

A new B-Learning methodology for Teaching Differential integral calculus in a school of Engineering

Illych Álvarez, M.Sc.¹, Sandra García, Ph.D.², Guillermo Baquerizo, M.Sc.³, Jonathan Solís, Ing.⁴, y Jennifer Avilés, M.Sc.⁵

^{1,2,3,4,5}Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Ecuador, ialvarez@espol.edu.ec, slgarcia@espol.edu.ec, gbaqueri@espol.edu.ec, jojasoli@espol.edu.ec, jaaviles@espol.edu.ec

Abstract– The great technological advances of the contemporary digital age have allowed us to take giant steps in the creation of new learning environments and educational methodologies. The research described in this article presents the application of a blended learning methodology; in English abbreviated as B-learning (Blended learning) where face-to-face training guided by a teacher is combined without this being the center of the learning model and at the same time the educational model is complemented with elements of virtual education under the flipped classroom pedagogical approach, where the teaching-learning process focuses on the student, making him or her the protagonist and main actor. The teacher becomes a guide for the interaction of knowledge exchange between the participants and the counselor of the process. This methodology was applied as part of the return to face-to-face pilot in the Differential and Integral Calculation course at the School of Engineering of an Ecuadorian university in 2021, showing a higher approval rate and improvement in performance than the group of students who continued studying the subject in virtual modality with a traditional teaching methodology.

Keywords– flipped classroom, educational methodology, blended learning, active learning.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Una nueva metodología de B-Learning para la enseñanza del Cálculo Diferencial-Integral en una Escuela de Ingenierías

Illych Álvarez, M.Sc.¹, Sandra García, Ph.D.², Guillermo Baquerizo, M.Sc.³, Jonathan Solís, Ing.⁴, y Jennifer Avilés, M.Sc.⁵

^{1,2,3,4,5}Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Ecuador, ialvarez@espol.edu.ec, slgarcia@espol.edu.ec, gbaqueri@espol.edu.ec, jojasoli@espol.edu.ec, jaaviles@espol.edu.ec

Resumen– Los grandes avances tecnológicos de la era digital contemporánea han permitido dar pasos agigantados en la creación de nuevos entornos de aprendizaje y metodologías educativas. La investigación descrita en este artículo presenta la aplicación de una metodología de aprendizaje combinado; en inglés abreviado como B-learning (Blended learning) donde se combina la formación presencial guiada por un profesor sin ser este el centro del modelo de aprendizaje y a la par se complementa el modelo educativo con elementos de educación virtual bajo el enfoque pedagógico de aula invertida, en donde el proceso enseñanza-aprendizaje se centra en el estudiante convirtiéndolo en protagonista y actor principal. El docente se convierte en un guía para la interacción de intercambio de conocimiento entre los participantes y orientador del proceso. Esta metodología se aplicó como parte del piloto de retorno a la presencialidad en el curso de Cálculo Diferencial e Integral en la Escuela de ingeniería de una universidad ecuatoriana en el año 2021, evidenciándose un mayor índice de aprobación y mejora en el rendimiento que el grupo de estudiantes que se mantuvo cursando la materia en modalidad virtual con una metodología tradicional de enseñanza.

Palabras clave– aula invertida, metodología educativa, blended learning, aprendizaje activo.

I. INTRODUCCIÓN

Dada la creación y el auge de las tecnologías de información y la comunicación, actualmente vivimos en la era digital de la información, una época de continuos cambios vertiginosos donde la interdependencia toma fuerza. En esta época se está produciendo una alteración radical en la forma de comunicarnos, de actuar, de pensar y de expresar y por tanto también en la forma de aprender, lo que propicia también la evolución y reinención de las metodologías de educación [1]. La era de la información, en la que circulamos actualmente, se caracteriza, como sostiene Castell, por el predominio del valor de la información por sobre el valor de las materias primas, el trabajo y el esfuerzo físico [2]. Estos avances tecnológicos de la era de la información contemporánea propician la creación de nuevos entornos de aprendizaje y metodologías educativas [3]. En este artículo se presenta una nueva adaptación de la metodología de aprendizaje en línea descrita por Álvarez [4], que permite desarrollar en los jóvenes estudiantes el pensamiento creativo, la comunicación eficaz, la toma de

decisiones en situaciones de incertidumbre, el proponer soluciones innovadoras en contextos económicos, sociales y políticos cada vez más confusos, cambiantes y complejos [4], adaptada a un enfoque de trabajo Blended learning, en español denominado Aprendizaje combinado, y tomando como grupo piloto estudiantes que cursan la asignatura Cálculo Diferencial e Integral en una escuela de ingeniería.

El cierre prolongado de instituciones educativas durante la pandemia producida por el COVID-19 y la incorporación de nuevas formas de trabajo ha sido un desafío para los alumnos, docentes y padres. La universidad no se detuvo y se adaptó también a cambios y nuevos formatos o enfoques de enseñanza. Se requiere entonces repensar la educación y desarrollar modelos de enseñanza y aprendizaje que capturen la atención y el interés de los estudiantes por aprender de diferentes maneras. Con menos tiempo en los espacios presenciales en colegios y universidades, es primordial que se priorice el desarrollo de las habilidades de colaboración entre los estudiantes, tanto en el componente presencial como en el remoto. [5] Se presentan nuevos desafíos, las aulas de clase ya no deben concebirse únicamente como un espacio de cuatro paredes donde los estudiantes se ubicaban sentados uno junto a otro escuchando lo que un profesor diserta, sino que se transforman con las debidas adaptaciones en salones de clase virtuales e incluso salas híbridas donde sin la necesidad de estar presencialmente el grupo humano estudiantil en el mismo sitio, se pueden realizar todas las actividades del proceso enseñanza – aprendizaje mediante interacción conjunta, fomentándose el trabajo en equipo potenciando el aprendizaje colaborativo, híbrido, la permisividad para ambientes de aprendizaje libre de barreras, adaptados a las necesidades actuales tanto cognitivas y emocionales de los jóvenes.

El concepto de Blended-Learning, si nos limitamos a una textual traducción al español sería simplemente “aprendizaje combinado”, pero su aplicación en la práctica va mucho más allá de aquello. Y es que la educación virtual como la educación presencial pueden nutrirse cada una con elementos de la otra y obtener resultados interesantes [6]. Autores como Brioli [7] afirman que es muy difícil entablar ventajas y desventajas entre una y otra modalidad. La educación mixta, combinada o híbrida a raíz de la pandemia, tomó mucha más fuerza, siendo cada vez una modalidad más valorada, que facilita el aprendizaje de los estudiantes por medio del uso de herramientas tecnológicas y de la Internet y que puede ser llevado a cabo sin límites de

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

horario, tiempo y lugar, a través de dos modalidades específicas: el e-learning o aprendizaje en línea a distancia (Electronic learning) y la tradicional modalidad presencial. Sin considerar la modalidad presencial como clases magistrales, pues depende de la forma de enseñanza en las que el docente sustente su práctica pedagógica y los tipos de aprendizaje que promueva; a saber: conductista, cognitivista o constructivista [7].

Martín Hernández [8] señala la concepción compleja del E-Learning que engloba aquellas aplicaciones y servicios que, tomando como base las TICs, se orientan a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Azcorra y otros [9] opinan a la modalidad E-Learning como un tipo de enseñanza a distancia con un carácter abierto, interactivo y flexible que se desarrolla a través de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, aprovechando sobre todo las facilidades y soporte que ofrece el Internet. Por otra parte, Bartolomé [10] enfatiza cómo el E-Learning hace referencia al desarrollo de la formación a distancia reforzada por el abanico de herramientas educativas que proveen las TICs, mientras que Área [11] valora el aporte institucional y la incorporación de las TICs bajo un contexto institucional que está impulsando decididamente la experimentación y desarrollo de nuevos formatos de docencia universitaria, lo que supone un impulso y extensión de modelos híbridos o semipresenciales de enseñanza de titulaciones ofertadas a distancia así como de los MOOCs (Massive Open Online Course) como un tipo de oferta formativa de muchas universidades europeas desde tempranas épocas, así como también la implementación y uso de plataformas LMS (Learning Management System) que permitan la comunicación alumno-profesor y la gestión adecuada de contenidos en la labor formativa [12]. En este trabajo se propone un estudio piloto para comparar la metodología clásica centrada en el profesor con relación a la metodología B-Learning implementada en la enseñanza de Cálculo Diferencial-Integral de una universidad ecuatoriana. A pesar de que no se ha hecho un diseño experimental ni se han seleccionado estos paralelos de manera aleatoria, los dos cursos que se compararán han sido dictados por el mismo profesor, es decir de alguna forma se está quitando el ruido instructor.

La Fig.1 describe la metodología propuesta por Álvarez denominada Aprendizaje Activo. El ciclo de aprendizaje de la metodología consiste en una secuencia de pasos aplicados a cada unidad de estudio de cálculo diferencial e integral [4]. A continuación, se describen cada una de estas actividades o nodos:

Lectura/Videos. – Este primer instrumento o nodo de la metodología consiste en un trabajo autónomo en el cual el estudiante realiza una lectura comprensiva o revisión de videos sobre una temática particular perteneciente a un capítulo del curso.

Al iniciar el curso se provee al estudiante de un cronograma de trabajo en el cual constan fecha y contenidos, material de estudio, videos o infografías (alojados en plataforma virtual) que deben ser revisados previo a cada clase. Constan además fechas de lecciones, exámenes, presentación de tareas y exposición de tareas.

Control de Lectura. – Es una actividad que permite evaluar el conocimiento adquirido en base a una lectura previa sobre temáticas dentro de una unidad de la materia. Esta actividad se desarrolla en dos etapas, primero de forma individual y luego en forma colaborativa. La retroalimentación del control de lectura es inmediata, en la plataforma el estudiante puede conocer sus aciertos y fallos, además de resolverlo en plenaria en presencialidad para quienes están en la clase en vivo y virtualmente para quienes se conecten desde sus hogares.

Talleres. – Es una actividad de trabajo colaborativo que se realiza luego de cada control de lectura, en la cual los estudiantes resuelven un grupo de problemas de tipo transferencial (aplicación) sobre una temática.

Exposición de Tareas. – Es una actividad de dos momentos, el primero de trabajo autónomo en el cual los estudiantes resuelven una tarea por cada capítulo de forma progresiva mientras se estudia cada capítulo a lo largo de varias semanas y un segundo momento que se desarrolla en la sesión en línea, en donde exponen algún problema de la tarea seleccionado por el profesor.

Resolución de Problemas online. – Es una actividad que se realiza fuera del horario de clases, en la cual mediante una conexión "en vivo" interactúan el profesor con el grupo de estudiantes.

Tutoriales. – Es una actividad de trabajo colaborativo en la cual los estudiantes resuelven un grupo de problemas de un nivel superior tipo transferencial y crítico (análisis) sobre una temática. Durante el desarrollo de la materia se realizan 4 tutoriales, correspondiente a cada una de las cuatro unidades revisadas en el semestre. Todo se encuentra debidamente detallado en el cronograma que se entrega al inicio del curso.

Prueba de Salida. – Es la actividad final que se realiza en cada capítulo, en la cual se evidencia los niveles de aprendizaje finales.

II. METODOLOGÍA

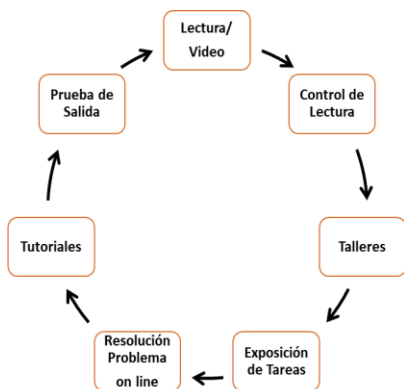


Fig. 1 Ciclo de Aprendizaje de la Metodología

A. Implementación de la metodología

Esta metodología fue implementada en dos paralelos de estudiantes del primer semestre de Cálculo Diferencial-Integral

y comparada con un paralelo de estudiantes del mismo semestre que recibieron la materia en la metodología tradicional expositiva. Cada curso consta de 25 estudiantes. No se consideró aleatoriedad dentro del curso porque era un estudio piloto para analizar los resultados de la metodología. En un trabajo futuro se planteará la implementación de la metodología como un diseño experimental.

Como describe Álvarez [4], el ciclo de la metodología consiste en siete nodos. El primer nodo consiste en realizar una lectura comprensiva u observar un video en su tiempo libre antes de la clase, puesto que, mediante plataforma virtual, a los estudiantes se les provee con anticipación una guía de lectura que detalla el contenido de cada clase, las páginas del texto guía que deben leer y material educativo. Al asistir a clase, sea de forma presencial o virtual, el estudiante se presenta a un control de lectura en una plataforma en línea. Para esta actividad, el estudiante se conecta desde su celular, una Tablet o PC. Inmediatamente, al concluir el control de lectura, el estudiante recibe su calificación mediante el sistema y el profesor realiza la retroalimentación, además de proyectar a los estudiantes los resultados del promedio del curso para cada una de las preguntas contestadas. En la retroalimentación se hace énfasis para explicar con más detalle aquella(s) pregunta(s) en la cual el curso no ha tenido un desempeño aceptable.

En la retroalimentación del control de lectura es propicio realizar una micro clase en la cual se aclaren dudas y se proporcione el fundamento teórico para avanzar al siguiente nodo, la resolución de un taller.

Los talleres constituyen en la propuesta de dos o tres ejercicios de complejidad media del tema correspondiente a cada clase. Deben ser resueltos de forma grupal y ser subidos a la plataforma por cada integrante del grupo. De forma aleatoria, el profesor calificará un taller por grupo y ese será la calificación para el equipo. Esto propende a que el trabajo se desarrolle en forma colaborativa y se llegue a consensos antes de la presentación de su trabajo. De inmediato se procede con la retroalimentación de los problemas del taller y se atiende una ronda de preguntas en caso de existir dudas. Con esto finaliza la sesión de la clase.

Por lo regular, las sesiones donde se realizan controles de lectura y talleres se realizan continuamente de 4 a 6 clases para después pasar al siguiente nodo que es la clase en línea ("Streaming"), donde el estudiante usando una plataforma en línea se conecta desde su casa, fuera del horario de clases, en una fecha y hora acordada, en una sesión con su profesor para atender una clase de resolución de problemas. Esta clase es muy importante para aclarar dudas respecto a cualquiera de los problemas propuestos en la tarea por cada unidad de estudio. Esto le permite al estudiante prepararse para el siguiente nodo de la metodología, que consiste en la exposición de la tarea de manera grupal.

Previo al cierre de la unidad, se continúa con el nodo de exposición de tarea, clase en la cual exponen en equipo un problema de la tarea entregada al inicio de la unidad justificando conceptualmente cada parte del proceso y

contestando una ronda de preguntas del profesor acerca del tema que se está tratando [4].

La siguiente actividad consiste en los tutoriales. Es una actividad colaborativa que se realiza al cierre de cada unidad. En ella, los estudiantes se enfrentan de forma grupal a problemas de nivel crítico y creativo con tiempo límite de desarrollo asignado por el profesor, donde pueden utilizar cualquier recurso didáctico de apoyo (libro, apuntes, tecnología, recursos en línea) [4]. Esta actividad se sitúa muy próxima a la resolución de problemas que se presenta en su futuro desempeño profesional, los estudiantes resuelven los problemas en equipo llegando a consensos y seleccionan la mejor solución posible. La resolución seleccionada debe ser subida en una plataforma en línea mediante una foto, para su posterior calificación y retroalimentación. Por último, para cerrar el ciclo por cada unidad se tiene la prueba de salida, que consiste en una prueba individual que compila todo el contenido de la unidad y evalúa las habilidades desarrolladas por los estudiantes en el ciclo de aprendizaje [4].

B. Descripción de las actividades del modelo formativo

1) *Lectura/Video*: Los estudiantes antes de asistir o conectarse a la clase realizan la lectura y revisión de material educativo correspondiente a cada tema de cada clase.

Es posible también la visualización de un video provisto por el profesor. Se realiza en la plataforma en línea la cual le devuelve al profesor un informe de cuantas preguntas contestó el estudiante de forma correcta, en qué preguntas falló y cuánto tiempo le tomó contestarlas. Para los videos se utiliza la plataforma PlayPosit que sincroniza videos con preguntas que se intercalan, con la finalidad de evaluar la información presentada en el instante. Por cada video usualmente se intercalan de 3 a 4 preguntas, este material audiovisual es preparado por el docente.

En la Tabla I, se presentan los detalles pedagógicos relevantes, como el requisito previo, el nivel de pensamiento a trabajar, el tiempo empleado, los recursos didácticos utilizados, la habilidad a desarrollar y finalmente la dinámica de la actividad.

TABLA I
DETALLES PEDAGÓGICOS DE LECTURA/VIDEO

Prerrequisito:	Ninguno.
Nivel del pensamiento:	Reproductivo.
Tiempo /Actividad:	45 minutos máximo.
Recursos didácticos:	Documentos digitales: PDF, o diapositivas. Videos de PlayPosit.
Habilidad por desarrollar:	Comprensión lectora y adquisición de información.
Dinámica de la actividad:	Los profesores deben proporcionar dosificadamente la planificación de lecturas, referenciando debidamente a textos guía o documentos digitales compartidos.

2) *Control de Lectura*: Cuando los estudiantes ingresan a clase de forma virtual o asistiendo presencialmente se procede de inmediato con el control de lectura, para ello se utiliza la herramienta LMS institucional, denominada Aula virtual, plataforma a la cual cada estudiante accede con su correspondiente usuario y contraseña. Esta actividad es de carácter individual.

Los estudiantes reciben guías de estudio debidamente diseñadas antes de realizar los controles de lectura a manera de proximidad y familiarización con el instrumento de evaluación, que incluye ejemplos de los tipos de preguntas con los que se pudieran encontrar y de esta forma no se encuentren con una herramienta evaluativa desconocida.

En la Tabla II, se presentan los detalles pedagógicos relevantes de la actividad, donde se observa que el estudiante debe hacer una lectura previa del contenido y que el estudiante logre recordar términos y conceptos básicos del tema, se recomienda que el tiempo del control de lectura sea de 5 a 7 minutos; y de 10 a 20 minutos para la retroalimentación; en total no se debe exceder los 30 minutos iniciales de una clase.

TABLA II
DETALLES PEDAGÓGICOS DE CONTROL DE LECTURA

Prerrequisito:	Lectura comprensiva de los temas a evaluar.
Nivel del pensamiento:	Reproductivo.
Tiempo /Actividad:	a) 5 – 7 minutos / Realizando el control de lectura individual. b) 10 – 20 minutos / Retroalimentación. La actividad en su conjunto no debe exceder los 30 minutos iniciales de una clase (incluyendo su retroalimentación).
Recursos didácticos:	Gadgets.
Habilidad por desarrollar:	Recordar términos y conceptos básicos de material previamente leído.
Dinámica de la actividad:	Los estudiantes ingresan a la clase usando la plataforma de Zoom y se conectan al aula virtual para poder contestar las preguntas del control de lectura.

3) *Retroalimentación/Micro clase*: Los estudiantes después de cada actividad reciben una retroalimentación del profesor sobre los temas evaluados en controles de lectura, talleres, tutoriales y pruebas de salida.

La actividad se realiza como una micro clase y puede ser de forma presencial y virtual, vía Zoom, dado que es un curso en modalidad híbrida, donde se busca trabajar un nivel de pensamiento transferencial y crítico en la interacción entre todos los asistentes en la clase, como consecuencia se consigue identificar y discernir la información teórica de cada uno de los temas.

En la Tabla III, se presentan los detalles pedagógicos relevantes de la actividad.

TABLA III
DETALLES PEDAGÓGICOS DE RETROALIMENTACIÓN/MICRO CLASE

Prerrequisito:	Ninguno.
Nivel del pensamiento:	Transferencial y crítico.
Tiempo /Actividad:	30 – 45 minutos.
Recursos didácticos:	Sin restricción.
Habilidad por desarrollar:	Examinar y descomponer la información, identificando motivos o causas y realizando inferencias que apoyen las generalizaciones.
Dinámica de la actividad:	Los profesores interactúan con los estudiantes en la plataforma de Zoom de diferentes maneras (lluvia de ideas, discusiones, charlas, foro, segmentación de clase, clase magistral) encaminadas a socializar el conocimiento y éste se vuelva significativo. Es posible interactuar de forma presencial dado que es un curso en modalidad híbrida.

4) *Talleres*: El trabajo colaborativo en la resolución de talleres formativos permite que los estudiantes pongan en práctica sus conocimientos, exige de los participantes habilidades comunicativas, relaciones simétricas y recíprocas, así como un deseo de compartir la resolución de las tareas, tal como señala Revelo [13] y recalca la importancia de la utilización de técnicas adecuadas que permitan la práctica efectiva de esta estrategia. En [14] las han denominado Técnicas de Aprendizaje Colaborativo (TAC), calificándolas como formas comunes de organizar las interacciones entre los participantes en diferentes actividades de aprendizaje colaborativo, así como la información que se intercambia y los objetos que se manipulan [15]. Además de desarrollar liderazgo e inclusión en los distintos miembros del grupo con esta actividad académica, se desarrolla el nivel del pensamiento transferencial, desarrollando su zona de desarrollo próximo en relación con el nuevo tema.

Los problemas del taller son subidos al aula virtual. El tiempo dado para el desarrollo de estos problemas es de 45 minutos. Los estudiantes realizan un consolidado de su resolución y el profesor solo revisa una de las soluciones del archivo subido al aula virtual para ser calificada y esa será la nota que corresponderá a todos los estudiantes del grupo, replicando la metodología propuesta por Álvarez en [4], con la particularidad de que la materia aplicada es distinta y la metodología para el presente estudio fue Blended Learning.

Compartimos lo propuesto por Díaz en [16], donde indica que los talleres formativos son diseñados para que su desarrollo ejercite la parte procedimental y de análisis de los estudiantes.

En la Tabla IV, se presentan los detalles pedagógicos de la actividad, donde se observa que los estudiantes resuelven de dos a tres problemas de complejidad media de forma grupal con todo el material didáctico y tecnológico disponible, también reciben retroalimentación inmediata por parte del profesor ante cualquier consulta respecto a los ejercicios.

TABLA IV
DETALLES PEDAGÓGICOS DE TALLERES

Prerrequisito:	Lectura comprensiva por parte de los estudiantes de los temas a evaluar.
Nivel del pensamiento:	Reproductivo y transferencial.
Tiempo /Actividad:	45 minutos máximo / Actividad grupal.
Recursos didácticos:	Sin restricción.
Habilidad por desarrollar:	Mostrar entendimiento para encontrar información referente a las preguntas o de lecturas previas.
Dinámica de la actividad:	Los estudiantes resuelven de dos a tres problemas de complejidad media, de manera grupal con todo el material didáctico y tecnológico disponible, además de poder realizar consultas al profesor, recibiendo retroalimentación inmediata.

5) *Exposición de Tareas:* La exposición de tareas consiste en un grupo de 10 a 12 problemas escogidos y enviados desde el día previo al inicio de la unidad y que los estudiantes resuelven de forma progresiva según se desarrolla el contenido para previo al cierre de dicho módulo, explicarlos en una presentación frente a sus profesores y compañeros, quienes se enriquecen de la intervención de sus pares y de las preguntas que les realizan los profesores sobre la temática que les tocó defender. El profesor puede programar entregas parciales de ciertos ejercicios de la tarea, previo a la fecha de exposición; esto con la finalidad de asegurarse del trabajo progresivo de los ejercicios, a la par del avance del contenido de la materia.

En la Tabla V, se presentan los detalles pedagógicos relevantes de la actividad, donde se observa que un requisito previo es la resolución de los problemas asignados como tarea por parte de los estudiantes. La actividad se desarrolla en un tiempo máximo de 60 minutos y permite desarrollar en el estudiante la expresión oral, el pensamiento crítico, el análisis y síntesis.

TABLA V
DETALLES PEDAGÓGICOS DE EXPOSICIÓN DE TAREAS

Prerrequisito:	Resolución de problemas asignados como tarea.
Nivel del pensamiento:	Crítico.
Tiempo /Actividad:	60 minutos. Cada grupo es evaluado de 15 a 20 minutos, en este tiempo se incluye la retroalimentación de los temas tratados por cada profesor.
Recursos didácticos:	Pizarras Virtuales. (Zoom), o pizarrón para quienes asisten al aula.
Habilidad por desarrollar:	Trabajo en equipo, Expresión oral, Pensamiento crítico, Análisis y síntesis.
Dinámica de la actividad:	El profesor revisa la tarea escrita presentada por cada estudiante y elige un problema de ésta, indica el orden de exposición y qué sección del problema defiende cada miembro del equipo.

6) *Resolución de Problemas (Webinars):* Los estudiantes ingresan a la plataforma Zoom y se conectan a una clase en línea sincrónica impartida por el profesor donde pueden realizar preguntas acerca de dudas que tengan respecto al tema o capítulo estudiado, además de poder elegir problemas que desean que el profesor resuelva, esto con la finalidad de aclarar dudas conceptuales y procedimentales. El profesor utiliza un dispositivo electrónico (Wacom) que permite trabajar con alta calidad de escritura además de incorporar herramientas de ofimática y software matemático.

En la Tabla VI, se presentan los detalles pedagógicos de la actividad, donde se observa que como requisito previo el profesor debe realizar la revisión de la tarea asignada. Se recomienda realizar dos sesiones por capítulo, cada una de 40 minutos, la cual puede ser grabada y compartida con los estudiantes en el aula virtual.

TABLA VI
DETALLES PEDAGÓGICOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS (WEBINARS)

Prerrequisito:	Revisión previa de la tarea asignada.
Nivel del pensamiento:	Transferencial y crítico.
Tiempo /Actividad:	Dos sesiones por capítulo (cada una de 40 minutos).
Recursos didácticos:	Wacom, computador, Tablet, smartphone, plataforma online "Zoom" o Youtube.
Habilidad por desarrollar:	Capacidad de análisis y resolución de problemas.
Dinámica de la actividad:	La actividad es posterior a los controles de lectura y talleres, debe impartirse dos veces por capítulo y debe estar basada en los ejercicios de la tarea en que los estudiantes presentaron mayor dificultad para resolver. Se recomienda dos clases interactivas por capítulo. Cada sesión puede ser grabada, descargada en un formato .mp4 y compartida en el aula virtual.

7) *Tutoriales:* El tutorial es una parte muy importante de la metodología dado que es el momento donde los estudiantes resuelven problemas de nivel crítico y creativo que incluyen todo el material trabajado durante el desarrollo de la unidad, diseñados para que el estudiante tenga un acercamiento a problemas de la vida laboral. (Problemas que aplican el cálculo diferencial y/o integral para resolver problemas de ingeniería, electrónica, mecánica, economía, biología, química, entre otros), considerando que en los paralelos de Cálculo Diferencial e Integral conviven estudiantes de las distintas ramas de Ingenierías y Ciencias.

En la Tabla VII, se presentan los detalles pedagógicos, donde se observa que la actividad se desarrolla de forma grupal, en un tiempo de 60 a 110 minutos, dependiendo del capítulo a evaluar. Con la finalidad de no distraer el trabajo colaborativo y que el estudiante pueda aplicar y desarrollar los conocimientos adquiridos del capítulo, no es posible realizar preguntas al profesor ni tener a la mano material didáctico o tecnológico donde puedan realizar consultas.

TABLA VII
DETALLES PEDAGÓGICOS DE TUTORIALES

Prerrequisito:	Estudio del capítulo.
Nivel del pensamiento:	Transferencial – Crítico – Creativo.
Tiempo /Actividad:	60 - 110 minutos / Actividad grupal.
Recursos didácticos:	Restringir acceso a redes sociales en la red, con el objetivo de no distraer el trabajo colaborativo.
Habilidad por desarrollar:	Aplicar y desarrollar los conocimientos adquiridos en el capítulo, realizando el análisis y los procesos de solución de problemas integradores. Fomentar el trabajo cooperativo y liderazgo.
Dinámica de la actividad:	Los estudiantes ingresan a la plataforma en la cual de manera aleatoria resuelven hasta 3 problemas de nivel crítico. Estos problemas cuentan con códigos de acceso para garantizar la resolución de estos de manera colaborativa y ordenada.

8) *Prueba de Salida*: Esta es la actividad de cierre de la unidad en la cual se evalúa mediante una prueba escrita el contenido de la unidad de estudio. La duración se recomienda entre 60 y 90 minutos, es una evaluación en la cual se proponen problemas de diferente complejidad. Comenzando el primer tema con un ejercicio de complejidad baja y ésta se incrementa progresivamente en los siguientes ejercicios.

En la Tabla VIII, se presentan los detalles pedagógicos, donde se observa que es una actividad individual de forma escrita, los estudiantes deben previamente revisar todo el material trabajado durante el capítulo, como los controles de lectura, los talleres, las tareas y los tutoriales, la actividad no debe exceder los 90 minutos en total.

TABLA VIII
DETALLES PEDAGÓGICOS DE PRUEBAS DE SALIDA

Prerrequisito:	Revisión de los temas a evaluar; tareas, talleres y tutoriales.
Nivel del pensamiento:	Transferencial y crítico.
Tiempo /Actividad:	La actividad en su conjunto no debe exceder los 90 minutos de una clase.
Recursos didácticos:	Depende del capítulo a evaluar.
Habilidad por desarrollar:	Interactuar con personas; manejar e interpretar datos para resolver problemas numéricos o conceptuales aplicados a las diferentes asignaturas; toma de decisiones.
Dinámica de la actividad:	Los estudiantes resuelven individualmente de cuatro a cinco problemas de complejidad progresiva (de baja a alta), se realiza de forma escrita.

