vez que ha concluido el reto "Hacia un consumo responsable de energía". Se desarrollará de forma anónima por lo que se solicita responder de manera sincera. Agradezco de antemano su participación.

***Obligatorio**

1. Identificación. Se deberá usar la misma que se empleó en la evaluación diagnóstica. Por ejemplo: 29011990 *

Aspectos pedagógicos

2. ¿Qué tan importante considera usted que es la implementación de metodologías pedagógicas innovadoras dentro del aula? *

Marca solo un óvalo.

Poco importante

1

2

3

4

5

Muy importante

2/6/23, 12:34 PM

Valoración final

3. ¿Qué tan motivado se siente usted a las clases de Transferencia de Calor? *

Marca solo un óvalo.

Poco motivado

1

2

3

4

5

Muy motivado

2/6/23, 12:34 PM

Valoración final

4. ¿Qué tan motivado se ha sentido a realizar el reto planteado como actividad de aprendizaje de la asignatura? *

Marca solo un óvalo.

Poco motivado

1

2

3

4

5

Muy motivado

2/6/23, 12:34 PM

Valoración final

5. ¿En qué medida considera que la asignatura de transferencia de calor le será útil *
en su ejercicio profesional?

Marca solo un óvalo.

Poco útil

1

2

3

4

5

Muy útil

2/6/23, 12:34 PM

Valoración final

6. ¿Cómo valoraría el trabajo en equipo? *

Marca solo un óvalo.

Poco útil

1

2

3

4

5

Muy útil

2/6/23, 12:34 PM

Valoración final

7. ¿Qué tan importante considera es la participación de profesionales externos (mentores) como complemento al desarrollo de la asignatura? *

Marca solo un óvalo.

Poco útil

1

2

3

4

5

Muy útil

Le agradezco por su participación

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

ANEXO 9: Encuesta de satisfacción sobre CBL

2/6/23, 12:30 PM

Encuesta final

Encuesta final

Les agradezco por su participación activa en el desarrollo del reto, ahora me gustaría conocer sus percepciones, para ello por favor su ayuda respondiendo las siguientes preguntas de forma anónima.

***Obligatorio**

1. ¿Qué fue lo que más le gusto del reto y desarrollo? *

2. ¿Qué dificultades encontró en el reto y desarrollo? *

Gracias por su participación

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios