

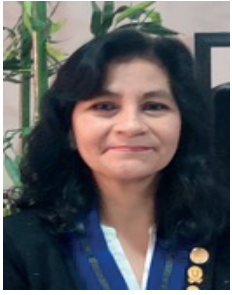


## **Flipped Classroom y los cursos de cálculo en Ingeniería. Afianzado los aprendizajes de alto nivel**

Diana Mercedes Castro Cárdenas  
Segundo Francisco Segura Altamirano  
Walter Arriaga Delgado  
Carlos Leonardo Oblitas Vera  
Dolores Sánchez García  
William Wilmer Coronado Juárez

Collo**QUIUM**

Editorial - Centro de Formación



**Diana Mercedes Castro Cárdenas**

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque, Perú

<https://orcid.org/0000-0001-8489-9671>

dcastroc@unprg.edu.pe

Licenciada en Matemática. Maestra en Ciencias con mención en Matemática Aplicada. Doctora en Educación. Docente Principal ordinario en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque –Perú, adscrita al Departamento académico de Matemáticas. Más de 25 años de experiencia en la docencia universitaria, especialmente como docente en matemáticas en las diferentes especialidades de ingeniería.

**Segundo Francisco Segura Altamirano**

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque, Perú

<https://orcid.org/0000-0002-0103-7222>

sseguraal@unprg.edu.pe

Egresado de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, se ha desempeñado en diversas empresas de Telecomunicaciones en las áreas de Redes de Fibra Óptica, egresado de la maestría de Telecomunicaciones y Networking del a Universidad Tecnología del Perú, actualmente se desempeña como docente en la especialidad de Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, sus temas de interés son la aplicación de nuevas metodologías a los procesos de aprendizaje en la ingeniería en general.



**Walter Arriaga Delgado**

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque, Perú

<https://orcid.org/0000-0001-9311-5314>

warriaga@unprg.edu.pe

Matemático. Su Licenciatura en Matemáticas la desarrolló en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque. Se graduó de Maestro en Ciencias con mención en Matemática Aplicada en la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque. Se graduó de Doctor en Educación en la Escuela de Post Grado de la Universidad Cesar Vallejo. Docente Principal adscrito al Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Sus campos de interés en Docencia e Investigación son: Álgebra Lineal, Matemática Aplicada y Matemática Computacional. Asesor de tesis de pregrado y posgrado con más de 20 años en la docencia universitaria.



**Carlos Leonardo Oblitas Vera**

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque, Perú

<https://orcid.org/0000-0003-0272-9375>

coblitas@unprg.edu.pe

Ingeniero Electrónico. Maestro en Educación con mención en Docencia y Gestión Educativa. Maestrante en Inteligencia Artificial en Universidad Internacional de La Rioja – México. Egresado del Programa de Doctorado en Ciencias de la Mecánica Eléctrica con Mención en Energía en Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Docente nombrado adscrito al Departamento de Computación y Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque – Perú.



**Dolores Sánchez García**

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque, Perú

<https://orcid.org/0000-0001-6902-6231>

dsanchez@unprg.edu.pe

Licenciado en Matemáticas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Lambayeque – Perú. Magister en Matemática Aplicada, Doctor en Ciencias de la Educación. Docente Principal ordinario de la misma Universidad. Asesor de tesis de pregrado y posgrado en matemática, con trabajos de investigación en biomatemática en la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.



**William Wilmer Coronado Juárez**

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque, Perú

<https://orcid.org/0000-0002-3694-9547>

wcoronado@unprg.edu.pe

Licenciado en Matemáticas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Maestro en Ciencias con Mención en Matemática Aplicada. Doctor en Educación. Docente principal en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque-Perú.



# **Flipped Classroom y los cursos de cálculo en Ingeniería. Afianzando los aprendizajes de alto nivel**

Diana Mercedes Castro Cárdenas  
Segundo Francisco Segura Altamirano  
Walter Arriaga Delgado  
Carlos Leonardo Oblitas Vera  
Dolores Sánchez García  
William Wilmer Coronado Juárez

Collo**QUIUM**

Editorial - Centro de Formación

Flipped Classroom y los cursos de cálculo en  
Ingeniería. Afianzando los aprendizajes de alto nivel

Diana Mercedes Castro Cárdenas  
Segundo Francisco Segura Altamirano  
Walter Arriaga Delgado  
Carlos Leonardo Oblitas Vera  
Dolores Sánchez García  
William Wilmer Coronado Juárez

Editado por Colloquium  
ISBN: 978-9942-600-29-5  
Primera edición 2022

La obra fue revisada por pares académicos antes de su proceso editorial, en caso de requerir certificación debe solicitarla a: [sbores@colloquium-editorial.com](mailto:sbores@colloquium-editorial.com).

Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

Ecuador 2022

## Prólogo

En los más de 16 años como docente en el dictado de cursos de Matemática en las carreras de Ingeniería de una Universidad Pública, siempre se ha encontrado altos índices de desaprobados, además de una falta de preparación para los cursos posteriores, por esta razón planteamos el Modelo de Flipped Classroom, usando el alineamiento constructivo y la Taxonomía Solo, lo cual nos permitió mejorar el rendimiento de los estudiantes en los cursos de Matemática, para esto evaluamos el modelo del Flipped Classroom como método de enseñanza aprendizaje, junto a la taxonomía SOLO, para esto desarrollamos un conjunto de instrumentos que consisten en un preexamen, post examen, encontrándose que existe una diferencia significativa entre los rendimientos de los estudiantes en las notas finales del examen 1 (aplicado en el Método Tradicional) y el examen 2 (aplicado en el Método de Flipped Classroom), puesto que la nota final media del examen 2(aplicando Flipped Classroom) ( $14.7 \pm 0.279$ ) es significativamente mayor, cuando se compara con la nota final media del examen 1(aplicando método Tradicional) ( $12.5 \pm 0.279$ ). Esto implica que el Método de Flipped Classroom beneficia a los estudiantes más que Método Tradicional, puesto que las notas finales obtenidas son mayores en el caso de Flipped Classroom.

## **Introducción**

En los más 16 años de experiencia como docente de la educación pública universitaria, y la mayoría ha sido desarrollando cursos de Matemática a diferentes escuelas de Ingeniería, lo que me ha permitido ver, que el común denominador de los estudiantes en su poco interés en estos cursos, lo que se refleja también la falta de compromiso que al final no solo afecta su notas finales que se ven en sus boletas de notas; con altos índices de desaprobados, sino también en los cursos posteriores a los cuales no llegan lo suficientemente preparados.

La relación entre el compromiso en cursos de matemática (Específicamente Matemática Discreta) y rendimiento académico fue estudiada en (González-Ramírez & García-Hernández, 2020) (González Fernández & Huerta Gaytán, 2019) que hallaron que estas variables están fuertemente correlacionadas, además indican que los estudiantes que tienen un desempeño adecuado, utilizan la tecnología para aprender, y se ha hallado mayores niveles de engagement y de rendimiento académico, esto es consecuencia en parte una percepción equivocada del estudiante cuyas actividades posiblemente busca enfatizar habilidades que tenga poco que ver con los objetivos educativos (Margolis, 2001).

En nuestra realidad, una posible causa del poco interés de los estudiantes, se debe a que se continua con un desarrollo tradicional de los cursos donde el centro todavía sigue siendo el docente, los cuales en general no logran comprometerse con el aprendizaje de los estudiantes, debido al uso inadecuado de nuevas herramientas que incluyen nuevas tecnologías de hardware y software (Luzardo Briceño et al., 2020) (Ruiz et al., 2015) , también podría darse por qué no todos cuentan con las herramientas tecnológicas; a pesar de que la mayoría, por no decir todos nuestros estudiantes pertenecen a la llamada generación Millennial, que demuestran un gran dominio en el manejo de gages tecnológicos y sus aplicaciones pero poca tolerancia a la

lectura (Roehl et al., 2013), lo que puede facilitar estrategias metodológicas basadas en medios tecnológicos.

El defecto de las clases de la forma tradicional, es aulas silenciosas donde los estudiantes están sentados esperando que el docente llene la pizarra mientras observan sus celulares, conectados a sus redes sociales, viendo películas, videojuegos o conversan entre ellos con muy poco interés en el contexto en el que están, a pesar de que existen investigaciones tales como (Sologuren et al., 2019), (Martínez et al., 2016) donde se presentan estrategias para lograr el aprendizaje de nivel 5 (Taxonomía Solo) evaluando las competencias de los estudiantes en los primeros ciclos de Ciencias e Ingeniería, donde demuestra que la mayoría tiene una buena percepción de la implementación de este nuevo modelo, que incluyen también nuevas formas de evaluación que permite un seguimiento adecuado y hasta personalizado de la ruta de aprendizaje seguida por los estudiantes.

Como el uso de la tecnología ahora se ha vuelto esencial, así: “La tecnología ha abarcado distintas áreas, permitiendo innovar a la educación estimulando la creación de nuevos conocimientos, de esta manera se describe la importancia de cada agente educativo (docente-alumno) y su rol transformador en el proceso de enseñanza-aprendizaje” (Hernandez, 2017).

Entonces el uso de la tecnología permitirá realizar nuevos modelos de enseñanza que favorezcan que el aprendizaje sea más dinámico, basados en aprendizajes didácticos, donde se fomenten la práctica, trabajos en equipos y el uso de materiales y técnicas adaptables.

Si agregamos a esto el uso de metodologías centradas en el estudiante, que han demostrado un alto nivel de aprobación de parte de los mismos (Gilboy et al., 2014), permite a los docentes diseñar diferentes actividades y evaluaciones antes, durante y después de clases que ha demostrado ser eficaces en la mejora del rendimiento académico

(Rodríguez Muñiz Luis J & Diaz, Patricia, 2015) a pesar de la variada información obtenida, resaltan el crecimiento de la actividad on-line, como elemento de refuerzo de contenidos.

Ahora se busca que ya no se le enseña al estudiante, sino el docente debe gestionar el aprendizaje (John & Catherine, 2011), es decir buscar nuevas metodologías que aseguren que el docente sea un buen gestor del aprendizaje de los estudiantes así el estudiante sea un protagonista activo, debido que ahora se cuenta con medios tecnológicos las plataformas de comunicación de una u otra manera a pesar de algunas limitaciones de nuestra región si pueden acceder los estudiantes asíncronamente diferentes tipos de materiales. Las limitaciones que tiene el estudiante para un aprendizaje adecuado se deben a varios factores, siendo el principal el hecho de que el docente enseña es muy diferente a lo que evalúa de tal manera, los estudiantes solo estudian lo que el docente va a evaluar (currículo oculto), es decir aprenden solo lo que consideran necesario para aprobar a pesar de la relevancia del curso.

Entonces apoyándonos en los grandes avances hoy y el movimiento hacia una sociedad del conocimiento, es necesario optar por formas diferentes, no necesariamente nuevas de métodos de enseñanza aprendizaje con centro en el estudiante. Una que muestra una gran evolución es el método del Flipped Classroom, o aula invertida, puesto que hay más de 21000 resultados desde el 2016 incluido el 2020, en resultados de búsqueda en Google Scholar, y usando el termino de búsqueda aula invertida no indica más de 15000 resultados, aun mas si especificamos como criterio de búsqueda solo del Flipped Classroom aplicado a la enseñanza de Cursos de Matemática Universitaria, obtenemos más de 10000 resultados en ese mismo periodo, de los cuales 2200 corresponden al 2020, para una búsqueda realizada a finales de setiembre del 2020, en el 2019 obtenemos más de 2600 resultados, cerca de 2000 el 2018, observándose una clara tendencia a

aumentar. Debemos conocer el Flipped Classroom, y sus modificaciones al aplicarlo en los cursos de Calculo o Matemática Universitaria, con el objeto de comprobar un mayor logro de aprendizajes.

Podemos pues indicar que se justifica que estudio que estamos realizando, puesto que evaluaremos el Flipped Classroom como método de enseñanza aprendizaje, que será aplicado junto al alineamiento constructivo para lo que desarrollaremos un conjunto de instrumentos que consisten en un pre examen, post examen, usando la taxonomía SOLO y un cuestionario de satisfacción a los alumnos considerados en la muestra de estudio.

La hipótesis que planteamos es que habrá una diferencia significativa entre los rendimientos de los estudiantes en los resultados de los exámenes tomados, cuando comparamos el Flipped Classroom contra el Método Tradicional, siendo nuestro objetivo entonces demostrar que el modelo Flipped Classroom Mejora el aprendizaje de Matemática en estudiantes de la universidad pública de Lambayeque, aplicado a estudiante del II Ciclo de Ingeniería Electrónica.

El compromiso de los estudiantes es uno de los factores esenciales para una enseñanza efectiva, siendo crítico también en el aprendizaje.

Todos los que estamos desarrollando la actividad docente, particularmente es mi caso, con pasión y entusiasmo que queremos contagiar a nuestros estudiantes, pero la realidad es muy desalentadora cuando vemos estudiantes desconectados, que difícilmente nos siguen en la discusión de las clases, salvo pocas excepciones, y al final de la clase corren como prisioneros recién liberados, de igual forma existen estudiantes más preocupados en "pasar" el curso con muy poco interés en aprender y otros más aún que realizan grandes esfuerzos en hacer trampa, cuando aprenderían muchísimo más si usaran la mitad del esfuerzo en estudiar. Porque es tan difícil lograr que los estudiantes se

comprometan, piensen, le den importancia, es decir tengan compromiso responsable con su aprendizaje.

La discusión del compromiso de los estudiantes se da sin importar el número de estudiante de la misma, y también en la rigurosidad de la clase lo que obliga a los maestros a buscar maneras de involucrar a los estudiantes no solo de los cursos presenciales, sino más bien en el contexto actual a las clases impartidas de manera virtual (Al-Zahrani, 2015).

La NSSE define el compromiso como:

“la frecuencia con la cual los estudiantes participan en actividades que representan practicas efectivas educacionales, y concibe esto como un patrón de intervención en una variedad de actividades e interacciones tanto dentro como fuera del aula durante la carrera universitaria del estudiante”

Los componentes claves del compromiso de los estudiantes:

- Tiempo total y esfuerzo que los estudiantes ponen en actividades de estudios y otras que conducen a experiencias y resultados que constituyen el éxito del estudiante.
- Maneras en que la institución concede recursos y organiza espacios de aprendizaje y servicios para inducir a los estudiantes a participar en beneficio de tales actividades.

Como entender el compromiso de los estudiantes – Engagement: El compromiso podemos describirlo como estudiantes que desean aprender, que les importa su aprendizaje. Los estudiantes comprometidos superan las expectativas, yendo más lejos de lo requerido. Las mejores palabras que describen el compromiso del estudiante son pasión y emoción, como docentes deseamos estudiantes que dediquen su corazón y su mente al aprendizaje del curso.

También un estudiante comprometido da sentido a lo que aprenden, o se involucran en las tareas académicas de tal forma que utilizan habilidades y pensamientos de orden superior, como análisis de información o resolución de problemas de mediana a gran complejidad dentro del nivel que están desarrollando. Es decir, realizan lo que se conoce como un aprendizaje activo, reconociendo que es un proceso dinámico, que conecta información nueva con que ya se conocía.

Si los maestros se preocupan mucho en el aprendizaje motivacional o activo, elementos de participación estudiantil, señalan rápidamente que ambos son necesario. Un aula llena de estudiantes motivados y entusiastas es ideal, pero no tiene sentido educativo si esto no se refleja en el aprendizaje. Pero si tenemos estudiantes que aprenden con algún modelo activo, pero no con el entusiasmo suficiente, se puede decir que no están comprometidos. De tal manera que el compromiso del estudiante es fruto de la motivación y alguna forma de aprendizaje activo. Esto es en consecuencia una contribución simultánea y necesaria y excluyente en el sentido que no ocurrirá si falta alguno de los elementos. No es el resultado de uno o el otro solo, sino que se genera en el espacio que reside en la vuelta de motivación y aprendizaje activo.

Consideramos que es necesario el compromiso y el aprendizaje activo para tener resultados positivos, puesto que estudiantes en aprendizaje activo pero desganados no están comprometidos, es decir el compromiso del estudiante es el resultado de la motivación y aprendizaje activo y no puede existir si falta alguno de estos elementos.

El compromiso del estudiante se entiende como un proceso y un resultado que es una experiencia continua y resultado de una combinación e interacción armónica entre la motivación y el aprendizaje activo (Hoidn, 2017).

Motivación del Estudiante en el Compromiso: La definición de Motivación es la explicación de las razón o razones que hacen que un individuo

participar en diversas actividades y/o comportamientos particulares. Es lo que hace que alguien quiera hacer algo. En nuestro contexto queremos estudiantes que deseen aprender (Brophy, 2010) tomándose la motivación como una competencia que se adquiere y que se mejora través de la práctica constante de actividades de aprendizaje. “Es una red de ideas, habilidades, valores y disposiciones conectadas que se desarrolla con el tiempo”. Las razones, motivaciones, por las que los estudiantes llegan a la universidad y en específico a una carrera son muy variadas, pero estas pueden activarse o suprimirse en determinadas situaciones o cursos.

Según (Brophy, 2010), la motivación es un estado interno, que es diferente del concepto conductista de la motivación, que implicaba la manipulación externa con recompensas y castigos, siendo la motivación en esta teoría la respuesta a incentivos y recompensas que son externos al estudiante. Los modelos cognitivos de motivación empezaron a reemplazar los modelos conductistas en la década de 1960, haciendo énfasis en las experiencias subjetivas de los estudiantes. El reforzamiento sigue siendo importante, pero sus efectos deben medirse a través de la cognición del estudiante. El modelo cognitivo, el de Jerarquía de Necesidades de Maslow, propone que el comportamiento es una respuesta a las necesidades sentidas, lo que implica que las necesidades fisiológicas básicas, deben cumplirse antes que se puedan satisfacer las necesidades de nivel superior. En las clases, esto significa que antes que los estudiantes se puedan enfocar en el nivel de aprendizaje en la universidad, primero necesitan satisfacer necesidades de bajo nivel, así los estudiantes que tienen hambre, por las clases continuas o están cansados debido a trabajos a tiempo parcial o estudios realizados las noches anteriores para un examen se distraerá con sus necesidades fundamentales de comida o de sueño y no se podrá concentrar en los cursos.

Lo resaltante de ambas teorías, es que coinciden en que la motivación es reactiva a presiones ya sean recompensas externas o necesidades internas, aunque también se está reconociendo comportamientos pro activos, que lleva al Modelo de los “Objetivos”, donde la motivación de los estudiantes pueda ser mostrar un buen desempeño, aprendizaje, u objetivos que evitan el trabajo, es decir no hacer caso de los desafíos inherentes a una tarea y centrarse en dedicar el menor tiempo y esfuerzo posible en completarlo. Queda ya a los docentes conocer estos modelos que le permitan identificar que “mueve” a un estudiante, para diseñar estrategias que animen a los estudiantes a adoptar metas de aprendizaje en lugar de objetivos de desempeño (DePasque & Tricomi, 2015) , evitando las presiones y no distraer a los estudiantes por el miedo o vergüenza al fracaso o por tareas que consideren inútiles (Ryan & Deci, 2017).

Hoy las teorías de la motivación combinan elementos de los modelos de necesidades y objetivos, además lo que muchos investigadores han encontrado se puede organizar dentro de un modelo de “expectativa x valor”, es decir el esfuerzo que las personas están dispuestas a gastar en una tarea es el producto del éxito en desarrollar la misma (expectativa) y el grado de valor de las recompensas como la oportunidad de participar en la su realización.

En la motivación, nos enfrentamos al dos extremos, En el romántico, ideal donde esperamos que los estudiantes hallen las actividades de aprendizaje divertidas y significativas y el contenido interesante, en el otro extremo nos encontramos con la visión cínica de la naturaleza humana y expectativas negativas acerca del potencial de los docentes de inducir motivación al estudiante, es decir pueden modelar el comportamiento, manipulando para que el estudiante aprecie sus oportunidades de aprendizaje (Hoffman, 2015). Lo recomendable sería conciliar ambos extremos para lo cual se hace necesario, sociabilizar la motivación en los estudiantes lo que puede ser realizado a través de

cuestionarios, entrevistas previas al inicio de las actividades de aprendizaje.

La motivación es la puerta al compromiso, sin motivación un estudiante está alejado mental y emocionalmente del proceso de aprendizaje (Díaz-Garrido et al., 2017), mientras que los estudiantes que se sientan motivados para aprender, busquen de una forma activa la información y comprensión que son los ingredientes de un aprendizaje con compromiso. Un aula llena con estudiantes sinceramente motivados es un escenario ideal, lo contrario a trabajar con estudiantes apáticos, aburridos, incluso hostiles; o quienes estén obsesionados con sus calificaciones que molestan constantemente para mejorarlas en cada tarea; o estudiantes con actitudes autodestructivas. Entonces comprender la diversidad y complejidad detrás de la motivación nos guiará en nuestros esfuerzos para poner las condiciones que mejoren el deseo de los estudiantes de aprender (Chien & Hsieh, 2018).

Aprendizaje Activo: Actualmente, y sin ser necesariamente malo, la educación superior ha cambiado dramáticamente en el mundo (John & Catherine, 2011) considerando, mayor cantidad de alumnos y también de universidades, como consecuencias hay una mayor diversidad en los estudiantes, junto que con otros factores hayan alterado la misión principal de la educación universitaria. La diversidad de los estudiantes es un desafío para los procesos de enseñanza, podemos tener estudiantes altamente comprometidos que aprenderán bien “a pesar del sistema”, mientras otros estudiantes simplemente desean obtener el título para tener un buen trabajo. Una forma de disminuir la brecha entre estos estudiantes es el aprendizaje activo que es la única alternativa que tienen las universidades para tener enseñanza de calidad.

Para mejorar la enseñanza se está tomando en cuenta:

- Esta es una función de la institución que implica su infraestructura (Ley Universitaria) y su organización, por lo cual deben implementarse

políticas y procedimientos de evaluación en toda la institución (proceso de Licenciamiento de Universidades).

- Desplazar el centro desde el Docente al alumno y específicamente se debe definir qué resultados de aprendizaje deben alcanzar los estudiantes en los diferentes temas desarrollados por los Docentes.

Debemos establecer entonces, que resultados debe alcanzar un estudiante al final de un curso, haciendo este paradigma extensivo al graduado, es decir saber los resultados generales que debe alcanzar el mismo. En función de esto deberían establecerse los programas o carreras académicas, en encuestas realizadas a casi 3000 Docentes se identificó los objetivos que desean alcanzar, siendo el más buscado las habilidades de pensamiento de orden superior, seguido de habilidades básicas de éxito académico, además de conocimientos y habilidades específicos a la disciplina (Krumsvik et al., 2019).

Flipped Classroom - Clase Invertida: Una de las estrategias de aprendizaje activo prometedoras es “Flipped Classroom” o “Clase invertida” y sus variantes, que consiste en su forma más básica lo que usualmente se hacía durante la clase ahora es hecho en casa y lo que usualmente se hacía en casa, ahora es hecho en clase (Bergmann & Sams, 2012), pero en realidad significa mucho más que eso.

Para entender mejor el termino, describimos como se “mira” la clase invertida en un día a día. Primero se discute en pocos minutos acerca del vídeo visto antes, pero para esto se ha tenido que entrenar a los estudiantes a ver los vídeos de manera efectiva, lo cual se consigue eliminando todas las distracciones mientras se ve el vídeo, además les indicamos que ellos tienen la habilidad de “pausara” o “retroceder” a su profesor. Además, que en los momentos de pausa se pueden anotar los puntos claves de la lección, con lo que se puede hacer un resumen de su aprendizaje. Con este método se logra que los estudiantes lleguen a clases con las preguntas apropiadas. Podemos usar estas preguntas

para evaluar la efectividad de nuestros vídeos, puesto que, si cada estudiante tiene una pregunta similar, es claro que no enseñamos bien ese tema y se debe corregir ese vídeo en particular.

Después de que las preguntas iniciales son respondidas, se entrega a los estudiantes la actividad del día. Que puede ser un laboratorio, una actividad de preguntas, una actividad de solución de problemas individual o grupal, un examen y si el tiempo lo permite se puede hacer más de una actividad.

Continuamos calificando tareas, laboratorios, pruebas como antes, pero el papel del Docente en el aula ha tenido un cambio significativo. Ya no somos los presentadores de la información, cumplimos más un rol de tutores, pasamos los días interactuando y ayudando a los estudiantes, que en general obtienen mucha más ayuda puesto que no quedarán atrapados en conceptos complicados.

Es decir, el tiempo de clase se ha reestructurado (Hall & DuFrene, 2016). Los estudiantes preguntan sobre el contenido del vídeo que se entregó, se resuelven estas inquietudes durante los primeros minutos de clases, lo que permite aclarar los conceptos erróneos antes de que pongan en práctica y se usen incorrectamente, el resto del tiempo se usa para una práctica más extensa y/o actividades o resolución de problemas.

**Tabla 1.** *Comparación de etapas de clase tradicional y clase invertida*

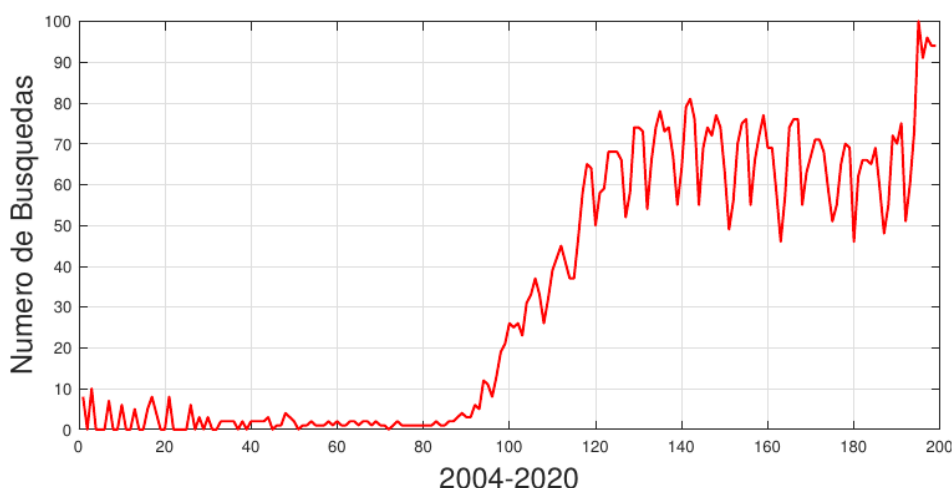
Clase tradicional		Clase invertida	
Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
Preguntas Saberes Previos	5/10min	Preguntas Saberes Previos	5/10min
Discusión de trabajos previos	20/30 min	Preguntas y Respuesta de Video	10/15 min
Entrega de Nuevo Contenido	30/50 min	Actividades Guiadas	60/75 min
Actividades Independientes	20/30min		

La clase invertida entonces, puede transformar la práctica de enseñanza, puesto que ya no estaremos de 30 a 60 minutos hablando de un tema, lo que hace que el rol del estudiante cambie y parece que “hablara” su idioma, puesto que nuestros estudiantes han crecido con acceso a Internet usando de manera cotidiana aplicaciones (Çakıroğlu & Öztürk, 2021) como Youtube, Facebook por decir solo unas pocas, puesto que se generan aplicaciones cada día y nuestros estudiantes las adaptan o desechan rápidamente, además la clase invertida se adapta mejor a estudiantes “ocupados”, puesto que el contenido principal es entregado con vídeos en línea. Entonces la clase invertida incluye(McNally et al., 2017).

- Una oportunidad para que los estudiantes estén expuestos de manera previa al material.
- Un incentivo para que los estudiantes se preparen para clases (exámenes previos a clase).
- Un mecanismo para evaluar la comprensión de los estudiantes (pruebas graduadas antes de clase).
- Desarrollo de actividades cognitivas de alto nivel que involucran aprendizaje activo, aprendizaje entre pares o resolución de problemas.

La Aplicación de la clase invertida está creciendo de manera significativa en el mundo como se refleja en la cantidad de búsquedas realizadas desde el año 2004, que sigue creciendo, donde la mayoría de los resultados de investigaciones, declaran que los estudiantes son beneficiados con la clase invertida y mejoran su desempeño comparado con el modelo tradicional.

**Figura 1** *Búsquedas clase invertida en Google desde el 2004*



<https://trends.google.es/trends/explore?date=all&q=clase%20invertida>

Existen muchos beneficios, de aplicar el aula invertida (Bjelobrk Knežević et al., 2019) (Kirvan et al., 2015), mencionamos algunos que son relevantes para este estudio:

- Los estudiantes se mueven a su ritmo.
- Más tiempo de interacción con los estudiantes significa que se aclaran las dudas.
- Se pueden adaptar más fácilmente la currícula.
- El tiempo de clase se usa más creativamente y productivamente.
- Uso de tecnología es flexible y ambiente apropiado hoy.
- Estudiantes comparten conocimiento en clase, lo cual refuerza la manera en que ellos aprenden.
- Lecciones en forma de vídeos cortos es más interesante para los estudiantes que largas sesiones de transmisión de conocimiento tradicionales.

También es importante conocer las desventajas, para poder minimizar sus efectos en los resultados de la aplicación de la clase invertida y en los resultados de la investigación (Maciejewski, 2016; Touchton, 2015)

- Los estudiantes podrían llegar sin preparación a las clases lo que les impediría participar activamente en las clases. Esto es debido a que el

modelo de clase invertida coloca al estudiante en un rol activo, el cual requiere más auto control y aprendizaje independiente.

- La preparación del material, tales como vídeos, deben ser cuidadosamente preparados para interesar y comprometer a los estudiantes. Esto requiere no solo tiempo adicional de parte de los docentes, sino también de habilidades digitales que deben ser reforzadas.
- Actualmente puede ser difícil implementar clase invertida en las universidades públicas, debido a la lenta adaptación de nuevos modelos, además de falta de infraestructura que facilita la generación de estos nuevos materiales y la falta de conectividad que afecta a más de un 40% de los estudiantes.
- El tamaño de las clases, usualmente la cantidad de estudiantes es mayor a 40 lo que hace un poco complicado un seguimiento en las actividades en clase.
- El tipo de motivación de cada estudiante, ya mencionada en la sección anterior.

En investigaciones similares se usan un diseño de investigación mixta (Scott et al., 2016) para lo cual se aplicó pre examen y post examen, además de una encuesta de opinión que intenta medir la percepción de los estudiantes respecto de cada modelo de instrucción, entonces se cubrió el mismo contenido usando diferentes modelos de instrucción. Usualmente los investigadores, la mayoría docentes dividen o generalmente optan por utilizar uno de los grupos asignados en su carga académica, en un grupo experimental y otro grupo de control. Estos grupos usualmente son de 20 a 30 estudiantes, y los instrumentos usados, consisten en pre exámenes, post exámenes y cuestionarios. Los cuestionarios pueden consistir de preguntas de opción múltiple, preguntas de emparejamiento, preguntas de completar espacios blancos, y preguntas con respuestas cortas, se usa el coeficiente de Pearson para evaluar correlación entre los exámenes. Los cuestionarios

que se usan consisten en escalas donde se usan escalas de Likert de rangos de 5 o 7 puntos, de 8 a 15 preguntas, se usan el alfa de Cronbach para evaluar el mismo. En (Wasserman et al., 2017) busca comparar el desempeño de los estudiantes entre el grupo de control y grupo experimental, tratando de tener un mayor control sobre el contenido, haciéndolo lo más similar posible en ambos grupos y midiendo el desempeño de los estudiantes en los procedimientos de solución de problemas y aplicación de conceptos. De igual forma (Kirvan et al., 2015) estudia el impacto de Clase invertida en la comprensión conceptual y el aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales en 54 estudiantes, usando como herramientas los registros y elementos los exámenes obligatorios. El diseño que usa es cuasi-experimental con una pre examen y grupo de control fue usado para efectos de comparación, la asignación de alumnos fue al azar usando el lanzamiento de una moneda, lo cual no garantizo comparabilidad de los grupos. El pre examen se aplicó a ambos grupos, donde no se encontró diferencias estadísticas significativas. El pre examen fue validado por un grupo de expertos en el sentido que cada pregunta media el contenido propuesto (validez de contenido), además de que cada pregunta se enfocaba en el análisis (partes que constituyen un sistema de ecuaciones), Modelamiento (desarrolla un sistema que representa una situación) y solución (cálculo de la solución). Se usó respuestas de opción múltiple y preguntas de respuesta abierta para la evaluación de las mismas se usa rubricas. En algunos casos, donde se presenta cambios o innovaciones del aula invertida (Tsai et al., 2017) se desarrolla un diseño experimental con un grupo aplicando aula invertida con implementación de ayuda académica en línea, un grupo de aula invertida y un grupo de control, En otros realizan un estudio secuencial (Johnston, 2017) donde se reemplaza las conferencias por vídeos hecho por el docente, en el primer años analiza el resultado y uso de estos vídeo que permite realizar modificaciones y mejoras, como anotaciones y vídeos adicionales y se compara los resultados con los obtenidos en el año previo. Como

instrumento para evaluar la actitud de los estudiantes a este nuevo enfoque se utiliza una encuesta. (Cronhjort et al., 2018) se reporta la medición de efecto de reemplazar el modelo tradicional basado en conferencias con el enfoque de aula invertida, que es realizada con datos de tres fuentes que consisten de una Prueba de Línea base compuesto de un pre examen y post examen, entrevistas para medir la motivación y el desempeño de los estudiantes en el examen final.