A continuación, se presenta la Tabla IX, donde se describe la ponderación de calificaciones para la metodología Blended Learning bajo el enfoque de aula invertida descrito en [4] y también la Tabla X donde se muestra la ponderación de calificaciones para la metodología Tradicional.

TABLA IX
POLÍTICAS DE CALIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA B-LEARNING MÁS AULA INVERTIDA

	Actividad	1er. Parcial	2do. Parcial
Teórico (70%)	Control de Lectura (14)	10%	10%
	Exposición de Tareas (2)	5%	5%
	Prueba de Salida (2)	35%	35%
	Examen (1)	50%	50%
	Total	100%	100%

Práctico (30%)	Taller (14)	50%
	Tutorial (2)	50%

TABLA X
POLÍTICAS DE CALIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA TRADICIONAL

	Actividad	1er. Parcial	2do. Parcial
Teórico (70%)	Quiz (2)	10%	10%
	Tareas (7)	5%	5%
	Lecciones (2)	35%	35%
	Examen (1)	50%	50%
	Total	100%	100%

Práctico (30%)	Taller (7)	100%
-----------------------	------------	------

En las Tablas IX y X se puede observar que el curso se divide en dos parciales, cada uno de ellos de catorce semanas.

En la modalidad tradicional no se aprecia una evaluación continua, al menos de controles de lectura clase por clase, se realizan dos quiz por parcial, mientras en la modalidad B-learning se evalúan catorce controles de lectura por parcial.

También se observa que los talleres se realizan una vez por semana, dando un total de siete por parcial, a diferencia de la modalidad B-learning, donde se realizan talleres de acuerdo con el cronograma, prácticamente en todas las clases, excepto en aquellas clases de carácter evaluativo o de retroalimentación, dando un total de catorce talleres por parcial.

Otro aspecto por considerar es que en la modalidad tradicional solo se realiza la presentación de las tareas, a diferencia de la metodología B-learning en la cual se realizan las presentaciones y exposiciones de dichas tareas.

III. RESULTADOS

Los resultados de la implementación de esta metodología de B-learning muestran que el porcentaje de aprobación de la materia fue cercano al 88% del curso, en relación con el grupo de control que se mantuvo en modalidad 100% virtual y con metodología tradicional expositiva, centrada en el docente, obteniendo un 64% de aprobación de la materia. Si bien nos referimos a un estudio piloto, podemos considerar que, desde el punto de vista cuantitativo, la diferencia en el porcentaje de aprobados está aupada por el enfoque en trabajo colaborativo,

dado que, los porcentajes de ponderaciones en calificación son muy similares en ambas metodologías.

Si analizamos el comportamiento de las actividades de la primera evaluación, que se presentan en la Tabla XI, podemos observar que las actividades donde los estudiantes muestran un mejor desempeño son en los talleres, que es la actividad que consolida su conocimiento después de los primeros momentos de la clase dado por los controles de lectura y la micro clase.

TABLA XI
CALIFICACIONES PRIMERA EVALUACIÓN

Número de veces	Actividad	Porcentaje promedio
14	Controles de lectura	74 %
14	Talleres	85 %
2	Deberes	88 %
2	Tutoriales	77 %
2	Pruebas de salida	61 %

TABLA XII
CALIFICACIONES SEGUNDA EVALUACIÓN

Número de veces	Actividad	Porcentaje promedio
14	Controles de lectura	79 %
14	Talleres	85 %
2	Deberes	91 %
2	Tutoriales	77 %
2	Pruebas de salida	52 %

El comportamiento en la segunda evaluación, que se evidencia en la Tabla XII, muestra que los estudiantes al ya haberse adaptado a la metodología presentan mejoras en sus desempeños, sobre todo en los controles de lectura, pero con excepción de la prueba de salida, esto permite mejorar la curva de aprendizaje.

A fin de hacer una comparación más neutral entre ambas metodologías vamos a considerar las estadísticas descriptivas de los puntajes por tema del examen del primer y segundo parcial de ambos grupos. El instrumento de medición o examen es el mismo para ambos grupos. Como se mencionó en la introducción ambos paralelos han sido dictados por el mismo instructor.

Además, se hará el siguiente contraste de hipótesis de comparación de medias normal tomando en cuenta que el tamaño de muestra de cada curso es mayor a 30.

$$H_0 = \mu_{B-learning} - \mu_t = 0$$

vs

$$H_1 = \mu_{B-learning} - \mu_t > 0$$

Para el primer parcial podemos observar en la Tabla XIII, que en casi todos los temas las medias del grupo de B-Learning es mayor a la media del grupo tradicional, se puede ver en los valores p pequeño. Además, de manera global el promedio del curso en el examen parcial es significativamente mayor que en la metodología tradicional.

