



Estrategia Didáctica de implementación del Aprendizaje Basado en la Creación en Cálculo Integral

Eduardo Emiliano **Muñoz** Ortiz
Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica
Costa Rica
eduardo.munos@ucr.ac.cr

Resumen

El modelo de enseñanza tradicional ha sido ineficiente para contrarrestar la apatía, el bajo rendimiento académico, la repetición o la deserción en la universidad. En respuesta a estos desafíos, se plantea el uso de metodologías activas que posicionan al estudiante como protagonista de su aprendizaje, promueve su participación, fomentan el pensamiento crítico y le brindan la oportunidad de demostrar su comprensión y habilidades en contextos prácticos. Se propone una estrategia didáctica apoyada en el Aprendizaje Basado en la Creación sobre aplicaciones de las integrales que considera la curiosidad, el interés y las habilidades de los estudiantes. Además, reconoce que el carácter creativo de los aprendizajes no es ajeno a la Matemática, ni es exclusivo de disciplinas artísticas, ya que la creación, creatividad e innovación pueden aflorar en distintos escenarios y permiten construir aprendizajes cercanos a la realidad del estudiante de forma amena, incluyente y relevante.

Palabras clave: Aplicaciones de las Integrales; Aprendizaje Basado en la Creación; Educación Superior; Estrategia Didáctica; Metodología Activa.

Introducción

En el ámbito universitario, la enseñanza de las Matemáticas desde un enfoque tradicional asigna al estudiante un rol pasivo, que enfatiza la memorización y la asimilación de contenidos, por lo que el conocimiento se transmite de manera unidireccional, limitando la participación y el pensamiento del estudiantado. “Para la escuela tradicional la enseñanza está centrada en el docente y sus metodologías se fundamentan en el verticalismo, autoritarismo, verbalismo e intelectualismo.” (Calle-Suárez, 2021, p.1207).

Este modelo ha sido poco efectivo para contrarrestar la apatía, el bajo rendimiento académico y la elevada tasa de repetición o deserción. En respuesta a estos desafíos, las metodologías activas posicionan al estudiante como protagonista de su aprendizaje, promueven su participación, fomentan el pensamiento crítico y le brindan la oportunidad de demostrar su comprensión y habilidades en contextos prácticos, además redefinen el rol del docente, quien asume una función de guía, mediador y facilitador del aprendizaje, y no solo fuente de saber.

Esta propuesta ofrece un ejemplo de uso de la metodología activa Aprendizaje Basado en la Creación (ABC) como alternativa al modelo tradicional, busca incrementar la motivación estudiantil y mejorar el rendimiento académico, pretende contribuir a la reducción de las tasas de repetición, deserción y abandono, y espera fortalecer la comprensión de conceptos. Sin embargo, su aplicación requiere una visión clara y un compromiso sólido del docente con la innovación.

Definición y relevancia del problema

América Latina enfrenta distintos desafíos en educación superior, según Améstica-Rivas et al. (2021) en latinoamericana se ha experimentado un creciente y masivo ingreso a dicha educación, acompañado por altas tasas de deserción, con impacto negativo en los estudiantes, sus familias e instituciones educativas, por lo que los gobiernos se esfuerzan por erradicar esta problemática. Según Moré y Maceira (2022), la repitencia es un problema multisectorial, multicausal y multifactorial que involucra múltiples variables y que debe ser concebida como un fenómeno complejo que requiere la reorientación de los procesos y estrategias que aminoren su impacto y mejoren la calidad del sistema educativo universitario.

En este contexto, es necesario abordar el problema del bajo rendimiento académico en Matemáticas con seriedad y dedicación, ya que esta disciplina es fundamental en la formación académica del estudiantado, independientemente de su especialización, porque proporciona herramientas para la comprensión y análisis de problemas complejos en diferentes campos, además, promueve el desarrollo de habilidades críticas asociadas al pensamiento abstracto, razonamiento lógico, pensamiento analítico y resolución de problemas.

Para Acuña (2024), el desafío de la educación moderna implica superar las limitaciones de la enseñanza tradicional, el rol del docente debe evolucionar y debe dejar de ser un mero transmisor de conocimientos para convertirse en un facilitador del aprendizaje, en concordancia con las teorías pedagógicas contemporáneas que favorecen un enfoque centrado en el estudiante.

De manera específica, en Costa Rica, estudios recientes evidencian el problema del bajo rendimiento académico universitario, por ejemplo un estudio realizado por Chacón y Roldán (2021) en estudiantes de primer ingreso del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) que matricularon Matemática General en el primer semestre del año 2018 evidenció que el 48% de esta población reprobó dicho curso, y otro estudio desarrollado en la Universidad Nacional (UNA) por Castillo et al. (2020) obtuvo que el porcentaje anual de estudiantes con condición de reprobado o desertor en el curso Matemática General es de 64,3 % del total de estudiantes matriculados en el I y II semestre del año 2018. Por lo tanto, las universidades deberían potenciar el uso de metodologías activas y sincronizar la formación de sus estudiantes con el momento histórico de cambios tecnológicos, la agilidad y prontitud de acceso a la información.

Referencial teórico: Aprendizaje Basado en la Creación

El ABC es una metodología activa empleada esencialmente en educación artística, debido al carácter creativo de dicha disciplina, sin embargo, se puede implementar en otros ámbitos. Caeiro-Rodríguez (2018) dice que la acción de crear no es exclusiva del arte, aunque la creación es un elemento trascendental del quehacer y saber artístico, indistintamente de la especialización, el acto de crear también es propio del contexto científico, tecnológico, industrial, entretenimiento y cotidianidad. Además, el ABC valora tanto el resultado como la acción y experiencia gestada en el proceso, por lo que se define como una vivencia educativa, cognitiva, sensitiva y emotiva.

En conclusión, “la creación es un marco proyectivo, un trayecto vivido, no es un instante de un proceso ni un resultado, y como tal, conforma una urdimbre de actos que arrastran una vivencia única y valiosa a la formación escolar.” (Caeiro-Rodríguez, 2018, p.160).

Caeiro-Rodríguez (2018) indica que, aunque aprender a través de una experiencia creadora, metódica y proyectiva no es nuevo, el ABC supone una vivencia en la que el estudiante explora y profundiza en la acción creadora, sin embargo, no se debe confundir creación, ni con creatividad ni con innovación, la creación es un acto que incorpora momentos de creatividad, innovación e investigación, es más que el uso intencionado de creatividad, e involucra otras operaciones.

El ABC comparte aspectos con otras metodologías, activas tales como Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Basado en Diseño, que fomentan aprendizajes significativos y un papel protagónico del estudiante, pero se diferencia en la medida en que este participa del diseño y creación e impregna su sello personal. El propósito del ABC es “construir un objeto, generar un producto o dar forma física a una idea o a un sentimiento por medio de lenguajes, materiales, herramientas y recursos diversos pasando por acciones y fases que le dan sentido, donde el crear adquiere protagonismo” (Caeiro-Rodríguez, 2018, p.160).

Respecto a ese proceso creador Wallas citado por Caeiro- Rodríguez (2018) indica que está conformado por diferentes fases, sumamente definidas como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1
Fases del proceso de creación de Wallas

Fase	Descripción
Preparación	Recopila y sintetiza información para familiarizarse con la tarea. Ejerce capacidades de atención selectiva, superación de dificultades, curiosidad e interés, intencionalidad hacia la resolución de problemas y disposición al intercambio de ideas.
Incubación	Intervención inconsciente donde las ideas e imágenes afloran para establecer nuevas combinaciones. Parece que el sujeto no está implicado en la resolución o no pensara.
Iluminación	Se establece el orden y la significancia de los constructos y procesos. Surge la comprensión del problema desde una perspectiva súbita e intuitiva.
Elaboración y verificación	El creador elabora o pone en práctica su proyecto creador y verifica si la respuesta creadora cumple con los parámetros de novedad, verdad y utilidad.

