

[Cierre de edición el 31 de diciembre del 2023]

<https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17261>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Uso de la estrategia de aula invertida para el fortalecimiento del precálculo de proyecto MATEM-UCR en el estudiantado de décimo del Colegio Científico sede Guanacaste

Using the Flipped Classroom Strategy to Enhance the Precalculus Skills of Tenth Grade Students in the Guanacaste Scientific College MATEM-UCR Project

Uso da estratégia de Sala de Aula Invertida para fortalecer do Pré-cálculo do Projeto MATEM-UCR em alunos da décima série do Colégio Científico de Guanacaste



César Gabriel Lara-Vanegas

Universidad Nacional

ROR: <https://ror.org/01t466c14>

Heredia, Costa Rica

ce.larav03@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-0480-7058>

Recibido • Received • Recebido: 06 / 07 / 2022

Corregido • Revised • Revisado: 26 / 11 / 2023

Aceptado • Accepted • Aprovado: 14 / 12 / 2023

Resumen:

Objetivo. El estudio muestra una experiencia de la aplicación de la estrategia de aula invertida en entornos virtuales, para el fortalecimiento del precálculo de proyecto MATEM-UCR, como una alternativa para disminuir los tiempos de autoaprendizaje y sistematizar las sesiones de clase con el estudiantado que ingresa a décimo año al Colegio Científico o Costarricense sede Guanacaste.

Metodología. El enfoque metodológico aplicado fue investigación acción en cuatro etapas: planificación, acción, observación y reflexión, permitiendo al investigador un rol activo en el proceso de construir y discernir en diversas herramientas didácticas en colaboración con el estudiantado.

Resultados. Los hallazgos muestran la promoción en el rol activo del estudiantado en la virtualidad; favorecimiento de la interacción, el intercambio de información entre pares, los procesos de evaluación y coevaluación crítica, sin dejar de lado el proceso de ser partícipes de su propio aprendizaje.

Palabras claves: Aula invertida; entorno virtual; investigación acción; precálculo.

Abstract:

Objective. The study explores the application of the flipped classroom strategy in virtual environments to enhance the understanding of Precalculus within the MATEM-UCR Project. The aim is to provide an alternative method that reduces self-learning times and systematize class sessions for incoming



<https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17261>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

tenth-grade students at the Costa Rican Scientific High School, Guanacaste campus. **Methodology.** The study employs an action research approach in four stages: planning, action, observation, and reflection. This approach helps the researcher assume an active role in the process of constructing and discerning various didactic tools in collaboration with students. **Results.** The findings highlight the promotion of students' active role in the virtual environment, fostering interaction, information exchange between peers, evaluation processes, and critical co-evaluation, without overlooking the students' active participation in their own learning process.

Keywords: Flipped classroom; virtual environment; action research; precalculus.

Resumo:

Objetivo. O estudo apresenta uma experiência da aplicação da estratégia flipped classroom em ambientes virtuais, para fortalecer o Pré-cálculo do Projeto MATEM-UCR, como alternativa para reduzir os tempos de autoaprendizagem e sistematizar as sessões de aula com alunos que ingressam no décimo ano do Colégio Científico da Costa Rica, sede de Guanacaste. **Metodologia.** A abordagem metodológica aplicada foi a pesquisa-ação em quatro etapas: planejamento, ação, observação e reflexão, cabendo ao pesquisador um papel ativo no processo de construção e discernimento de diversas ferramentas didáticas em colaboração com os alunos. **Resultados.** Os resultados evidenciam a promoção do papel ativo dos alunos no ambiente virtual, favorecendo a interação, a troca de informações entre pares, os processos avaliativos e a coavaliação crítica, sem descurar o processo de serem participantes na sua própria aprendizagem.

Palavras-chave: Sala de aula invertida; ambiente virtual; pesquisa-ação; pré-cálculo.

Introducción

En Costa Rica existe un Proyecto de extensión universitaria denominado *Matemática para la Enseñanza Media (MATEM)* cuyo objetivo es mejorar la calidad de la enseñanza de esta asignatura en la Educación Media costarricense, mediante talleres de capacitación que permiten mantener actualizado al personal docente y estudiantado, afiliado a las universidades estatales: Universidad de Costa Rica (UCR), Universidad Nacional (UNA) y el Tecnológico de Costa Rica (TEC). En este se ofrece un curso denominado Precálculo MA0125 en los niveles de décimo o undécimo, cuyos contenidos plasman las bases mínimas de ingreso a carreras relacionadas con matemáticas, las cuales son evaluadas en la prueba Diagnóstica Matemática (DIMA).

Al respecto, si un estudiante o una estudiante aprueba Precálculo MA0125 de manera automática se exime de la prueba DIMA; sin embargo, los recursos virtuales que ofrecen dichas universidades en torno a la preparación de la prueba DIMA o Precálculo son escasos. El estudiantado que aprobó el curso Precálculo de MATEM, tiene la ventaja no solo de estudiar todos los contenidos necesarios para afrontar un posterior curso de Cálculo (ya sea con el mismo Proyecto o en la Universidad), sino que también se enfrenta a ejercicios y problemas de un nivel de dificultad superior, que fomenta el desarrollo de habilidades y destrezas útiles para los cursos posteriores, su carrera profesional y la vida en general.

Los conocimientos que se evalúan en la Prueba Nacional para el Fortalecimiento de Aprendizajes para la Renovación de Oportunidades (Pruebas FARO) en matemática difiere considerablemente con los que se requieren en el primer curso de matemática universitaria que contemplan los diferentes planes de estudio de la mayoría de las carreras del área de ingeniería o ciencias básicas. Básicamente, solo hay coincidencia parcial con el estudio de las funciones reales de variable real. Con este panorama, jóvenes con interés en cursar carreras que tienen un alto componente matemático estarían en desventaja y tendrían que buscar otras opciones de nivelación para enfrentar los cursos iniciales universitarios, lo que podría ocasionarles demora en sus expectativas o tiempos de graduación.

Tabla 1: Promoción del número de estudiantes que cursaron MA0125 en la UCR sede Guanacaste según el ciclo lectivo

Ciclo lectivo	Estudiantado aprobado	Estudiantado reprobado	Total de matrícula
IC-2019	2	32	34
IIC-2020	16	18	34
Total	18	40	68

Nota: Elaboración propia a partir de Hernández, G. (Comunicación personal, 29 de septiembre de 2020). Dicho curso se habilitó una vez por año.

Como se observa en la [Tabla 1](#), cada año se admiten 34 estudiantes en el curso MA0125 por semestre, este es un curso que permite generar las bases para enfrentar cálculo. Durante el 2019, la población que recibió el curso en la modalidad presencial obtuvo solo un 6% de promoción, mientras el año 2020, debido a la COVID-19, el estudiantado cursó la asignatura en la modalidad virtual con un 47% de promoción. Por otro lado, solo el 26% del estudiantado que cursó MA0125 en la UCR sede Guanacaste durante el 2019 y 2020 logró aprobar el curso ([Tabla 1](#)).

Cabe destacar que aquel estudiantado que ingresa a Precálculo en su primer semestre universitario tienen un grado de deserción y un índice de reprobación muy alto, por lo que a la Facultad de Matemática le genera un costo y un rezago en la población estudiantil en un primer momento.

Las habilidades específicas basadas en los conocimientos matemáticos que posee el plan de estudios del Ministerio de Educación Pública (MEP) en el ciclo diversificado no son suficientes para poder afrontar los primeros cursos universitarios relacionados con matemática. En entrevista realizada al director de la Escuela de Matemática del TEC declaró recientemente que “el Programa de Estudios del MEP cumple en las habilidades, pero no en los contenidos, pues le hace falta bastante de álgebra y trigonometría” (M. Blanco, comunicación personal, 16 de setiembre de 2020). Si bien es cierto el área de relaciones y álgebra está incluida en el programa del MEP, las habilidades desarrolladas no son suficientes para afrontar cursos como cálculo, puesto que requiere de más estudio en métodos de factorización (teorema del factor, división sintética, completar cuadrados), inecuaciones (polinómicas, fraccionarias) y ecuaciones (polinómicas, fraccionarias, racionales y de valor absoluto), racionalización, entre otras.



<https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17261>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Según el informe de labores MATEM 2020 de un total de 1106 estudiantes que cursaron MA0125 en el 2020, el 39% recibe más de cuatro horas por semana, el 95,8% de las personas encuestadas usaron el libro de texto proporcionado por el proyecto como material didáctico, colocaron en segundo lugar con un 65,6% los materiales proporcionados por el personal docente facilitador (Durán, 2020).

Desde este marco de análisis, se plantean las preguntas de investigación: ¿Cómo potencializar la estrategia del aula invertida en un entorno virtual para el aprendizaje del Precálculo en décimo año de Proyecto MATEM-UCR?, ¿Qué características de diseño debe poseer el entorno virtual para ser amigable y atractivo con el sujeto usuario?

En la actualidad existen tecnologías de la información y comunicación (TIC) que se pueden agregar al currículo de la matemática en la formulación de problemas contextualizados que permitan desarrollar actitudes positivas sobre matemáticas: la perseverancia, confianza en utilidad de las matemáticas, participación activa y colaborativa, respeto, aprecio y disfrute de la matemática (Grisales Aguirre, 2018). Trasladar aprendizaje fuera del salón de clases es una necesidad y el modelo aula invertida permitirá que el estudiantado trabaje a su propio ritmo en actividades dinámicas e interactivas, donde el personal docente les guía en el aprendizaje a través de la colaboración.

Este artículo tiene como propósito general diseñar un entorno virtual que permita el desarrollo de las habilidades, mediante el modelo de aula invertida, en el estudio del precálculo en proyecto MATEM-UCR en el estudiantado de décimo del Colegio Científico sede Guanacaste (CCSG).

Estado de la cuestión

En Costa Rica, no se encontraron publicaciones relacionadas con la propuesta de este trabajo; sin embargo, existe evidencia en distintas ramas del uso de la estrategia aula invertida en las aulas costarricenses y latinoamericanas.

Beirute Miranda (2020) implementó esta estrategia en dos cursos de mercadeo de la Universidad Hispanoamericana de Costa Rica (UH), con el objetivo de analizar la percepción del estudiantado con respecto a la estrategia. Del mismo modo, Araya Moya et al. (2022), debido a lo provocado por la pandemia, COVID-19, utilizó el aula invertida como recurso didáctico en una institución educativa de secundaria CEDES Don Bosco en las clases de Español y Dibujo Técnico, con respecto a su aplicación, ventajas y retos experimentados en su práctica. De manera que a la hora de aplicar este modelo pedagógico en la UH logró estimular la participación del estudiantado, y que este tomara el control de su propio aprendizaje; en cuanto a las habilidades de la persona facilitadora, tanto María como Beirute Miranda determinaron que es necesario que el personal docente sea comprometido, dedicado a investigar, capacitarse, planificar y ser no solo flexible en sus clases sino también resiliente.

La revisión de investigaciones en Costa Rica no presenta experiencia de adopción de tecnologías y entornos virtuales en el área de las matemáticas en secundaria ni en el precálculo, si hay evidencia de referentes que presentan pautas relacionadas con el diseño de entornos virtuales, como lo es el Tecnológico de Costa Rica con TOP Model (Espinoza-Guzmán & Aguilar-Cordero, 2018).

Por otro lado, en la universidad pública en la región de Biobío en Chile, se estudió “la percepción de los estudiantes acerca de la incorporación de la metodología flipped classroom en la asignatura de Inglés Comunicacional” (Aguayo et al., 2019, p. 1), la cual resultó positiva por parte del estudiantado pues promovió una enseñanza más personalizada, atendió necesidades particulares en clase y dio mayor énfasis al trabajo colaborativo. Así mismo, Hernández-Silva & Tecpan Flores (2017) plantea que promueve el desarrollo de hábitos y autorregulación del aprendizaje al reconocer la existencia del tiempo para reflexionar por parte del estudiando.

Núñez Paz & Rodríguez (2020) analiza los efectos sobre el aprendizaje y la actitud hacia las matemáticas en estudiantes de Honduras en el aula invertida y obtiene que brinda una oportunidad al estudiantado para que desarrolle su conocimiento y habilidades de aprendizaje. Debido al cambio de las actividades de aula, se promueve el cambio de un aprendizaje pasivo a uno colaborativo e interactivo.

Marco teórico

El sistema educativo ha evolucionado en la última década con la llegada de las TIC a las aulas como apoyo didáctico, permitiendo un aumento en la cobertura de oferta educativa, intercambio de saberes y adquisición de competencias digitales. Pero el implementarlas no implica de manera directa la mejora académica ni la adquisición de las competencias informacionales, se requieren estrategias o modelos pedagógicos como lo es el aula invertida o *flipped classroom*, modelo popularizado en el ámbito educativo por Bergman y Sams en el nivel educativo básico en Estados Unidos (Bergmann & Sams, 2012a). Al respecto, Martínez-Olvera et al. (2014) consideran que esta es centrada en el estudiantado y en la identificación de competencias meta que se han de desarrollar explicadas durante la primera sesión presencial, mediante tareas activas de fácil acceso y colaborativas que impliquen el despliegue de actividades mentales superiores dentro del aula, de manera que el personal docente se convierte en mediador de los aprendizajes.

Esta estructura de aula invertida permite que el estudiantado haga en casa lo que tradicionalmente se hace en clase, de manera que lo que ejecutaba como tareas para la casa ahora se realizan en el salón. Este proceso mejora la experiencia de aula, liberando tiempo para actividades más significativas tales como: la discusión, ejercicios de laboratorios, desarrollo de proyectos, abriendo paso al desarrollo a el trabajo colaborativo. Al ser Precálculo MA0125 un curso universitario:



<https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17261>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Los tiempos de los docentes suele ser contados por minutos, y aunque se prepare una clase que pretenda enseñar todo a todos, los vínculos más personalizados con los estudiantes suelen ser escasos o nulos. Esto implica que cuando el estudiante recibe determinada información por parte del docente que pueda presentar dudas, se las deja para tratar de resolverla de manera individual en el tiempo fuera del aula o no se resuelven con ese docente. En este proceso terminan perdiendo no solo tiempo, sino también la posibilidad del aprendizaje correcto sobre determinados saberes. (Alegre et al., 2019, p. 403)

Si bien son diversas las causas de un bajo rendimiento en Precálculo MA0125, se debe consignar que la estrategia de enseñanza centrada en los contenidos y aplicación de procedimientos algorítmicos son rutinas que están expuestas desde hace más de una década según el Tercer Informe estado de la Educación de las matemáticas en donde “la rutina que predominó en las actividades fue el desarrollo teórico del nuevo contenido matemático y ejemplificación de la forma en que éste se utiliza para resolver problemas” (Consejo Nacional de Rectores [CONARE]. Programa Estado de la Nación, 2011, p. 331) por lo que no han sido estructuras de integración de conocimientos, habilidades, procesos o competencias matemáticas para la vida cotidiana (Chaves Esquivel et al., 2010).

Tabla 2: Tiempo de ejecución de actividades entre el aula tradicional y aula invertida

Planteamiento de lección en un aula tradicional		Aula invertida	
Etapa 1: Aprendizaje de conocimientos	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Propuesta de un problema o actividad para provocar la indagación.	5 a 10	Actividad de calentamiento. - Adaptar la exposición según los resultados de los cuestionarios de control previos	5
Trabajo estudiantil independiente - Apropiación del problema - Formulación de estrategia - Resolución del problema (No hay intervención del personal docente)	20 a 30	Tiempo de preguntas y repuestas. - Compartir la información	10
Discusión interactiva y comunicativa. - Permite la valoración y contrastación de resultados (Es guiada por el personal docente)	15 a 20	Guiado o independientemente practicar o actividad de laboratorio. - Consolidar los aprendizajes	75
Clausura o cierre - Síntesis cognoscitiva fundamentada, donde el personal docente ofrece un vínculo con el saber matemático construido.	10 a 20		

Nota: Elaboración propia, según (Bergmann & Sams, 2012b; Ministerio de Educación Pública [MEP], 2012).



De acuerdo con la [Tabla 2](#), la etapa 1 que se plantea está planificada para un bloque de dos lecciones de 40 minutos cada una, mientras que la estrategia de aula invertida está planteada para una sesión de trabajo de 90 minutos, lo cual aporta flexibilidad para el aprendizaje, facilita la administración del tiempo y las condiciones de estudio, modifica la manera de acercarse al conocimiento, ya sea mediante vínculos con compañeros, compañeras y personal docente o a la hora de la aplicación de los conceptos.

Al respecto, [Vidal Ledo et al. \(2016\)](#) mencionan que el aula invertida (*flipped classroom*) es una estrategia didáctica que abre un camino hacia el cambio del modelo tradicional de aprendizaje, pues ofrece la posibilidad de acceder a la información en tiempo real sin la presencia física del docente o la docente, lo cual implica que el estudiantado estimula el desarrollo de la habilidad de la autogestión con mayor compromiso.

Tabla 3: Tabla comparativa las características de aula invertida con la tradicional

Aula invertida	Clase tradicional
El estudiantado es el centro del aprendizaje.	Los contenidos son el centro del aprendizaje.
El personal docente es un guía y el líder del aprendizaje trasmisor de conocimiento.	El personal docente es experto y el que imparte el conocimiento.
Permite el aprendizaje basado en el error a medida que se avanza en el proceso.	Se espera la perfección tanto para el personal docente como para el estudiantado.
Hay un tipo de evaluación formativa donde aumenta la parte cognitiva y constructivista, cualitativa. Se estimula la autogestión y el ser autodidacta.	La evaluación es cuantitativa para rendirle cuentas a la entidad educativa, por lo que el estudiantado está en una zona de confort.
El aprendizaje es activo, auténtico y dinámico.	El aprendizaje es pasivo, artificial y poco colaborativo.
El estudiantado es consumidor del conocimiento y también lo producen.	El estudiantado solo consume contenidos.
El alumnado es el que verdaderamente hace la clase con la guía del personal docente.	El profesorado es el que hace la clase y el estudiantado asume un rol pasivo, con preguntas no espontáneas (es el personal docente quien las conduce).
Las TIC son una herramienta fundamental e indispensable, en un aula física.	Las TIC son una herramienta alternativa, que pueden ser desarrolladas en un aula virtual.
Tiene 3 zonas de trabajo: antes, durante y después.	Tiene 2 zonas de trabajo: durante y después.

Nota: Elaboración propia. Adaptada de [Gaviria-Rodríguez et al. \(2019\)](#).

<https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17261>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Dadas las características (ver Tabla 3), la estrategia de aula invertida requiere un compromiso considerable, por parte del personal docente, en la preparación de las clases y los contenidos de estudio (Abad-Segura & González-Zamar, 2019; Bergmann & Sams, 2012a; Pfennig, 2016), y podría existir una resistencia al cambio por parte de la comunidad educativa, pues los espacios físicos están diseñados y organizados como aulas tradicionales, de manera que al no tener acceso a internet o una interacción inmediata entre estudiantado o con el profesorado puede provocar una resistencia al método e inclusive hacia la asignatura.

Metodología

De cara al cumplimiento de los objetivos propuestos, y en vista que se pretende aproximar a una realidad general desde adentro, junto con las personas involucradas y comprometidas en dichas realidades, el enfoque metodológico de estudio es cualitativo (Bisquerra Alzina, 2009; Iglesias-Onofrio & Benítez-Eyzaguirre, 2017). De manera que se pretende apegarse al modelo constructivista del aprendizaje de Berger y Luckmann (Aranda Sánchez, 2002; Bisquerra Alzina, 2009), en donde la información se presente en el entorno virtual de la materia prima para la construcción colaborativa del conocimiento.

El diseño de investigación se basó en la metodología de investigación-acción del modelo de Kemmis y McTaggart, cuyas metas son la mejora y comprensión de la práctica, es decir, aprender a partir de las consecuencias de los cambios (Kemmis & McTaggart, 1988, como se citó en Bisquerra Alzina, 2009).

Figura 1: Espiral de ciclos de la investigación acción



Nota: Elaboración propia, adaptada según (Bisquerra Alzina, 2009).

En el proceso de investigación acción (ver Figura 1) se ve el proceso de espiral en al menos dos ciclos, cada uno de ellos formato por cuatro etapas:

- i) La planificación: Se considera de manera conjunta el planteamiento del problema o foco de investigación, se realiza un diagnóstico en estudiantado egresado del CCSG y dos entrevistas estructuradas a personal coordinador de proyecto MATEM para plantear la hipótesis de acción estratégica de la implementación de un entorno virtual utilizando el aula invertida para el fortalecimiento del precálculo.
- ii) Actuar (acción): Se pone en marcha la acción estratégica planeada en la fase anterior. Con el fin de elaboran objetos de aprendizaje con herramientas didácticas, implementarlos y evaluarlos, con la intención de la mejora continua.
- iii) Observación: Esta recae sobre la acción, la que se controla y registra a través de la observación, se recogen y analizan las evidencias para comprender si la mejora ha tenido lugar o no, para poder llegar a la cuarta fase.
- iv) Refl xión: Se valora la información observada mediante sesiones grupales, se sistematiza y analiza para replantear o suspender alguna acción posterior, de una forma crítica.

Para este ciclo de cuatro etapas es importante distinguir entre la acción, que no siempre logra sus propósitos, y la investigación acción, pues se buscan nuevas rutas de aprendizaje, es por ello que el personal docente investigador emprende nuevos ciclos a partir de las evidencias encontradas en su propia práctica docente.

Participantes

Los sujetos de estudio para la presente investigación son 29 estudiantes que cursan décimo año del CCSG durante el año 2021, que cursan proyecto MA0125 por medio de Proyecto MATEM, cuyas edades están entre los 15 o 16 años cumplidos. En el grupo participante, 13 eran mujeres (44,8%), mientras que 16 eran hombres (55,2%). Residen en distintos cantones de Guanacaste, entre los cuales destacan Liberia (31%) y Santa Cruz (14%). La elección fue por conveniencia, debido a que es una institución pública que participa activamente en el programa MATEM-UCR. Las actividades regulares del estudiantado en el CCSG inician a las 7:00 a.m. y finalizan a las 5:50 p.m., en las cuales se imparten un total de 8 lecciones de 45 min cada una, 6 de matemática regular y 2 de matemática de profundización. Sin embargo, ante la pandemia provocada por COVID-19, se asignó un total de 6 horas para matemática regular distribuidas en 3 sesiones de 2 horas en el transcurso de la semana.

Técnica de recolección

Como instrumentos de recolección de información se utilizaron dos cuestionarios en línea con preguntas abiertas y cerradas difundidas por medio de la aplicación *Whats App*. El primero de ellos aplicado en setiembre del 2020, se utilizó con una población de 95 estudiantes que han egresado del CCSG y han aprobado el curso MA0125, con el objetivo de diagnosticar: el número de

<https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17261>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

horas invertidas fuera de horario regular dedicadas al curso (menos de 2 horas, entre 2 y 4 horas, entre 4 a 6 horas o más de 6 horas), los principales recursos didácticos utilizados (libro de texto, personal tutor, estudiar con compañeros, compañeras, videos de YouTube, exámenes de años anteriores), las principales áreas de la matemática donde discentes necesitaron más dedicación (álgebra, funciones, geometría, trigonometría), así como la percepción con respecto a relevancia de un entorno virtual para el fortalecimiento de los aprendizajes esperados de proyecto MATEM (si – no) y los posibles objetos de aprendizajes que podrían involucrarse (pregunta abierta).

El segundo de los instrumentos fue aplicado en octubre del 2021, a la población muestra de 29 estudiantes de décimo año que ingresaron al CCSG, con el objetivo de poder valorar el proceso de los entornos virtuales ejecutados (Classroom Gmail, Moodle I semestre, Moodle-Generally en el II semestre), valorar la pertinencia de los recursos didácticos y TIC utilizadas en escalas tipo Likert de cinco opciones (1=poco satisfecho a 5 muy satisfecho), así como el número de horas dedicadas fuera de horario regular al curso (menos de 2 horas, entre 2 y 4 horas, entre 4 a 6 horas o más de 6 horas). Una vez recogidos los datos en una hoja de cálculo y teniendo en cuenta que se aplicaron en línea, se exportaron a Excel para los análisis respectivos.

Se utilizó la técnica entrevista semiestructurada para obtener información subjetiva de la coordinadora de proyecto MATEM-UCR y del director de la Escuela Matemática del TEC, sobre las principales falencias matemáticas que muestra el estudiantado en los cursos universitarios, el número de horas mínimas que requieren para aprobar MA0125, así como la incidencia de un posible entorno virtual en el aprendizaje de las áreas matemáticas que contempla precálculo.

Los grupos de discusión mediante la plataforma Zoom fue otra técnica que permitió llevar a cabo un proceso inductivo de la realidad de estudio y replanteamiento de las hipótesis de acción, valorar las TIC utilizadas, así como la estrategia de los tiempos y aula invertida utilizada. Por último, un referente cuantitativo que corresponde a los resultados obtenidos en las tres primeras pruebas parciales; 24 de abril, 19 de junio y 18 de setiembre, ejecutadas por Proyecto MATEM-UCR en el año 2021.

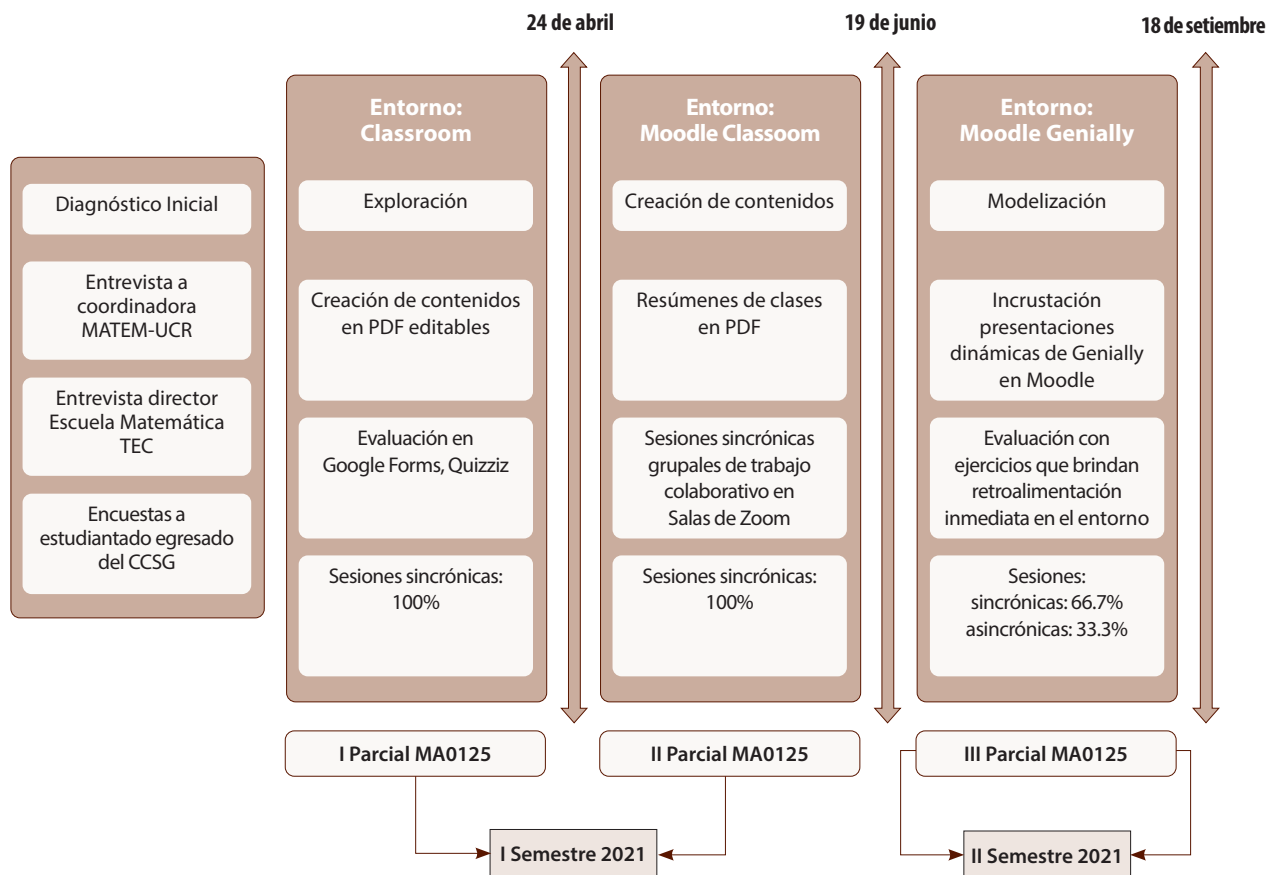
Proceso

Para realizar el análisis de la información, se llevó a cabo la revisión de las etapas de la investigación acción

- i) Etapa de planificación: Inicio a partir del interés de optimizar los tiempos de clases, se indaga sobre la estrategia didáctica aula invertida (ver Figura 2); cabe resaltar que los contenidos y actividades de los entornos virtuales, inicialmente elegidas por un cuestionario diagnóstico aplicado a la población egresada, fueron elaborados con base en las necesidades evaluativas de la asignatura. Se pretende mostrar al estudiantado tres entornos virtuales, en tres momentos distintos, demarcados por cada prueba parcial de proyecto MATEM (ver Figura 2). Previo al nuevo entorno se realizan sesiones diagnósticas en la plataforma Zoom.

- ii) Etapa de acción: Esta etapa se llevó a cabo paralela a la observación, por lo que no tuvo un desarrollo lineal, en ella se ejecutaron actividades para:
- Aplicar estrategias didácticas en el proceso de guiar el aprendizaje apoyado con el uso de las TIC.
 - Crear propuesta de evaluación según las necesidades del estudiantado.
 - Promover la autoevaluación y coevaluación de los pares, habilitando espacios en las salas de la plataforma Zoom.

Figura 2: Fases y temporización de los entornos virtuales



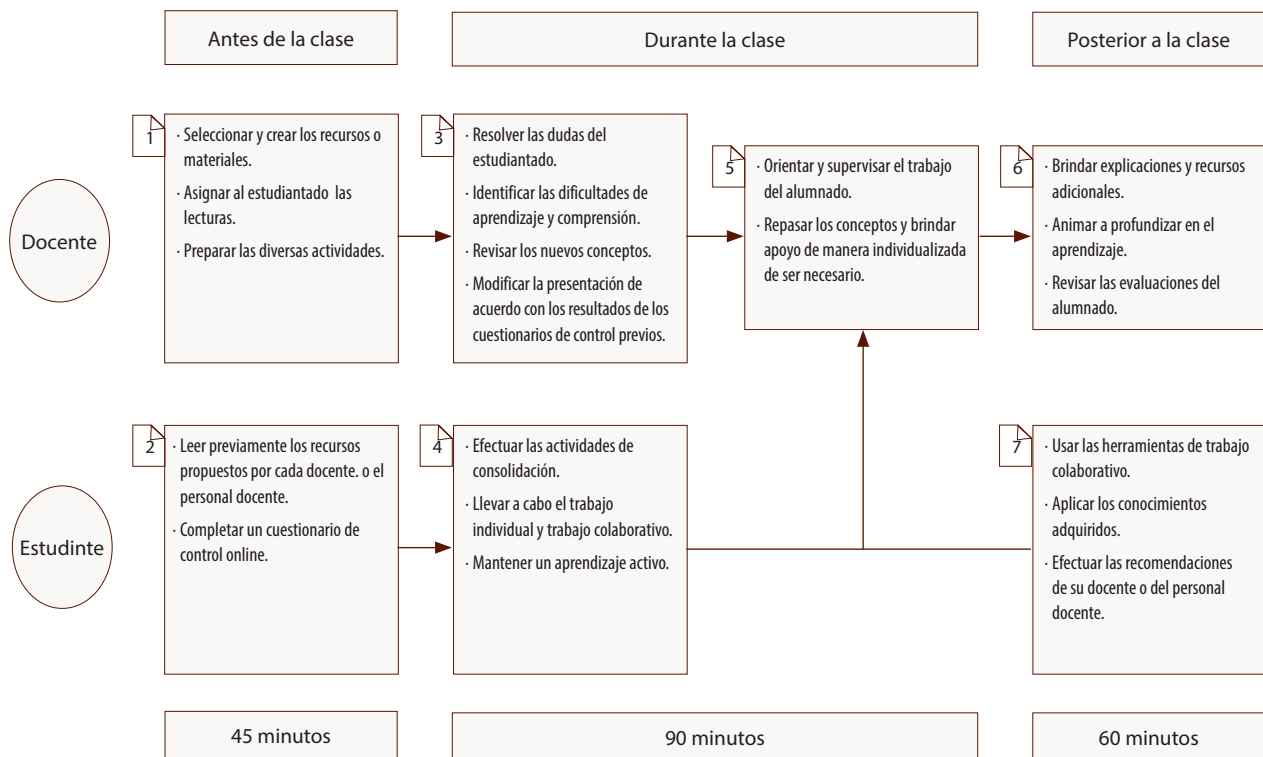
Nota: Elaboración propia.