Para el segundo parcial podemos observar en la Tabla XIV, que, si se considera el promedio por tema, en la metodología tradicional se obtiene que en la mayoría de los temas el resultado fue estadísticamente similar que en la metodología B-Learning, a pesar de que los puntajes medios de esta última son ligeramente superiores. Sin embargo, de manera global las calificaciones del examen del curso B-Learning es estadísticamente mejor que la del curso tradicional.

TABLA XIII
ESTADÍSTICAS EXAMEN PRIMERA EVALUACIÓN POR TEMA

	B-Learning		Tradicional		Z	p-value
	Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar		
T1	1,89	2,33	0,26	1,12	3,91	0,000
T2	1,47	2,02	0,59	1,29	2,30	0,011
T3	2,82	2,63	2,69	2,75	0,20	0,420
T4	1,39	1,20	1,05	1,19	1,27	0,102
T5	1,97	1,94	1,26	1,52	1,82	0,034
T6	5,24	2,82	3,87	3,20	2,00	0,023
T7	3,58	3,07	3,03	3,03	0,80	0,212
T8	3,32	2,41	2,10	2,52	2,17	0,015
Total	21,68	15,03	14,85	13,47	2,12	0,017

TABLA XIV
ESTADÍSTICAS EXAMEN SEGUNDA EVALUACIÓN POR TEMA

	B-Learning		Tradicional		Z	p-value
	Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar		
T1	2,61	2,25	2,58	2,37	0,06	0,477
T2	4,25	1,89	3,49	2,27	1,62	0,053
T3	2,39	1,68	2,00	1,97	0,94	0,174
T4	3,61	1,81	2,46	2,12	2,58	0,005
T5	2,72	2,24	2,19	2,42	1,01	0,157
T6	4,25	3,79	2,49	3,35	2,18	0,015
T7	3,06	2,83	1,16	2,17	3,32	0,000
T8	3,00	2,44	2,22	2,72	1,33	0,091
Total	25,89	14,76	18,58	14,53	2,19	0,014

IV. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado un estudio piloto donde se compara la metodología B-Learning con el método tradicional. Para el estudio se utilizó una muestra de dos cursos, cada uno de 39 alumnos, y se comparan ambas metodologías. El profesor fue el mismo y de acuerdo con las pruebas estadísticas realizadas en estas muestras, la metodología B-Learning incrementa la media de las calificaciones, además del porcentaje de aprobación de la materia.

Para un futuro trabajo se piensa realizar un diseño experimental, donde se consideren medir más variables, como,

el tipo de profesor para ambas metodologías, el tipo de estudiante, el tiempo de dedicación de estudio semanal por estudiante, entre otros.

REFERENCES

- [1] ÁP Gómez, "La era digital. Nuevos desafíos educativos", *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación*. 2013, 40.
- [2] M Castells, "La era de la información", *Economía, sociedad y cultura*. 1999, 1.
- [3] Pérez C, Suárez R, Rosillo N. La educación virtual interactiva, el paradigma del futuro. Atenas. 2018 Marzo, Vol 4.
- [4] Álvarez I, Baquerizo G, Noboa D, García S, Mera E. Una nueva metodología de clase invertida aplicada como un programa piloto a estudiantes aspirantes a ingresar a una universidad ecuatoriana. In *Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development. Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on a Knowledge-Based Economy: Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Te*, 2020, virtual, p. 547.
- [5] Arias E, Bergamaschi A, Pérez M, Vásquez M. Enfoque educación. [Online].2020.Availablefrom: <https://blogs.iadb.org/educacion/es/eduhibrida/>
- [6] González ME. El b-learning como modalidad educativa para construir conocimiento. *Opción*. 2015, Vol 31.
- [7] Brioli C, Amaro R, García I. Referente Teórico y Metodológico para el Diseño Instruccional de Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje. *Docencia Universitaria*. 2011, Vol 12.
- [8] Martín Hernández, A. "Conceptos en La formación sin distancia." Madrid: Servicio Público de Empleo Estatal. Pag, 2006, p 18-45.
- [9] Azcorra A, Bernardos C, Gallego O, Soto I. Informe sobre el estado de la teleeducacion en España. Primera ed. Madrid UCId, editor. Madrid, 2001.
- [10] Bartolomé Pina, Antonio Ramón. "Blended learning. Conceptos básicos." *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 23, 7-20. 2004.
- [11] Area, M. "Los medios y las tecnologías en la educación (Madrid, Ediciones Pirámide)." Arévalo, 2007, repositorios de objetos de aprendizaje de la universidad de Sevilla, recuperado de la 2004.
- [12] Area M. De la enseñanza presencial a la docencia digital. *RED. Revista de Educación a Distancia*. 2018, Vol 56.
- [13] Barkley E. Técnicas de aprendizaje colaborativo: manual para el profesorado universitario Morata E, editor, 2007.
- [14] Revelo O, Collazos C, Jiménez J. El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura. *Tecno Lógicas*. 2018, Vol 21.
- [15] Gómez ÁP. La era digital. Nuevos desafíos educativos. *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación*. 2013, 40.
- [16] Castells M. La era de la información. *Economía, sociedad y cultura*. 1999, 1.