Fuente. Adaptado de “Aprendizaje Basado en la Creación y Educación Artística: proyectos de aula entre la metacognición y la metaemoción.” por M. Caeiro-Rodríguez, 2018, *Arte, Individuo y Sociedad*, 30(1), p. 167 (<https://doi.org/10.5209/ARIS.57043>).

Estrategia Didáctica propuesta: “Integrales: de la teoría a la creación”

La propuesta detallada a continuación, ha sido aplicada de manera cuasiexperimental en la enseñanza de usos o aplicaciones de las derivadas e integrales, en diferentes cursos, enfatizando en la importancia de la utilidad de la Matemática y su influjo en la motivación del estudiantado.

Teóricamente apoyada en la metodología activa ABC, consiste en la creación por equipos de un recurso digital o prototipo, el cual puede ser una página web, juego didáctico, simulador, video documental, noticiero, periódico digital, comic, aplicación móvil, entre otros. Se estudian usos de la Matemática en educación superior universitaria, en este caso, integrales en un curso de Cálculo Diferencial e Integral, pero se puede modificar y contextualizar a otros saberes, por ejemplo, usos del cálculo vectorial, diferencial o infinitesimal, incluso a otros cursos y ámbitos. Además, busca la comprensión de conceptos, promueve el trabajo colaborativo, potencia la capacidad de comunicación de conceptos matemáticos y considera saberes interdisciplinarios.

Esta estrategia didáctica se subdivide en tres etapas de 150 minutos cada una, requiere de un espacio limpio, ordenado, ventilado, libre de ruido, con buena iluminación, mesa y sillas, lápiz, borrador, sacapuntas, cuaderno, resaltadores, dispositivo electrónico con acceso a internet (computadora de escritorio o portátil, tableta, teléfono inteligente), software de presentación (Canva, Genially, PowerPoint u otro), software de edición (Word, Documento Google u otro), software de comunicación (WhatsApp, Telegram u otro) y acceso a fuentes de información.

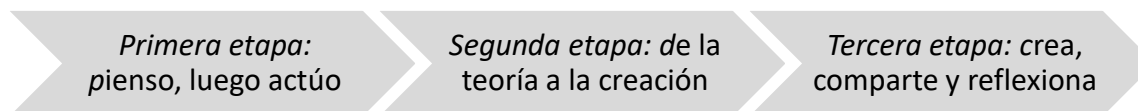


Figura 1. Etapas de la estrategia didáctica: Integrales: de la teoría a la creación.

Las etapas se detallan usando un lenguaje impersonal y científico, aunque, se recomienda que, para fines didácticos, al implementar se use una redacción en primera persona singular o plural que permita una mayor cercanía entre los estudiantes y los contenidos, y que fomente el papel activo y el compromiso del estudiantado con la construcción de sus aprendizajes.

1. Primera etapa: pienso, luego actúo.

Explora sobre algunos usos de las integrales en diferentes contextos y sobre algunas herramientas digitales o prototipo, luego crea un insumo de presentación sobre un uso y una de estas herramientas. Se evidencia la primera fase del proceso de creación de Wallas, preparación.

1.1. Actividad de apertura.

Tiempo estimado: 15 minutos

Objetivos específicos: Reconocer el concepto de integral. Identificar algunos usos de las integrales. Motivar el estudio de algunas aplicaciones de las integrales

Descripción: Visualización de un video sobre la importancia del cálculo integral en la vida cotidiana, por ejemplo, “La importancia del cálculo integral en la vida cotidiana” disponible por el enlace https://youtu.be/UGKz_NkMcpq?si=XiLxHBo6VWx_iaD. Luego se analiza el ¿De dónde se originan las integrales? ¿Por qué son importantes? ¿En qué áreas se pueden aplicar?

1.2. Presentación del contenido.

Tiempo estimado: 5 minutos

Objetivo específico: Conocer de manera general las diferentes etapas de la guía de trabajo.

Descripción: Indagación sobre algunos usos de las integrales y algunas herramientas digitales.

Elección y forja de un insumo de presentación sobre un uso de las integrales y una herramienta.

1.3. Desarrollo de la actividad.

1.3.1. Primera parte del desarrollo de la actividad.

Tiempo estimado: 40 minutos

Objetivo específico: Determinar un uso del cálculo integral como tema de un proyecto creativo.

Descripción: Se definen subgrupos de 3 a 5 integrantes. Cada subgrupo indaga en fuentes arbitradas sobre usos de las integrales (área entre curvas, longitud del arco, volumen de un sólido, fuerza, elongación de un resorte, coeficiente de Gini, curvas de aprendizaje, utilidad máxima, valor presente, crecimiento poblacional, centro de masa, amortiguadores). Luego, discute sobre lo indagado, anota características de los tres usos de mayor interés y elige uno.

1.3.2. Segunda parte del desarrollo de la actividad.

Tiempo estimado: 40 minutos

Objetivo específico: Definir una herramienta para la creación de un recurso digital o prototipo.

Descripción: Cada subgrupo indaga en páginas arbitradas de internet y/o en la biblioteca sobre algunas herramientas digitales que se pueden usar en la creación de un recurso digital (Nearpod, Powtoons, Genially, Noticiero matemático, Periódico digital, Comics Life, Escape room, Canva, Padlet, Youtube, simulador, CmapsTools). Luego, en mesa redonda discute lo indagado y anota características principales de cada una, resalta las tres de mayor interés, y escoge una.

1.3.3. Tercera parte del desarrollo de la actividad

Tiempo estimado: 35 minutos

Objetivo específico: Elaborar un insumo de presentación sobre la herramienta y el tema elegido.

Descripción: Cada subgrupo elabora una síntesis del uso del cálculo integral elegido, anota conceptos claves, contexto de implementación, cómo se plantea, una estrategia de resolución y un ejemplo. Análogamente sintetiza sobre la herramienta seleccionada, e indica dónde se puede obtener, beneficios, contexto y valor pedagógico. Luego realiza una lluvia de ideas sobre una forma creativa de presentar dichas síntesis. Finalmente, crea dicho insumo de presentación.

1.4. Cierre.

Tiempo estimado: 35 minutos

Objetivo específico: Reflexionar sobre la importancia del trabajo colaborativo.

Descripción: Cada subgrupo comparte con el docente, vía correo electrónico o algún software de comunicación, el insumo de presentación elaborado para su valoración y realimentación. Luego, cada estudiante elabora una reflexión escrita de 150 palabras sobre la importancia del trabajo colaborativo y la comparte con el docente vía correo electrónico o un software de comunicación.

2. Segunda etapa: de la teoría a la creación.

En esta etapa se crea un insumo de presentación sobre el diseño de un recurso digital o prototipo de un uso del cálculo integral, y aplica las fases de incubación e iluminación de Wallas.

2.1. Actividad de apertura.

Tiempo estimado: 15 minutos

Objetivo específico: Reconocer la importancia de la creatividad y de crear.

Descripción: Visualización de un video sobre crear y creatividad, por ejemplo, “Qué es la creatividad y cuál es la diferencia con “crear” | Cómo activar la creatividad.” disponible por el enlace https://youtu.be/gYjJZt0V-tg?si=z-d_0AFdB2vUDCI4. Y se reflexiona sobre ¿Cuál es la diferencia entre creatividad y crear? ¿En qué ámbitos se usa la creatividad? ¿Soy o no creativo?

2.2. Presentación del contenido.

Tiempo estimado: 5 minutos

Objetivo específico: Conocer de manera general las diferentes etapas de la guía de trabajo.

Descripción: Exploración de la herramienta seleccionada. Selección de conceptos claves y ejemplos de la aplicación de las integrales elegida. Elaboración del diseño de una ruta para la creación del recurso digital o prototipo y creación de un insumo de presentación sobre el mismo.

2.3. Desarrollo de la actividad.

2.3.1. Primera parte del desarrollo de la actividad.

Tiempo estimado: 50 minutos

Objetivo específico: Determinar los elementos de la herramienta y los tópicos del uso del cálculo integral elegidos en la primera etapa, que se emplearan en el proyecto creativo.