Durante el primer semestre la estrategia de aula invertida en las sesiones (ver Figura 2) se impartían 100% sincrónicas en 3 sesiones de 2 horas por semana, por lo que el modelo en algunas ocasiones no se ejecutaba en cada una de las sesiones, pero durante el segundo semestre se optó por realizar 2 sesiones sincrónicas (ver Figura 3) y una sesión asincrónica.

<https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17261>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

iii) Etapa de observación: la recogida y análisis de los efectos de reflexión se llevó a cabo mediante el almacenamiento de las notas obtenidas en pruebas cortas, asignaciones, trabajos cotidianos sincrónicos en sesiones de trabajo colaborativo y pruebas aplicadas en proyecto MATEM. Donde se crearon sesiones virtuales grabadas en la cual el grupo muestra, de una manera crítica y fundamentada, expresaba sus puntos de vista sobre las estrategias didácticas utilizadas.

Figura 3: Estrategia de aula invertida aplicada en las sesiones de clase sincrónica



Nota: Elaboración propia.

iv) Etapa de reflexión: Estuvo presente en cada instrumento, prueba o estrategia didáctica utilizada, el esquema general aplicado fue cíclico, aplicando las siguientes tareas básicas del proceso de análisis de datos:

- Recopilar la información: anotando ideas y expresiones del estudiantado en las sesiones virtuales sincrónicas, analizando los resultados de las encuestas, así como de los resultados de las pruebas cortas y parciales.
- Reducción de la información: Categorizar la información entre inductiva o deductiva.
- Disposición, representación de la información mediante gráfica, y medidas de tendencia central.

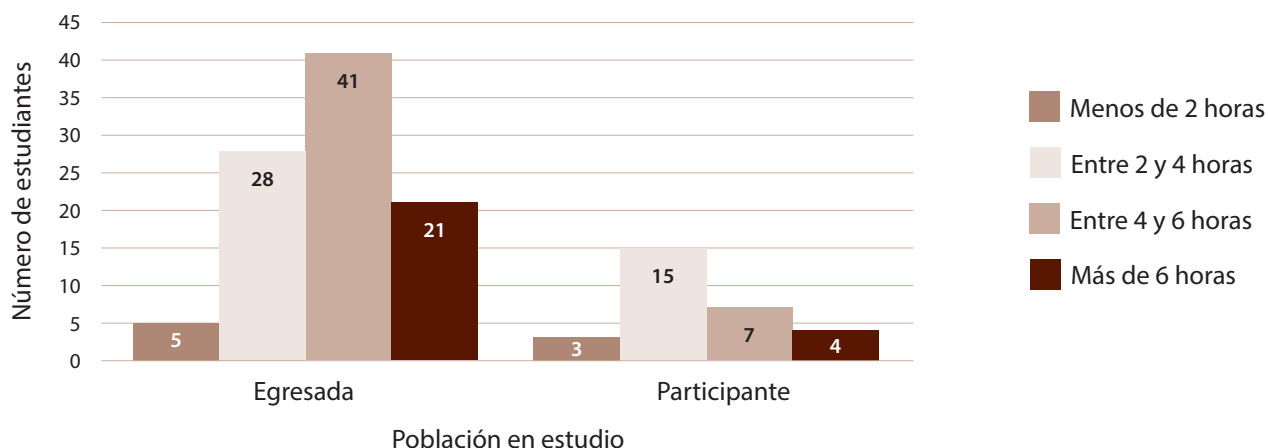
- d. Validación de la información: se pone en práctica las evidencias recopiladas en el I semestre en el desarrollo del II semestre.
- e. Interpretación: Una explicación tentativa de lo que sucedió en el proceso.

Resultados, análisis y discusiones

En la encuesta aplicada el 2020 tuvo la participación de 95 estudiantes egresados de generación entre el 2005 hasta el 2020 del CCSG, de los cuales el 72,6% consideran que con solo los contenidos del programa de estudios del MEP no son suficientes para poder enfrentar cursos universitarios como lo es Cálculo I. Esta perspectiva también es evidente en la entrevista realizada a la coordinadora de Proyecto MATEM-UCR y al director de la Escuela de Matemática del Tecnológico de Costa Rica. Además, del número de horas que requiere para poder desarrollar los contenidos de Precálculo, son entre 6 a 8 lecciones por semana, lo cual es equivalente de 4,5 a 6 horas (con la equivalencia que una lección regular en el CCSG tarda 45 minutos). Este resultado concuerda con lo reportado por Durán (2020), en donde el que el 44,4% del profesorado que impartió MA0125 Precálculo Décimo requiere más de cuatro horas semanales para impartir el curso.

Como se observa (ver Figura 4) en los egresados consideran en un 65,3% que se necesitan más de 4 horas fuera del horario regular de clases para poder cumplir con las expectativas de MA0125, es decir, existe mucho tiempo en el autoaprendizaje. Mientras que la población muestra que requirió más de 4 horas equivale a un 37,9%, es decir, un 62,1% considera que se necesita menos de 4 horas. Confirma, al respecto, Durán (2020), que de la población total de 1106 discentes del Precálculo de MATEM 2020, en un 61% requirió menos de 4 horas.

Figura 4: Comparativo del número de estudiantes según el número de horas de autoaprendizaje



Nota: Elaboración propia, instrumentos de encuestas aplicados.

El 98,9% del estudiantado egresado consideraba que un entorno virtual que permita practicar y obtener retroalimentación de los ejercicios podría incidir de manera positiva en

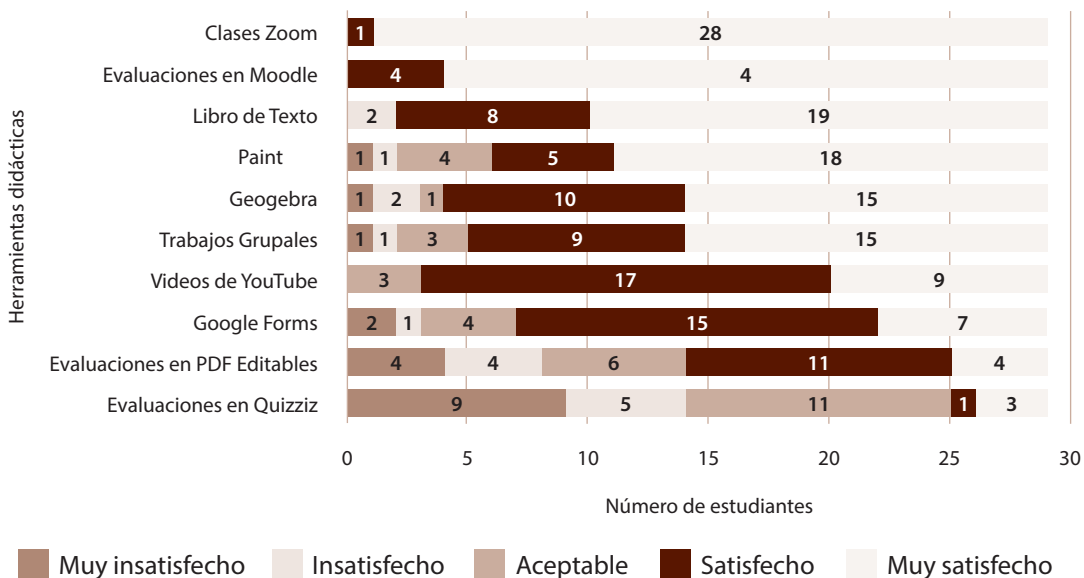
<https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17261>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

su aprendizaje del precálculo, lo cual fue confiado por la población participante, pues al seleccionar cuál entorno virtual, de los tres entornos, incidió de manera positiva en sus aprendizajes, el 100% indicó el mostrado en la plataforma Moodle con el dinamismo de Geneally (ver Figura 2), el cual fue el producto de las evidencias recopiladas en cada ciclo de investigación acción aplicado en el I trimestre, adjudicando motivos como:

- Estéticamente el entorno de Moodle para el II semestre tuvo una mejora y además se le agregó animaciones, transiciones y otros tipos de efectos que lo hacen más llamativo. Por otro lado, se añadió un menú y todos los documentos, links y otros tipos de prácticas y evaluaciones estaban muy organizadas y fáciles de encontrar.
- Los temas divididos de una manera muy clara y ordenada, también es más atractivo e interactivo que los utilizados anteriormente.
- Todo se ve mucho más organizado, lo cual hace que el uso de la plataforma sea más agradable. También todo está ordenado por categorías (según el tema o unidad en la que estemos) y eso hace que encontrar el material de estudio, asignaciones, exámenes y demás sea mucho más sencillo.

Por su parte, la población participante indicó, en un 13,8%, que la dinámica de clase expuesta durante el I semestre de tres sesiones sincrónicas 100% virtual le permitió asimilar los conceptos evaluados en el I Parcial ($\bar{x} = 65$), II Parcial ($\bar{x} = 76$), pero un 86,2% evidenció que la modalidad de dos sesiones sincrónicas virtuales y una sesión asincrónica fue la que permitió asimilar conceptos del III Parcial ($\bar{x} = 77$) en Proyecto MATEM-UCR.

Figura 5: Valoración de las herramientas didácticas en los entornos virtuales



Nota: Elaboración propia, instrumentos de encuestas aplicados.



En lo que respecta a las herramientas didácticas utilizadas en el proceso (ver Figura 5), el uso del libro de texto otorgado por Proyecto MATEM como herramienta didáctica para preparación de los aprendizajes esperados en las pruebas, por parte del estudiantado egresado (95) del CCSG fue considerado en un 96,1%, equivalente a lo expuesto por Durán (2020), en donde el 95,8% (de 1 030 discentes) pero con la población participante disminuyó a un 65,5%.

Como se observa en la Figura 5, de las herramientas de evaluación utilizadas fue Moodle la de mayor aceptación (96,6%), y Quizziz la herramienta evaluativa con menos grado de satisfacción (31,0%). De las evidencias recopiladas sobre los principales motivos están: el factor tiempo, no permite que el estudiantado pueda movilizarse por las preguntas al igual que una evaluación escrita, y los minutos restantes a la hora de resolver un ítem no son acumulativos en ítems posteriores, sin embargo, hubo comentarios relacionados a que puede ser utilizada como una estrategia de retos que estimulen la competencia entre el grupo. En relación con lo anterior, "el estudiante se encuentra en un ambiente de competencia en el que se da un tiempo limitado, se asignan puntos por respuesta, se presentan turnos y se dan clasificaciones al final de la prueba" (Trejo González, 2019, p. 114), por lo que debe ser utilizado como una herramienta didáctica lúdica y no evaluativa.

Por otro lado, el alumnado declaró estar *satisfecho* o *muy satisfecho*, con los videos de YouTube en (89,7%) siendo este canal de comunicación parte importante en el desarrollo de la estrategia aula invertida, así como las sesiones de trabajo grupal asincrónicas (82,8 %).

Conclusiones

Este proyecto se desarrolla ante la necesidad de maximizar los tiempos en el salón de clases ante un curso de gran exigencia como lo es MA0125, por lo que se decide abordar desde la estrategia de aula invertida por medio de un entorno virtual no definido. Los diagnósticos iniciales y las entrevistas a personas expertas permitieron crear la ruta de acción y formular nuevas necesidades de la población estudiantil. Utilizar la metodología de investigación acción permite involucrar, indagar, construir un entorno virtual acorde a las necesidades de la población.

La estrategia aula invertida logró que los tiempos de autoaprendizaje se vieran reducidos a pesar de que el número de lecciones sincrónicas disminuyó. Este tiempo se puede invertir en motivar al estudiantado a redescubrir la matemática como algo divertido, que favorezca el aprendizaje colaborativo y estimule su autonomía. Sin embargo, debe capacitarse al personal docente del CCSG en virtualidad y diseño de entornos virtuales para el aprendizaje, para la adopción de la estrategia aula invertida, ya que esto disminuiría la estancia de discentes en los salones de clase. Se necesita crear instructivos sobre aplicaciones en dispositivos móviles y TIC para involucrar al estudiantado a crear objetos de aprendizajes y recursos didácticos multimediales.

<https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17261>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Dentro de las limitaciones encontradas se señala el tiempo para la construcción de objetos de aprendizajes dinámicos y perdurables, pues como primer acercamiento a un entorno virtual, se logró el objetivo, pero hace falta aún mayor cantidad de recursos para el estudiantado. Por otro lado, siendo el CCSG parte del sistema educativo público, administrado por una junta administrativa, nos presenta la segunda limitación relacionada con el factor económico, debido a la falta de presupuesto en licencias de software o plataformas Moodle, pues no son gratuitas, y las versiones gratuitas en línea poseen anuncios publicitarios que distraen a los aprendices en sus primeros contactos con un entorno virtual.

