



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.1983>

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

Challenge-Based Learning as a teaching-learning strategy of the subject resistance of materials

A Aprendizagem Baseada em Desafios como estratégia de ensino-aprendizagem da disciplina de resistência de materiais

Ciaddy Gina Rodríguez-Borges ^I

ciaddy.rodriguez@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1097-4194>

Jesús Alberto Pérez-Rodríguez ^{II}

jesus.perez@utm.edu.ec

<http://orcid.org/0000-0002-1578-2565>

Lenin Agustín Cuenca-Álava ^{IV}

lenin.cuenca@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5079-9469>

Alina María Bracho-Rodríguez ^{III}

brachoalina@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5176-9579>

María Angélica Henríquez-Coronel ^V

maria.henriquez@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2223-2470>

Correspondencia: ciaddy.rodriguez@utm.edu.ec

***Recibido:** 28 de mayo del 2021 ***Aceptado:** 20 de junio del 2021 * **Publicado:** 01 de julio del 2021

- I. Doctor en Ciencias Técnicas, Magister en Gerencia de Empresas Mención: Gerencia Industrial, Ingeniera Industrial, Profesor de la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Doctor en Ciencias Mención Instrumentación, Ingeniero Electricista, Profesor de la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- III. Abogado, Consultora e Investigadora, Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela.
- IV. Magister en Gerencia Educativa, Ingeniero Eléctrico, Profesor de la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- V. Doctora en Pedagogía, Licenciada en Educación, Profesora de la Universidad técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

Las universidades hoy en día, deben adaptarse a las transformaciones sociales y a cambios en el mundo laboral, por lo que deben convertirse en instituciones dinámicas, capaces de formar profesionales que respondan a las demandas sociales, éticas, con capacidad para solucionar problemas, con capacidad de adaptación, trabajar en equipo, para lograr ser competitivos en el ejercicio de la práctica laboral. Por lo antes mencionado, se ha necesitado la implementación de modelos de enseñanza-aprendizaje activos, centrados en el desarrollo de habilidades, tanto disciplinarias como transversales, en los estudiantes, como lo es el caso del aprendizaje basado en retos. Esta investigación tiene como objetivo identificar los elementos innovadores de la estrategia de aprendizaje basado en retos y su aporte en la generación de nuevos conocimientos y motivación hacia la investigación en los estudiantes universitarios. A los efectos de desarrollar la investigación se empleó la metodología Desk Research, partiendo de la revisión de conceptos teóricos sobre el aprendizaje basado en retos y sus características únicas, por lo que luego de un extenso análisis se determinó que posee elementos innovadores como: el contacto con problemas reales, el vínculo con la práctica profesional, entre otros, y mantiene a los estudiantes motivados durante el reto.

Palabras Claves: Aprendizaje activo; formación universitaria; metodología colaborativa; motivación estudiantil; práctica profesional.

Abstract

Universities today must adapt to social transformations and changes in the world of work, so they must become dynamic institutions, capable of training professionals who respond to social and ethical demands, with the ability to solve problems, with the ability to adapt, work as a team, to be competitive in the exercise of work practice. Due to the aforementioned, it has been necessary to implement active teaching-learning models, focused on the development of skills, both disciplinary and transversal, in students, as is the case of challenge-based learning. This research aims to identify the innovative elements of the challenge-based learning strategy and their contribution to the generation of new knowledge and motivation towards research in university students. For the purposes of developing the research, the Desk Research methodology was used, starting from the review of theoretical concepts about challenge-based learning and its unique characteristics, so after an extensive analysis it was

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

determined that it has innovative elements such as: contact with real problems, the link with professional practice, among others, and keeps students motivated during the challenge.

Keywords: Active learning; university training; collaborative methodology; student motivation; professional practice.

Resumo

As universidades hoje devem se adaptar às transformações e mudanças sociais do mundo do trabalho, para que se tornem instituições dinâmicas, capazes de formar profissionais que respondam às demandas sociais e éticas, com capacidade de resolução de problemas, capacidade de adaptação., Trabalhar como uma equipe, para ser competitiva no exercício da prática de trabalho. Diante do exposto, tornou-se necessária a implantação de modelos ativos de ensino-aprendizagem, voltados para o desenvolvimento de competências, tanto disciplinares quanto transversais, nos alunos, como é o caso da aprendizagem por desafios. Esta pesquisa visa identificar os elementos inovadores da estratégia de aprendizagem baseada em desafios e sua contribuição para a geração de novos conhecimentos e motivação para a pesquisa em estudantes universitários. Para efeito de desenvolvimento da pesquisa, foi utilizada a metodologia de Desk Research, partindo da revisão de conceitos teóricos sobre a aprendizagem baseada em desafios e suas características singulares, portanto, após uma extensa análise, determinou-se que possui elementos inovadores como: contato com problemas reais, o vínculo com a prática profissional, entre outros, e mantém os alunos motivados durante o desafio.

Palavras-chave: Aprendizagem ativa; formação universitária; metodologia colaborativa; motivação do aluno; pratica profissional.

Introducción

En la actualidad, el mercado laboral exige contar con profesionales altamente cualificados, cuyos conocimientos vayan más allá de los conocimientos técnicos, en consecuencia, las competencias transversales, como la comunicación, el trabajo en equipo y el liderazgo, se han convertido en una parte clave del currículum del profesional (Rodríguez-Borges, Bowen-Quiroz, Pérez-Rodríguez, & Rodríguez-Gámez, 2020). Esto ha despertado el interés de las universidades en implementar modelos de enseñanza-aprendizaje centrados en el estudiante, los cuales contribuyan significativamente en el

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

desarrollo de sus habilidades tanto disciplinarias como transversales. (Cuevas-Ortuño, & Huegel, 2020)

En la actualidad, la sociedad está sufriendo cambios muy profundos, lo que hace necesario que la universidad se adapten a los mismos, para poder responder a las exigencias sociales y retos que enfrenta los profesionales, de lo contrario pueden convertirse en instituciones obsoletas (Mora, 2004), la universidades estan llamada a tener una tasa alta de capacidad de respuesta a los cambios y exigencia de la sociedad, para formar al profesional capaces de enfrentar la realidad de la práctica laboral (Pérez Rodríguez, Rodríguez Borges, Pérez, & Bowen, 2020)

En el pasado, se tenía como criterio en la enseñanza-aprendizaje, la importancia del profesor como eje principal, el cual a través de sus lecciones dotaba a los alumnos de conocimientos en las asignaturas, y es a partir de las teorías aprendizajes basadas en constructivismo, de Jean Piaget y Lev Vygotsky (Rodríguez -Borges, Perez Rodriguez, Lituma Ramirez, & Perez Baltar, 2020), en las cuales el alumno pasa a ser el principal protagonista de su propio aprendizaje (dentro y fuera del aula), empleando para ello, nuevas dinámica y metodologías en las que el alumno debe desarrollar actividades, que le permitirán diseñar, construir e intercambiar ideas para la construcción de artefactos o desarrollo de proyectos (Pérez-Rodríguez, Rodríguez-Borges, Rodríguez, & Villacreses, 2020)

Para muchos incluso, la necesidad del aula y la figura del profesor pueden quedar en pasar a un segundo plano, con la incorporación de la TICS y de modelos de enseña en plataformas virtuales (Mereles, 2020; Pérez Rodríguez et al., 2020). En consecuencia, cada día existe nuevas formas de aprendizaje formal y autónomas que se hace visible que el procesos enseñanza aprendizaje, debe ser liderado por el alumno a su ritmo y basado en la construcción del conocimientos empleando diversas estrategias apoyados en las tecnologías (Martínez Eguillor, 2020)

A lo largo de este tipo de procesos de enseñanza aprendizaje, se debe contar con la motivación de los estudiantes para el desarrollo de las actividades, y es precisamente, la motivación lo que le permitirá alcanzar el desarrollar competencias transversales, deseadas para ser alcanzadas, a través de la metodología del aprendizaje basado en retos (ABR), como una experiencia donde el objetivo es buscar soluciones a problemas contextualizados en el mundo real, logrando presentar una idea innovadora de integración de conocimientos (permite logran aplicar los contenidos curriculares de un conjunto de asignatura), y una estrategia eficiente para la motivación de los alumnos, en la cual se

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

emplea la combinación de actividades de construcción de conocimientos con creatividad (Martínez Eguillor, 2020).

En líneas generales, el ABR es una metodología activa, en la que los estudiantes toman las riendas de su aprendizaje con una actitud crítica, reflexiva y cívica. Desde la curiosidad y el análisis de la realidad que les rodea, los alumnos intentan buscar solución a un problema de su entorno. Éste se encuentra sustentado en el enfoque del aprendizaje cognitivo, en el que el aprendizaje es el resultado de la interpretación o transformación de los materiales de conocimiento por parte del alumno. Por consiguiente, el alumno, se adueña del control del proceso de aprendizaje y, va creando su propio conocimiento de manera autónoma y autorregulada (Martínez Eguillor, 2020).

Esta búsqueda de soluciones, propician una experiencia de aprendizaje que se desarrolla en un contexto definido y ajeno al aula, donde los participantes deben enfrentar una serie de actividades que en conjunto representan un reto extraordinario, que no puede ser resuelto de forma individual y requiere un abordaje interdisciplinario, creativo y reflexivo, con la participación coordinada de diferentes actores: alumnos, profesores y expertos externos (Olivares, Cabrera & Valdez-García, 2018).

Este novedoso enfoque pedagógico, se ha incorporado en áreas de estudio como la ciencia y la ingeniería, e involucra ubicar al estudiante en una perspectiva del mundo real, asociando el aprendizaje al hacer o actuar del estudiante respecto a un tema de estudio (Jou, Hung y Lai, 2010). Gracias a este acercamiento ofrece un marco de aprendizaje centrado en el estudiante que emula las experiencias de un lugar de trabajo moderno (Santos, Fernandes, Sales y Nichols, 2015).

Es posible considerar el ABR, como parte de la familia de metodologías agrupadas bajo el nombre de Aprendizaje Vivencial, tal es caso: Aprendizaje Basado en Casos, Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en Problemas. Sin embargo, existe una diferencia clara entre los tres, pues en el aprendizaje basado en problemas se utilizan datos ficticios para el desarrollo de los problemas. El objetivo no es resolver el problema si no utilizarlo para el desarrollo del aprendizaje. La solución es tangible o es una propuesta de solución de un problema. En cuanto al Aprendizaje Basado en Proyectos, al momento de plantear un proyecto ya se ha inducido una dirección, un destino al que llegar. (Larmer, 2015; Lovell y Brophy, 2014).

Por último, el atributo del ABR, consiste en que ofrece a los alumnos problemáticas reales en un contexto histórico actual, relacionadas a los objetivos que se pretenden desarrollar en determinado

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

curso, por lo que pueden variar según la titulación, y la dirección de la solución es decidida por los propios alumnos.

La posibilidad de trabajar sobre situaciones reales, acerca de un problema con implicaciones reales, permite a los estudiantes sentirse identificados, implicados o reflejados, conscientes de necesidad de buscar una solución real y aplicable al desarrollo en un entorno de incertidumbre, por el que los alumnos no conocen cuál será la solución final e incluso si habrá una solución final. Los entornos pueden ser desde su centro de estudios (espacios maker), casas, barrios o comunidades locales, hasta niveles globales (Martínez Eguillor, 2020).

El desarrollo del reto en un entorno real, y la búsqueda de soluciones para la implementación real de los contenidos marcan la diferencia. (Tecnológico de Monterrey, 2016), esta estrategia se apoya en otras, tales como: aula invertida o flipped classroom, la cual ha sido implementada para lograr incentivar a los alumnos brindándoles información previa realización de la actividad, para que este asuma un rol más activo en su proceso de aprendizaje, esta información e investigación previa por parte del alumno, permite aumentar su seguridad y motivación, despertando en los alumnos sumidos en el ABR un nuevo interés por ser él, el constructor de su aprendizaje (Navarro Fierros, 2013).

Todo lo antes expuesto, conlleva a establecer la necesidad de realizar un estudio con el objetivo de identificar los elementos innovadores de la estrategia de aprendizaje basado en retos y su aporte en la generación de nuevos conocimientos y motivación en los estudiantes de la asignatura resistencia en los materiales de producción carrera de ingeniería industrial

Materiales y Métodos

Una vez determinado del objetivo principal de la investigación, se procedió a identificar como metodología a seguir, denominada Desk Research, en la cual se efectúa una revisión sistemática de las investigaciones previas sobre el tema de estudios y se procede a efectuar un análisis que permita determinar las conclusiones válidas a la problemática planteada, esta metodología puede ser aplicada en los casos en los cuales la recolección de datos, no es factible, apropiada o ética, porque se prefiere realizar la investigación revisando y analizando publicaciones realizadas en estudios con datos secundarios, dada las facilidades que se presentan en la actualidad a través del internet y revisión bibliográfica (Reina-Olmedo, 2020).

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

En la investigación se empleó como guía para el proceso de selección de los estudios a considerar, los artículos relacionados con las palabras claves: Aprendizaje basado en retos, aula invertida, formación universitaria, metodología colaborativa, motivación estudiantil. Con la finalidad de dar respuestas al objetivo propuesto: Identificar los elementos innovadores de la estrategia de aprendizaje basado en retos y su aporte en la generación de nuevos conocimientos y motivación hacia la investigación en los estudiantes universitarios.

Posteriormente, se procedió a sintetizar los criterios esgrimidos por los diferentes autores que han tratado la temática, efectuando un análisis consolidado de los hallazgos encontrado y finalmente se exponen las conclusiones alcanzadas en el estudio.

Análisis y Discusión de Resultados

Los resultados alcanzados en esta investigación partieron del objetivo de identificar los elementos innovadores de la estrategia de aprendizaje basado en retos y su aporte en la generación de nuevos conocimientos y motivación hacia la investigación en los estudiantes universitarios.

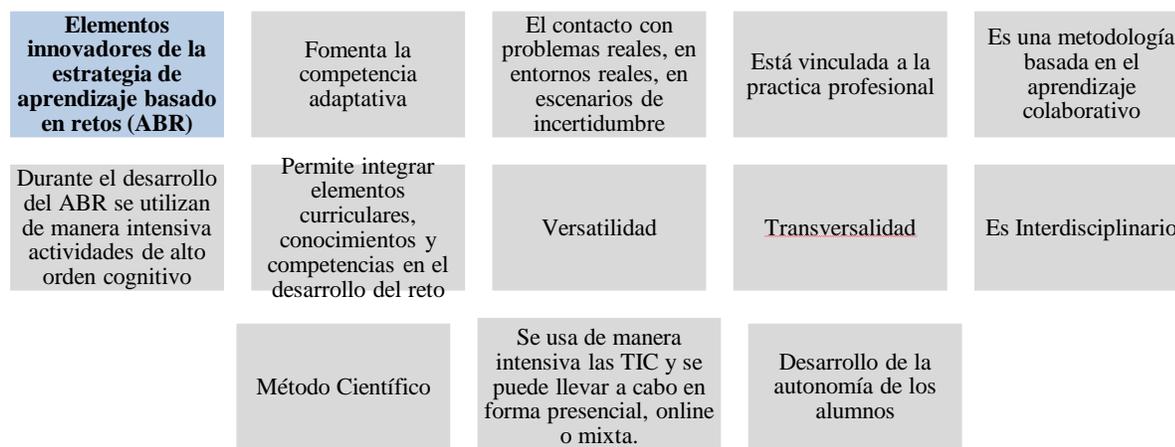
Como se presenta, en el trabajo de Martínez Eguillar (2020), este plantea la necesidad de determinar si el aprendizaje basado en retos contribuye a preparar a los alumnos y capacitarlos para afrontar el escenario de incertidumbre profesional que la evolución tecnológica está generando y al que se van a enfrentar en los próximos años (Rodríguez -Borges et al., 2020), y por tanto, que competencias que necesitarán desarrollar, generando a su vez motivación por el aprendizaje intrínseco necesario para el abordaje del reto.

Según el Comité de Desarrollos en la Ciencia del Aprendizaje en trabajo conjunto con la Comisión de Investigación del Aprendizaje y Educación Práctica, el aprendizaje basado en retos consta de tres elementos necesarios para que se dé un aprendizaje efectivo, a saber: el elemento de emoción, el elemento de motivación y el elemento de cognición. (Committee on Developments in the Science of Learning with additional material from the Committee on Learning Research and Educational Practice, 2000)

De acuerdo con Martínez Eguillar (2020), el ABR, tiene aportes únicos e intrínsecos a esta metodología, que la hacen destacar y diferenciarse de las diversas metodologías de educación emergentes. Los elementos innovadores de la estrategia de ABR, se encuentran identificados en la tabla 1, como se muestra a continuación:

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

Figura 1: Elementos Innovadores del ABR. Adaptado de: Martínez Eguillar, 2020



En representación de lo descrito en la figura 1, se plantea que el contacto con problemas reales, en entornos reales, en escenarios de incertidumbre y el riesgo de no conseguir el objetivo, esto genera que los alumnos se motive e intente lograr desarrollar el proyecto, independiente del éxito del reto o de su fracaso, la vivencia tendrá un impacto, que hará que el alumno interiorice el aprendizaje.

En cuanto a fomentar la “competencia adaptativa”, se refiere a la habilidad que adquiere el alumno al desarrollar diferentes roles durante el desarrollo del reto. Asimismo, durante el desarrollo de un ejercicio ABR se utilizan de manera intensiva actividades de alto orden cognitivo medidos según la taxonomía de Bloom (Martínez Eguillar, 2020).

Se dice que es una metodología basada en el aprendizaje colaborativo, pues implica una alta colaboración y trabajo en equipo, la cual permite integrar elementos curriculares, conocimientos y competencias en el desarrollo del reto y la experiencia forjada se encuentra vinculada a la práctica profesional. Se le caracteriza de interdisciplinar (Rodríguez-Borges et al., 2020) , debido que en un mismo reto se pueden desarrollar aprendizajes de diferentes ámbitos de conocimiento y competencia. (Tecnológico de Monterrey, 2016)

La transversalidad, está implicada en cada una de las tareas a desarrollar en el reto, dado el grado de incertidumbre, es importante sumar todo los conocimiento adquiridos por los integrantes del equipo, estas actividades amerita llegar a desarrollar competencias y contenidos transversales, en lo que resultan muy importantes integrar lo aprendido a lo largo de la vida, conocido como longlife learning

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

(Sepúlveda, 2017). Por consiguiente, los alumnos logran desarrollar un nivel de autonomía al auto dirigir el proceso de búsqueda de información, organización, planificación, seguimiento de tareas, habilidades sociales y comunicativas, toma de decisiones consensuadas y basadas en datos y más. (Martínez Eguillar, 2020).

Por otro lado, en su desarrollo se usan de manera intensiva, las tecnologías de información y comunicación (TICS), además de contar con la posibilidad de que esta metodología se puede llevar a cabo tanto en forma presencial, online o mixta (Cobbett, 2013). En relación, a la incógnita acerca de si esta metodología contribuye a despertar la motivación de los estudiantes universitarios, acorde con el estudio de Martínez Eguillar (2020) afirma, que abandonar los hábitos adquiridos, los marcos de pensamiento en los que se sustentan las decisiones que toman, las acciones que realizan o no quieren realizar, el entorno de seguridad y confort que proporciona lo conocido es costoso.

El reto propuesto, es un acercamiento a la realidad de los futuros profesionales en los que se les va a solicitar de manera cíclica, que se enfrenten con entorno que no brindan ni seguridad, ni confort y la certidumbre de los resultados, para volver a crear un marco conceptual en el que se adapten y desarrollen nuevas ideas y conocimientos, que se reflejarán en hábitos de trabajo y decisiones.

El motor que anima a dejar atrás el confort y seguridad, y adentrarse en espacios de incertidumbre, emplear nuevos métodos y experimentar, es la motivación, esta permitirá enfrentar los desafíos, en un aprendizaje que aborda el entender, planificar, desarrollar y manejar su motivación en conjunto con un equipo colaborador. Esta habilidad, será el cimiento sobre las que se apoyarán, para desarrollar las demás competencias. (Martínez Eguillar, 2020)

El Aprendizaje Basado en Retos es una herramienta para avivar la motivación de los alumnos, especialmente la motivación intrínseca, necesaria en la actualidad demanda, debido al amplio conjunto de distractores a los que se enfrentan los jóvenes en la actualidad. Por lo que la universidad, debe recurrir a los escenarios reales y para buscar identificación y compromiso ante el entorno retador (Johnson y Adams, 2011)

En conclusión, el ABR es un enfoque pedagógico que se ha incorporado en áreas de estudio como la ciencia y la ingeniería, en el cual se demanda una perspectiva del mundo real, y se propone que el aprendizaje implique un “hacer” o “actuar del estudiante” respecto a un tema de estudio (Jou, Hung y Lai, 2010). La posición asumida por el ABR ofrece un marco de aprendizaje centrado en el estudiante que emula las experiencias de un lugar de trabajo moderno (Santos, Fernandes, Sales y

Nichols, 2015), fomentando el desarrollo de las competencias claves, como el trabajo colaborativo y multidisciplinario, la toma de decisiones, la comunicación avanzada, la ética y el liderazgo (Malmqvist, Rådberg y Lundqvist, 2015).

Metodología propuesta para la aplicación del Aprendizaje Basado en Retos

A continuación se presenta un ejemplo desarrollado en la Universidad Técnica de Manabí, en la cual algunos docente incorporan en el marco propuesto actividades basadas en el Aprendizaje Basado en Retos, encontrando resultados favorable en el aprendizaje y aplicación del contenido de la materia resistencia de los materiales de producción, en la que los estudiantes, debe realizar ejercicio de construcción de una maquina que permita el reciclado de material plástico.