Las preguntas de investigación más usuales halladas son comparando el aprendizaje logrado, respecto al modelo utilizado, por ejemplo ¿Que tan bien comprendieron los conceptos de Calculo los estudiantes en el modelo de aula invertida contra el basado en conferencias? (Scott et al., 2016). O también evaluado la aceptación del modelo de Flipped Classroom, ¿Cuál es la impresión de los estudiantes del Flipped Classroom respecto al basado en conferencias?, existen preguntas relacionadas también a la percepción de los docentes respecto al su experiencia con este método. En otras investigaciones se centran más desde la perspectiva del estudiante con preguntas tales como: ¿Los estudiantes aceptan invertir la clase?, ¿Que piensan acerca del aprendizaje con clases grabadas? (Caligaris et al., 2016). Existen investigaciones que proponen innovaciones como el enfoque de Flipped Classroom auto regulado (Lai & Hwang, 2016) donde las preguntas son: ¿Puede el Flipped Classroom auto regulado mejorar los logros de aprendizaje de los estudiantes en comparación con el Flipped Classroom convencional?, ¿Puede el Flipped Classroom auto regulado mejorar la autoeficacia de los estudiantes en comparación con el Flipped Classroom convencional? O preguntas realmente más interesantes como: ¿Si Invertir la Clase, afecta el desempeño de los estudiantes en problemas de matemática, respecto a lo procedimental o conceptual?, ¿si Invertir la Clase, afecta las opiniones y percepciones de los estudiantes sobre el curso con respecto a las interacciones con el contenido y con el docente? (Wasserman et al., 2017).

Hay preguntas que consideran la estructura y nivel de aprendizaje, como: ¿La instrucción se centró más en el significado subyacente, procedimientos sobre la estructura de los sistemas de ecuaciones lineales en un aula invertida en comparación con un salón de clases tradicional?, ¿La Clase invertida mejora la habilidad de los estudiantes de analizar, modelar y solucionar sistemas de ecuaciones lineales? (Kirvan et al., 2015) Una pregunta que trata de comparar el Flipped Classroom con enfoques similares, consiste en ¿Cuánto mejora el rendimiento de los estudiantes, cuando la realimentación se brinda de manera oportuna en comparación con la realimentación tardía?(Thai et al., 2017). Hay interés también en conocer la satisfacción observada en los estudiantes y los coordinadores de los cursos, cuando se aplica Flipped Classroom, sin identificar específicamente una pregunta en la investigación, pero plantea la hipótesis que esta metodología permitirá el aprendizaje profundo, aumento de la confianza, motivación y compromiso de los estudiantes (Awidi & Paynter, 2019). Existen también estudios exploratorios, donde examinan los resultados de los estudiantes con los métodos de Flipped Classroom, Flipped Classroom con actividades de aprendizaje colaborativo, comparando los mismos con los resultados obtenidos usando los modelo de clase tradicional, (Foldnes, 2016). En un estudio reciente (Fredriksen & Hadjerrouit, 2020) estudia las contradicciones que surgen cuando se utiliza el Flipped Classroom en cursos de matemática universitaria, para lo cual utiliza la siguiente pregunta de investigación ¿Qué tipos de contradicciones surgen en una clase invertida de Matemáticas, y como los estudiantes los experimentan?, adicionalmente en (Nielsen, 2020) no existe una pregunta específica, pues se realiza un análisis de las costumbres de visualización de vídeos de los estudiantes de matemática de una programa de ingeniería.

Más recientemente se ha estudiado el desarrollo de las actividades en casa de tal manera que favorezca el pensamiento crítico de los

estudiantes en la solución de problemas de forma individual, antes del desarrollo de las actividades grupales (Voigt et al., 2020)

Taxonomía SOLO – Estructura del Resultado del Aprendizaje Observado: SOLO fue descrito en (Biggs & Collins, 1982), donde clasifica los resultados de aprendizaje de los estudiantes en función de su complejidad, lo que permite determinar la calidad del aprendizaje, empezando desde la capacidad más baja que aprende un solo un aspecto de la tarea, luego varios aspectos, pero sin relación aparente, para después integrarlos de forma racional en un bloque de conocimientos, siendo el siguiente paso la generalización a aspectos aun no enseñados. En cada nivel se consideran tres dimensiones, como la capacidad que se refiere a la cantidad de trabajo, memoria, amplitud de la atención o concentración, la dimensión de Relacionar que se refiere en la manera que los señales y las respuestas se relacionan, y la dimensión de Consistencia y el Cierre, que se refiere a dos necesidades opuestas, una es la necesidad de llegar a una conclusión de algún tipo (cerrar); la otra es sacar conclusiones consistentes para que tampoco haya contradicción entre la conclusión y los datos. Finalmente, con la estructura (Ver Tabla 2), los autores intentaron representar estas características en forma de diagramas. El estudiante puede responder a las señales usando datos no relevantes, datos relevantes entregados, y datos relevantes que no han sido dados que a menudo son implícitos.

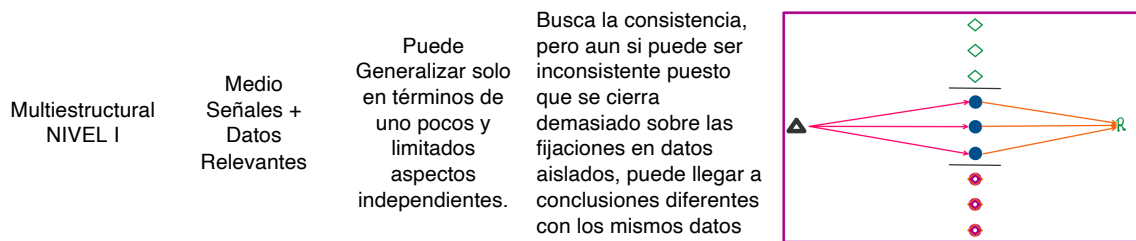
En (Christinove & Mampouw, 2019), se observa el error cometido por los estudiantes en el cálculo de las integrales definidas de funciones trigonométricas usando la Taxonomía SOLO, cuyos resultados indican que muchos de los errores cometidos por los estudiantes están en el nivel multi-estructural causado por la suma de errores y falta de precisión, mientras que otros errores están en el nivel pre-estructural y se deben a la falta de entendimiento del problema dado. A nivel uniestructural, los errores tienen que ver con los errores de aplicación de los conceptos desde el inicio del problema. Este estudio se puede usar

como una referencia para anticipar y reducir los errores de los estudiantes en el cálculo de Integrales definidas de funciones trigonométricas. En esta investigación se establecen aspectos específicos de la solución de estas integrales con los niveles de la Taxonomía SOLO, así:

1. Pre-estructural: Estudiantes no entienden la pregunta, así que, en la solución de problemas, se usan métodos que son irrelevantes o no claros.
2. Uni-estructural: Se usa un problema solucionado para solucionar el problema.
3. Multi - estructural: Se usan dos piezas o más de información para la solución del problema, pero no los pueden combinar con éxito.
4. Relacional: Piensan usando dos piezas o más de información en la solución y conectan estos para solucionar el problema correctamente.
5. Resumen Extendido: Se usan dos piezas o más de información en la solución y conectan para obtener nuevas conclusiones y resuelven con éxito nuevos problemas.