Descripción: Cada subgrupo explora la herramienta seleccionada e identifica las potencialidades de implementación. Además, explora en internet algunos ejemplos del uso de dicha herramienta, anota los descubrimientos relevantes y precisa elementos de la herramienta a usar en el proyecto. Luego, amplía con una indagación y en un foro de discusión elige conceptos claves y ejemplos.

2.3.2. Segunda parte del desarrollo de la actividad.

Tiempo estimado: 65 minutos

Objetivo específico: Elaborar un insumo de presentación sobre el diseño del proyecto creativo.

Descripción: Cada subgrupo elabora un diseño del recurso digital o prototipo que explique el uso del cálculo integral seleccionado usando la herramienta elegida. Luego, con una lluvia de ideas se define como presentar dicho diseño, y se crea dicho insumo de presentación.

2.4. Cierre.

Tiempo estimado: 15 minutos

Objetivo específico: Reflexionar sobre la importancia de la creatividad y la creación, y su relación con el aprendizaje de un uso del cálculo integral.

Descripción: Cada subgrupo comparte con el docente, vía correo electrónico o software de comunicación, el insumo de presentación elaborado. Luego cada estudiante elabora una reflexión escrita de 150 palabras sobre la importancia de la creatividad y la creación en nuestras vidas y su relación con el aprendizaje de un uso del cálculo integral, y la comparte con el docente.

3. Tercera etapa: crea, comparte y reflexiona.

Esta etapa concretiza la creación de un insumo digital o prototipo sobre un uso del cálculo integral, comparte dicha producción con la clase y reflexiona sobre los retos y bonanzas de implementar el ABC, además manifiesta la cuarta fase del proceso creativo de Wallas.

3.1. Actividad de apertura.

Tiempo estimado: 12 minutos

Objetivo específico: Reconocer la importancia de la Matemática en la vida cotidiana.

Descripción: Visualización de un video sobre la importancia de la Matemática en la vida cotidiana, por ejemplo, “Pero... ¿para qué sirven las Matemáticas?” disponible por el enlace <https://youtu.be/RIUZv0MoVWk?si=Wvd7Vm5bWmVPQ2iM>. Y se analiza mediante las preguntas generadoras: ¿Para qué sirve la Matemática? ¿En qué me beneficia saber Matemática?

3.2. Presentación del contenido.

Tiempo estimado: 3 minutos

Objetivo específico: Conocer de manera general las diferentes etapas de la guía de trabajo.

Descripción: Creación de un recurso sobre el uso del cálculo integral elegido con la herramienta escogida. Luego se expone a la clase y se reflexiona sobre los retos de aprender usando ABC.

3.3. Desarrollo de la actividad.

3.3.1. Primera parte del desarrollo de la actividad.

Tiempo estimado: 95 minutos

Objetivo específico: Crear un recurso digital o prototipo sobre un uso del cálculo integral.

Descripción: Cada subgrupo elige una estrategia para la elaboración del recurso, todos los integrantes participan en la creación de una primera versión y la comparte con la clase, que realiza un análisis crítico de la misma y define puntos de mejora. Luego, cada subgrupo crea una versión final y elabora un esquema sobre los principales desafíos enfrentados en el proyecto.

3.3.2. Segunda parte del desarrollo de la actividad.

Tiempo estimado: 30 minutos

Objetivo específico: Exponer un recurso digital o prototipo sobre un uso del cálculo integral.

Descripción: Cada equipo expone su proyecto creativo a la clase y comparte una síntesis de los principales retos o desafíos suscitados en el proceso. Luego, escucha las realimentaciones e inquietudes de su presentación, y brindan respuesta a tres de estas inquietudes. Cada equipo posee aproximadamente 5 minutos, según la cantidad de grupos que componen la clase.

3.4. Cierre.

Tiempo estimado: 10 minutos

Objetivo específico: Reflexionar sobre los retos y beneficios del uso del ABC en Matemática.

Descripción: Cada subgrupo comparte con el docente y la clase, vía correo electrónico o software de comunicación, el recurso digital o prototipo elaborado. Cada estudiante elabora una reflexión escrita de cerca de 150 palabras sobre los retos y beneficios de aprender Matemática mediante el ABC con base en la experiencia gestada en el proyecto y la comparte con el docente.