Para ello, los alumnos deben desarrollar su rol de trabajo en equipo multidisciplinario entre los miembros del grupo, quienes se propongan a la búsqueda de soluciones a un problema dado. Para exponer en detalle cómo desarrollar esta metodología, se expondrá el ejemplo que se plantea a continuación.

a continuación se presenta un esquema general bajo el cual puede realizarse este novedoso método de enseñanza-aprendizaje:

- 1. Idea General:** Es un concepto amplio que puede ser explorado en múltiples formas, es atractivo, de importancia para los estudiantes y para la sociedad. Es un tópico con significancia global, por ejemplo las reutilización de materiales para la construcción de dispositivos, para ello debe tener considerar los criterios de selección de materiales
- 2. Pregunta Esencial:** Por su diseño, la idea general posibilita la generación de una amplia variedad de preguntas. El proceso se va acotando hacia la pregunta esencial que refleja el interés de los estudiantes y los contenidos impartidos sobre propiedad de los materiales, ingeniería inversa y criterios de selección. Crea un enfoque más específico para la idea general y guía a los estudiantes hacia aspectos más manejables del concepto global. ¿Qué solución brindara el equipo propuesto a la sociedad? ¿Qué finalidad cumplirá el equipo?
- 3. Reto:** Surge de la pregunta esencial, es articulado e implica a los estudiantes crear una solución específica que resultará en una acción concreta y significativa. El reto está enmarcado para abordar la idea general y las preguntas esenciales con acciones locales. Elaborar un equipo

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

que permita el reciclaje de algún tipo de residuo generado en la sociedad, tomando para ello en consideración los conceptos de diseño y propiedades de los materiales.

- 4. Preguntas, Actividades y Recursos Guía:** Son generados por los estudiantes, representan el conocimiento necesario para desarrollar exitosamente una solución y proporcionar un mapa para el proceso de aprendizaje. Los estudiantes identifican lecciones, simulaciones, actividades, recursos de contenido para responder las preguntas guía y establecer el fundamento para desarrollar las soluciones innovadoras, profundas y realistas.

¿Qué propiedades debe cumplir en sus operaciones, las partes que conforman el equipo propuesto?
¿Qué criterios de selección fueron empleados para la selección del material? ¿Cómo puede realizarse el proceso de ensamblaje?

- 5. Solución:** Cada reto establecido es lo suficientemente amplio para permitir una variedad de soluciones. La solución debe ser pensada, concreta, claramente articulada y factible de ser implementada en la comunidad local.
- 6. Implementación:** Los estudiantes prueban la eficacia de su implementación en un ambiente auténtico. El alcance de esta puede variar enormemente dependiendo del tiempo y recursos, pero incluso el esfuerzo más pequeño para poner el plan en acción en un ambiente real es crítico. Los alumnos dispondrán de 8 semanas, para elaborar el prototipo de la máquina y construirlo, previo un trabajo de diseño y de respuestas formuladas en el reto. ¿Es posible la creación de una máquina para el reciclado de desecho, construida considerando un conjunto de criterios para la selección de los materiales ¿
- 7. Evaluación:** Puede y debe ser conducida a través del proceso del reto. Los resultados de la evaluación formal e informal confirman el aprendizaje y apoyan la toma de decisiones a medida que se avanza en la implementación de la solución. Tanto el proceso como el producto pueden ser evaluados por el profesor. El proceso de evaluación se desarrolla en conjunto sobre el aprendizaje de los contenidos (resultados del proceso) y sobre la presentación final del equipo de la máquina construida, debiendo señalarse el proceso (materias integradas para alcanzar el objetivo) y no solo el resultado alcanzado.
- 8. Documentación y publicación:** Estos recursos pueden servir como base de un portafolio de aprendizaje y como un foro para comunicar su solución con el mundo. Se emplean blogs, videos y otras herramientas. Finalmente los estudiante deben plasmar en un video, cada una

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

de las reuniones realizadas, y las fases que fue experimentando el reto, señalando colaboradores externos (en caso de haberlos) y criterios empleados

- 9. Reflexión y diálogo:** Mucho del aprendizaje profundo tiene lugar al considerar este proceso, donde el alumno toma conciencia del aprendizaje y aporte multidisciplinario del equipo, se reflexiona sobre el aprendizaje propio, sobre las relaciones entre el contenido, los conceptos y la experiencia e interactuando con el equipo, las fuentes de información y las estrategias que debieron formular para alcanzar el resultado.