**Tabla 2.** Descripción de niveles usando de taxonomía SOLO

DESCRIPCION SOLO	Capacidad	Operaciones de Relación	Consistencia	Estructura
Resumen Extendido NIVEL III	Máxima Señales+ Datos Relevantes + Interrelaciones +Hipótesis	Deducción e Inducción. Se puede hacer generalidades a situaciones no experimentadas	Inconsistencias Resueltas. No se siente la necesidad de tomar decisiones cerradas: las conclusiones se mantienen abiertas o calificadas para permitir alternativas lógicamente posibles. (R1, R2, o R3)	
Relacional NIVEL II	Alta Señales + Datos Relevantes +Interrelaciones	Inducción: Puede Generalizar dentro del contexto de lo dado o experiencia usando aspectos relacionados	No hay inconsistencias dentro del sistema dado, puesto que lo cerrado es único, pueden ocurrir inconsistencias cuando sale del sistema.	



Adaptado de (Biggs & Collins, 1982)

El estudio realizado en (Yarman et al., 2020), tiene como objetivo describir los errores de los estudiantes en la Solución de problemas de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, identificando los errores de concepto, en el uso de datos, interpretación del problema, técnicos, y en la realización de conclusiones. Siendo un estudio descriptivo donde se usó a 10 estudiantes de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, la clasificación de los errores se realizó usando la Taxonomía SOLO, indicando la principal causa de error en los estudiantes es debido a la falta de habilidades en el uso de fórmulas, falta de cuidado en las revisiones y el hábito de no repetir o repasar las lecciones.

En la presente investigación se usará un enfoque cuantitativo, donde las unidades de observación son los resultados de los exámenes de los estudiantes, el curso de Análisis Matemático II y las preguntas de los exámenes, se midió variables, como el aprendizaje autónomo y el grado de conocimientos adquirido, de acuerdo a la taxonomía SOLO, usando como datos las respuestas de las encuestas, cuestionarios y las respuestas de los exámenes en la diferentes etapas, este será de tipo de diseño de preexperimental, puesto es de un grupo único, con pre prueba y post prueba. Consiste en aplicar una pre prueba, donde se usará la taxonomía SOLO, para medir el nivel de conocimientos del tema a tratar, se realizará clases tradicionales y post prueba se medirá nuevamente el nivel de conocimientos sobre el tema tratado, luego se repetirá en el mismo grupo, pero en la siguiente semana del curso, tomando una pre prueba antes del tema, se aplicará ahora la Clase Invertida y se evaluará el nivel de conocimientos, siempre usando la



- La otra etapa de aprendizaje individual directa basada principalmente en videos propios o seleccionados de Internet por parte del docente.

Se entiende cuando el estudiante se hace cargo de su propio aprendizaje (Holec, 1981), siendo un concepto con mucha influencia en una gran variedad de contextos de aprendizaje (Yasmin & Naseem, 2019), como es el caso de Flipped Classroom. En nuestro caso, suponemos que, si el estudiante reflexiona sobre su aprendizaje, este puede sea más eficiente, siendo a la vez específico puesto que se centrara en los intereses del alumno. Esto se puede reflejar en la visualización de los videos , la revisión del material proporcionado además de otros materiales, las preguntas que el estudiante pueda realizar y la participación de manera activa en el aula (Blidi, 2017).

Es el resultado del proceso cognitivo del estudiante, dentro de algún método, en el caso particular de Flipped Classroom, se considera que se aprende nuevos conceptos en la actividades antes de la clase(SATTAR et al., 2019) que es realizada de manera autónoma por el estudiante usando los recursos puestos a su disposición por el docente, en Clase se tiene la oportunidad de aclarar y consolidar (**Fortalecimiento de los aprendizajes**) los conceptos recientemente aprendidos, con las actividades que se desarrollan, finalmente en los proyectos (Nivel III de aprendizaje), pueden reflexionar, mejorando su retención y transferencia(**Afianzar el Aprendizaje**). En función de la Taxonomía SOLO, en pre clase se adquieren un aprendizaje de Nivel I y en clase se logra los Niveles II y III.

A pesar de que no existe un consenso sobre cómo se puede mejorar el aprendizaje en matemática (Booth et al., 2017), si se ha identificado factores que tienen el potencial de mejorar sustantivamente el aprendizaje en los estudiantes, entre las cuales están los ejemplos trabajados, la realimentación, La mezcla en la solución de problemas,

representaciones abstractas y concretas. Usando algunos de estos factores se intenta medir la mejora del aprendizaje en Matemática

Para esto se usará Taxonomía SOLO junto al Alineamiento constructivo que nos dará una buena noción niveles de aprendizaje desde lo básico a lo profundo, que nos orienta a la forma de enseñar y evaluar.

Clasificaremos no solo los resultados de aprendizaje de los estudiantes, sino también los materiales y evaluaciones para de esta manera controlar el grado de aprendizaje de los estudiantes, iniciando con aprendizaje Multiestructural (Nivel 1) que le permite generalizar solo en términos de uno pocos y limitados aspectos independientes, siguiendo con un aprendizaje Relacional (Nivel II) donde Generaliza dentro del contexto de lo dado o experiencia usando aspectos relacionados, hasta el Resumen Extendido (Nivel III) usando la deducción e inducción, se puede hacer generalidades a situaciones no experimentadas.

La población son los estudiantes de los 3 primeros ciclos de la escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, con un total de 147 alumnos.

**Tabla 3. Población**

Ciclo	Cantidad de Alumnos
I	45
II	42
III	40

La muestra son los estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático II, de la escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, con un total de 40 alumnos.

Se ha realizado una exploración en las diversas técnicas e instrumentos que pueden ayudar a realizar una correcta recolección de datos para esta investigación.

Se ha empleado el software RStudio para poder examinar el desempeño de los estudiantes al final de la aplicación del método tradicional y al final de método de Flipped Classroom. Se uso la prueba de Shapiro-Wilk para examinar la normalidad de los datos, además de la Prueba de Levene para verificar la homogeneidad.