Este proyecto aporta pautas que deben mejorarse de forma continua, recopilando información con el pasar de los años para poder crear un entorno virtual más asertivo en sus objetos de aprendizaje, por lo que se recomienda desarrollar investigaciones futuras orientada en las poblaciones de nuevo ingreso y manteniendo el contacto con el estudiantado egresado, con miras a propiciar una comunidad de aprendizaje y un entorno virtual de precálculo en el Sistema Nacional de Colegios Científicos.

Declaración de material complementario

Este artículo tiene disponible material complementario:

Preprint en <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/24543>

Referencias

- Abad-Segura, E. & González-Zamar, M. D. (2019). Análisis de las competencias en la educación superior a través de flipped classroom. *Revista Iberoamericana de Educación*, 80(2), 29-45. <https://doi.org/10.35362/rie8023407>
- Aguiar Vergara, M., Bravo Molina, M., Nocetti de la Barra, A., Concha Sarabia, L., & Aburto Godoy, R. (2019). Perspectiva estudiantil del modelo pedagógico flipped classroom o aula invertida en el aprendizaje del inglés como lengua extranjera. *Revista Educación*, 43(1), 97-112. <https://doi.org/10.15517/revedu.v43i1.31529>
- Alegre, M., Demuth, P. B., & Navarro, V. (2019). El aprendizaje invertido en la formación en medicina. Miradas estudiantiles sobre la estrategia didáctica de aula inversa. *Revista de Educación*, 10(18), 397-415. https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/3771/3712
- Aranda Sánchez, J. (2002). *Constructivismo y análisis de los movimientos sociales*. *Ciencia ergo sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 9(3), 217-230. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10490303>

- Araya Moya, S. M., Rodríguez Gutiérrez, A. L., Badilla Cárdenas, N. F., & Marchena Moreno, K. C. (2022). El aula invertida como recurso didáctico en el contexto costarricense: Estudio de caso sobre su implementación en una institución educativa de secundaria. *Revista Educación*, 46(1), 103-119. <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i1.44333>
- Beirute Miranda, F. J. (2020). Aspectos influyentes en la percepción del aula invertida de un curso de mercadeo. *Revista Pensamiento Actual*, 20(35), 81-92. <https://doi.org/10.15517/pa.v20i35.44378>
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012a). Before you flip, consider this. *Phi Delta Kappan*, 94(2), 25-25. <https://doi.org/10.1177/003172171209400206>
- Bergmann, J. & Sams A. (2012b). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. ISTE. https://www.rcboe.org/cms/lib/GA01903614/Centricity/Domain/15451/Flip_Your_Classroom.pdf
- Bisquerra Alzina, R. (Coord.). (2009). *Metodología de la investigación educativa* (2.ª ed.) Editorial La Muralla.
- Chaves Esquivel, E., Castillo Sánchez, M., Chaves Barboza, E., Fonseca Castro, J., & Loría Fernández, R. (2010). *La enseñanza de las matemáticas en la secundaria costarricense : Entre la realidad y la utopía*. PEN. <https://hdl.handle.net/20.500.12337/867>
- Consejo Nacional de Rectores. Programa Estado de la Nación (2011). *Estado de la educación 3* (3.ª ed.). PEN. <https://hdl.handle.net/20.500.12337/675>
- Durán, M. del S. (2020). *Adjunto al informe de labores Proyecto ED-80 : Matemática en la Enseñanza Media* [Informe inédito]. Universidad de Costa Rica.
- Espinoza-Guzmán, J. & Aguilar-Cordero, J. F. (2018). Dimensión institucional en un proceso de virtualización de cursos en educación superior. En M. E. Prieto-Méndez, S. J. Pech-Campos, & A. Francesa-Alfaro (Eds.), *Tecnologías y aprendizaje: Investigación y práctica* (pp. 350-357). CIATA.org. <https://tinyurl.com/2kcp8lp7>
- Gaviria-Rodríguez, D., Arango-Arango, J., Valencia-Arias, A., & Bran-Piedrahita, L. (2019). Percepción de la estrategia aula invertida en escenarios universitarios. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 24(81), 593-614. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7135277>
- Grisales Aguirre, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: Retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198-214. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>



<https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17261>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

- Hernández-Silva, C. & Tecpan Flores, S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: Un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios Pedagógicos*, 43(3), 193-204. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052017000300011>
- Iglesias-Onofrio, M. & Benítez-Eyzaguirre, L. (2017). La metodología investigación-acción participativa aplicada al proyecto: Balance y resultados. En L. Benítez Eyzaguirre & M. Iglesias Onofrio (Eds.), *Género, tecnología e innovación social. Una experiencia de investigación-acción-participativa en Marruecos* (pp. 166-183). Universidad de Cádiz. <https://bit.ly/3v6fur7>
- Martínez-Olvera, W., Esquivel-Gámez, I., & Martínez Castillo, J. (2014). Aula invertida o modelo invertido de aprendizaje: Origen, sustento e implicaciones. En I. Esquivel Gámez (Coord.), *Los modelos tecno-educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (pp. 137-154). <https://tinyurl.com/2m7ckppf>
- Ministerio de Educación Pública (MEP). (2012). Reforma curricular en ética, estética y ciudadanía. *Programas de estudio matemáticas. I y II Ciclo de la educación primaria, III Ciclo de Educación General Básica y Educación Diversificada*. <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/programadeestudio/programas/matematica.pdf>
- Núñez Paz, J. A. & Rodríguez, J. (2020). Aula invertida con uso de recursos tecnológicos: Sus efectos sobre el aprendizaje y la actitud hacia las matemáticas en una muestra de estudiantes de Honduras. *Revista Internacional de Estudios en Educación*, 20(1), 42-56. <https://doi.org/10.37354/riee.2020.200>
- Pfennig, A. (2016). Inverting the classroom in an introductory material science course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 228, 32-38. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.005>
- Trejo González, H. (2019). Recursos tecnológicos para la integración de la gamificación en el aula. *Technological resources for the integration of gamification in the classroom*. *Tecnología, Ciencia y Educación*, (13), 75-117. <https://doi.org/10.51302/tce.2019.285>
- Vidal Ledo, M., Rivera Michelena, N., Cao, N. N., Del, I., Morales Suárez, I del R., & Vialart Vidal, M. N. (2016). Aula invertida, nueva estrategia didáctica. *Educación Médica Superior*, 30(3), 678-688. <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v30n3/ems20316.pdf>