En la figura 2. Se presenta una de las actividades desarrolladas por el docente para que se expusiera parte del avance en el reto y cada uno de los grupos indicara, algunas dificultades superadas

Figura 2: Grupos de alumnos mostrando avances en la construcción de la máquina recicladora



Finalmente, se alcanzaron a comprender los contenidos de la asignatura de forma teórica y práctica, y a su vez, se logró simultáneamente integrar los contenidos transversalmente impartidos hasta el cuarto nivel de la carrera. Cada uno de los equipos, lograron superar el reto, desde su visión y ámbito de respuesta, respetando criterios y pautas fijado por el docente, la capacidad de respuesta obedeció a un trabajo colaborativo, donde se integraron personal que trabaja en los laboratorios de ingeniería mecánica e incluso familiares con sus conocimientos, quienes también se sumaron al reto, para apoyar a cada uno de los equipos. En la exposición realizada mediante videos, los estudiantes indicaron como les fueron aportando ideas, los conocimientos que obtenidos en diferentes

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

asignaturas, como: Fluidos, termodinámica, cálculo, física, entre otras, e incluso como mediante las TICs y consultas a “expertos” pudieron alcanzar el objetivo del reto. La satisfacción y la motivación estuvieron presentes a lo largo de todo el aprendizaje tanto en alumnos como en el docente, lo que se ilustra mediante la figura 3.

Figura 3: Grupo de alumnos UTM integrados en el reto de construcción de equipo para el reciclaje de materiales



Conclusiones

El ABR es una metodología activa en la que los estudiantes toman las riendas de su aprendizaje desde los conocimientos adquiridos previamente en los cursos de ingeniería, para a partir de estos conocimientos realizar análisis de la realidad que les rodea, e intentan buscar solución a un problema de su entorno. Presenta características diferenciadoras de otras metodologías de aprendizaje Vivencial, junto con el Aprendizaje Basado en Casos, Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en Problemas.

Sobresale entre las metodologías del aprendizaje activo, por contar con diversos elementos como lo son: el contacto con problemas reales, el vínculo estrecho con la práctica profesional, su interdisciplinariedad, transversalidad, uso de las TICs, entre otras. Por lo que los estudios bibliográficos consultados aseveran que propicia un incremento de la motivación en los estudiantes universitarios al abandonar los hábitos adquiridos para enfrentar los desafíos que se avecinan los

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

alumnos y futuros profesionales van a necesitar aprender a entender, desarrollar y manejar su motivación.

Ciertamente, la metodología conocida como Aprendizaje Basado en Retos incrementa la motivación de los estudiantes universitarios durante el desarrollo del reto, tal como fue la experiencia desarrollada en la asignatura resistencia de materiales de producción, en la cual los alumnos fueron capaces de integrar sus conocimientos previos con los conocimientos generados en la asignatura para lograr la construcción equipo reciclador de plásticos.

Referencias

1. Cobbett, S. L. (2013). Challenge-Based Learning Cycles Online. IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2013), (Celda), 341–344.
2. Committee on Developments in the Science of Learning with additional material from the Committee on Learning Research and Educational Practice (2000). How Experts Differ from Novices. In *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. <https://doi.org/10.17226/9853>
3. Cuevas-Ortuño, J., & Huegel, J. C. (2020). Serious Games or Challenge-based Learning-A comparative analysis of learning models in the teaching of lean manufacturing. 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Doi: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125393.
4. Johnson, L., y Adams, S. (2011). *Challenge Based Learning: The Report from the Implementation Project*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Recuperado de: <http://www.nmc.org/pdf/2011-challenge-based-learning-report-implementation-project.pdf>
5. Jou, M., Hung, C. K., y Lai, S. H. (2010). Application of Challenge Based Learning Approaches in Robotics Education. *International Journal of Technology and Engineering Education*, 7(2), 1-42. Recuperado de: <http://ijtee.org/ijtee/system/db/pdf/72.pdf>
6. Larmer, J. (2015). *Project-Based Learning vs. Problem-Based Learning vs. X-BL*. Recuperado de: <http://www.edutopia.org/blog/pbl-vs-pbl-vs-xbl-john-larmer>
7. Lovell, M. D., y Brophy, S. P. (2014). Transfer effects of challengebased lessons in an undergraduate dynamics course (ID 10539). *Proceedings of the 121st ASEE Annual*