Conclusiones

La educación superior universitaria atraviesa muchos retos y desafíos, uno de ellos es el bajo rendimiento académico, notorio por las tasas de deserción o abandono, las tasas de repitencia y la extensión en el tiempo de titulación. Una causa de esta problemática es el uso desmedido de metodologías tradicionales. A su vez, el acceso a la información es cada vez más expedito, la tecnología cambia a un ritmo vertiginoso y ya no basta con que los profesionales

dominen los saberes propios de sus disciplinas, impera el desarrollo de competencias ligadas al trabajo colaborativo, aprendizaje autónomo, investigación, creación, innovación, comunicación, uso de herramientas digitales, entre otras, por lo que se requiere un cambio metodológico.

Esta propuesta, fundamentada en el ABC, considera la curiosidad, interés y habilidades del estudiantado, procura incrementar su motivación y participación en la construcción de sus aprendizajes, además promueve la creatividad, la creación y la innovación, e incentiva la investigación, el trabajo en equipo y el desarrollo de competencias de convivencia y comunicación, todo con la finalidad de lograr un mejoramiento del rendimiento académico en Matemática superior universitaria.

Además, brinda una guía a seguir para la implementación de ABC en Matemática superior universitaria mediante un tema específico de un curso de Cálculo Diferencial e Integral, a su vez establece un modelo que puede ser replicado en otros contenidos de este u otros cursos, en otras disciplinas e incluso en otros niveles educativos.

Aunque en este momento no se tienen resultados finales respecto a la implementación de esta propuesta ya que se continua en estudio, se espera una reformulación de esta y avanzar en el análisis de dichos resultados a medida que se logre una aplicación piloto de validación.

Un aporte esencial de este trabajo es reconocer que el carácter creativo de los aprendizajes no es ajeno a la Matemática, ni es exclusivo de disciplinas artísticas, puesto que la creación, creatividad e innovación afloran en diferentes escenas y permiten la construcción de aprendizajes cercanos a la realidad del estudiante de una forma más amena, incluyente y relevante.

Referencias y bibliografía

- Acuña Acuña, E. G. (2024). Didáctica Universitaria 4.0 para los Profesionales del Siglo XXI. *Revista De Gestão Social E Ambiental*, 18(8), e06190. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n8-006>
- Améstica-Rivas, L., King-Domínguez, A., Sanhueza Gutiérrez, D. y Ramírez González, V. (2021). Efectos económicos de la deserción en la gestión universitaria: el caso de una universidad pública chilena. *Hallazgos*, 18(35), 209-231. <https://doi.org/10.15332/2422409X.5772>
- Caeiro-Rodríguez, M. (2018). Aprendizaje Basado en la Creación y Educación Artística: proyectos de aula entre la metacognición y la metaemoción. *Arte, Individuo y Sociedad*, 30(1), 159-177. <https://doi.org/10.5209/ARIS.57043>
- Calle-Suárez, C. A., y del Rocío Quichimbo-Rosas, A. (2021). Presencia de metodologías tradicionales en la educación del Ecuador. *Dominio De Las Ciencias*, 7(4), 1205–1215.
- Castillo Sánchez, M., Gamboa Araya, R. y Hidalgo Mora, R. (2020). Factores que influyen en la deserción estudiantil y las calificaciones reprobatorias en una carrera universitaria de matemáticas. *Uniciencia*, 34(1), 219-245. <https://doi.org/10.15359/ru.34-1.13>
- Chacón Vargas, E. y Roldán Villalobos, G. (2021). Factores que afectan el rendimiento académico de los estudiantes de primer año del curso de matemáticas generales del ITCR. *Uniciencia*, 35 (1), 265-283. <https://doi.org/10.15359/ru.35-1.16>
- Moré Polanco, E. y Maceira de Armas, C. (2022). Comportamiento de la repitencia universitaria: un caso de estudio. *Cumbres*, 7(2), 57-70. <https://doi.org/10.48190/cumbres.v7n2a5>