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

- Conference Exposition, American Society for Engineering Education, Indianapolis, EUA.
Recuperado de:
https://nees.org/resources/12762/download/ASEE2014_Transfer_Effects_of_Challenged-Based_Lessons_in_an_Undergraduate_Dynamic.pdf
8. Malmqvist, J., Rådberg, K. K., y Lundqvist, U. (2015). Comparative Analysis of Challenge-Based Learning Experiences. Proceedings of the 11th International CDIO Conference, Chengdu University of Information Technology, Chengdu, Sichuan, P.R. China. Recuperado de: http://rick.sellens.ca/CDIO2015/final/14/14_Paper.pdf
 9. Martínez Eguillor, E. (2020). Aprendizaje basado en retos. Preparar personas que van a afrontar los desafíos del Siglo XXI en el ámbito de la Formación Profesional.
 10. Mora, J. G. (2004). La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento. *Revista Iberoamericana de educación*, 35(1), 13-37.
 11. Mereles, M. G. (2020). Aprender y enseñar mediados por entornos virtuales. *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías emergentes en el desarrollo de las STEM*, 2(1), 22-41. <http://www.revistas.unp.edu.ar/index.php/rediunp/article/view/156>
 12. Navarro Fierros, S. (2013). El aprendizaje activo como propuesta de aprendizaje en ciencias en la Secundaria Foránea 75 de San Antonio Tlayacapan. *Revista de educación y desarrollo*, 26, 73-78. http://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/anteriores/26/026_Navarro.pdf
 13. Olivares, S. L. O., Cabrera, M. V. L., & Valdez-García, J. E. (2018). Aprendizaje basado en retos: una experiencia de innovación para enfrentar problemas de salud pública. *Educación Médica*, 19, 230-237. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.10.001>
 14. Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3146>
 15. Mereles, M. G. (2020). Aprender y enseñar mediados por entornos virtuales. *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías emergentes en el desarrollo de las STEM*, 2(1), 22-41. Retrieved from <http://www.revistas.unp.edu.ar/index.php/rediunp/article/view/156>
 16. Pérez-Rodríguez, J. A., Rodríguez-Borges, C. G., Rodríguez, M., & Villacreses, C. F. (2020). Espacios maker: herramienta motivacional para estudiantes de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. *Revista Espacios*, 41(02). Retrieved from <https://www.revistaespacios.com/a20v41n02/a20v41n02p12.pdf>

Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales

17. Pérez Rodriguez, J. A., Rodriguez Borges, C. G., Pérez, A. V., & Bowen, C. A. (2020). Emulation of System as Strategy for Teaching of Mechanical System. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(2). Retrieved from <https://www.psychosocial.com/article/PR200368/9917/>
18. Rodríguez-Borges, C. G., Bowen-Quiroz, C. A., Pérez-Rodríguez, J. A., & Rodríguez-Gámez, M. (2020). Evaluación de las capacidades de aprendizaje colaborativo adquiridas mediante el proyecto integrador de saberes. *Formación universitaria*, 13(6), 239-246. Retrieved from https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-50062020000600239&lng=es&nrm=iso
19. Rodriguez -Borges, C. G., Perez Rodriguez, J. A., Lituma Ramirez, E. D., & Perez Baltar, A. B. (2020). Software Development for Transformer Model Supporting Significant Learning Electrical Machines. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(2). Retrieved from <https://www.psychosocial.com/article/PR200373/9933/>
20. Reina-Olmedo, L. (2020). Fuente Liviana. Plan de Comunicación. Retrieved from <https://repositori.upf.edu/handle/10230/44093>
21. Sepúlveda, M. (2017). Las competencias transversales, base del aprendizaje para toda la vida. XVIII Encuentro Internacional Virtual Educa, 1–19. Retrieved from <http://recursos.portaleducoas.org/sites/default/files/5073.pdf>
22. Suárez Forero, D. J. (2019). Aprendizaje basado en retos como estrategia metodológica para el área de tecnología. (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Monterrey.
23. Tecnológico de Monterrey. (2016). Aprendizaje Basado en Retos. In *EduTrends*.
24. Santos, A. R., Sales, A., Fernandes, P., y Nichols, M. (2015). Combining Challenge-Based Learning and Scrum Framework for Mobile Application Development. In *Proceedings of the (2015). ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 189-194). Nueva York, EUA: ACM.