Después de aplicar el test de Satisfacción, mediante una encuesta en los 40 estudiantes se obtienen los resultados mostrados en la **Tabla 4**, donde se ha usado escalas de valoración que permite que el estudiante evalúe la calidad del material presentado, se usa escalas de intensidad para saber el grado de preferencia del estudiante respecto a si el material es adecuado, las escalas de actitud nos permiten conocer la opinión del estudiante respecto a su participación y motivación(Cabrera et al., 2020) (Landa Cavazos et al., 2018), además de preguntas más concretas sobre las actividades de los estudiantes en casa.

En la Tabla 5 se observan las estadísticas de los exámenes, como se puede apreciar se han colocado el Promedio, Varianza y Mediana. En el caso del promedio existe una nota desaproboratoria al inicio de cada semana y luego al final de cada una se observa que existen notas aprobatorias al menos en promedio (En el anexo se ha colocado la tabla de notas completas).

También se incluye en la

Figura 4 de manera compacta los resultados del Pre-Examen1, en el anexo incluimos los resultados de los demás exámenes.

El análisis de covarianza (ANCOVA), nos permitirá cuantificar hasta qué punto los resultados de los variables son independientes, esto nos ayuda a evaluar el aprendizaje logrado por los estudiantes en las clases desarrolladas usando Flipped Classroom. Primero se ha sometido todos los resultados preliminares a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, que es un requisito para ejecutar las pruebas estadísticas utilizadas. Estos resultados se muestran en la Tabla 6 donde podemos ver que en todos los datos analizados el p-valor es siempre mayor que 0.05,

indicando pues que la muestra es altamente probable que sea distribuida normalmente.

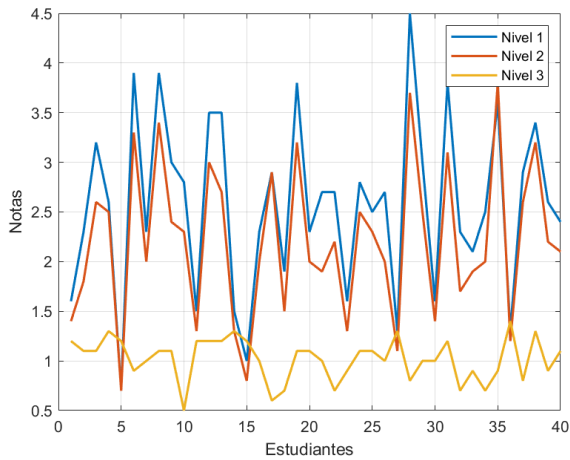
**Tabla 4 Resultados de test de satisfacción**

PREGUNTA	Indicación de Respuesta posible				
	Visualizo los videos del curso dos días antes de las sesiones presenciales	Si 1 60%	No 2 40%		
Visualizo los videos del curso el mismo día de las sesiones presenciales	Si 1 22.5%	No 2 77.5%			
Reviso algún tipo de material adicional al material presentado.	Si 1 65%	No 2 35%			
El material presentado en los videos es adecuado	Muy Inadecuado 1 15%	Inadecuado 2 7.5%	Neutro 3 10%	Adecuado 4 20.0%	Muy Adecuado 5 47.5%
Dedico más de dos horas a la visualización/revisión del material de cada sesión presencial	Si 1 57.5%	No 2 42.5%			
Asistió con regularidad a clases.	Si 1 92.5%	No 2 7.5%			
Ingreso a las clases presenciales dentro del tiempo de tolerancia (10 minutos)	Si 1 82.5%	No 2 17.5%			
Participo y contribuyo de manera activa en los trabajos grupales en las sesiones presenciales	Muy Poca Participación 1 10.0%	Poca Participación 2 7.5%	Sin Participación 3 10%	Participación 4 20%	Mucha Participación 5 52.5%
Desarrollo de manera efectiva los ejercicios en las sesiones presenciales.	Si 1 57.5%	No 2 42.5%			
Considera adecuada las actividades desarrolladas por el docente en el curso.	Muy Inadecuado 1 12.5%	Inadecuado 2 5.0%	Neutro 3 10.0%	Adecuado 4 17.5%	Muy adecuado 5 55.0%
El material presentado lo motivo a estudiar los conceptos del curso.	Muy Indiferente 1 12.5%	Indiferente 2 7.5%	Neutro 3 10%	Motivado 4 15%	Muy Motivado 5 55%
Considera que debe replicarse este método en sus demás cursos	Si 1 67.5%	No 2 32.5%			

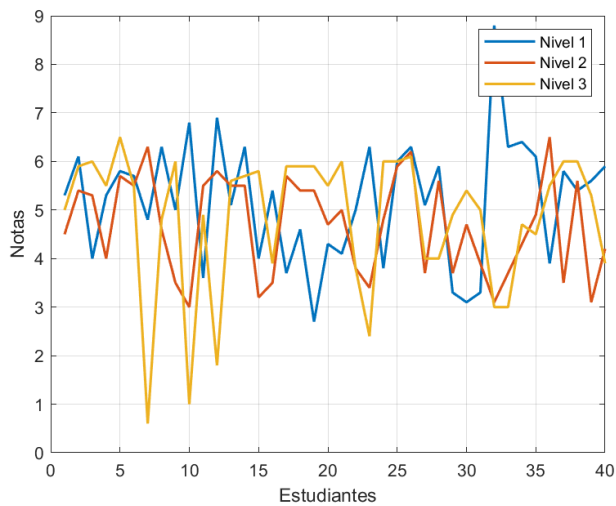
**Tabla 5 Estadísticas de Exámenes**

Estadístico	Pre-Examen 01	Examen 01	Pre-Examen 02	Examen 02
Promedio	5.8	12.5	6.7	14.7
Varianza	2.6	2.4	1.9	3.5
Mediana	5.6	12.3	6.6	14.8

**Figura 4** Notas del pre examen 1 por niveles



**Figura 5** Notas del examen 2 por niveles



Se ha realizado también la prueba de homogeneidad de la varianza, para las notas finales de los preexámenes, exámenes y a los resultados obtenidos en el nivel 3 en ambos exámenes, la prueba elegida ha sido el test de Levene, que al igual que la prueba de normalidad, es también un requisito para ejecutar las demás pruebas estadísticas. En la **Tabla 7** se puede observar los resultados indicando pues que la homogeneidad de la varianza no ha sido violada. De los cuadros resultantes de las pruebas preliminares, se puede continuar con las pruebas de ANCOVA para poder interpretar las relaciones entre los logros de aprendizaje en

los exámenes tomados después de aplicar el método tradicional y el Flipped Classroom.

**Tabla 6** Resultados de prueba de Shapiro-Wilk para normalidad

Ítem	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nota
<b>pre examen - emana 1</b>				
<b>p-valor</b>	0.106	0.5528	0.3401	0.6646
<b>w</b>	0.95423	0.97625	0.96923	0.97933
<b>Examen - semana 1</b>				
<b>p-valor</b>	0.2383	0.9088	0.3289	0.4599
<b>w</b>	0.96452	0.98658	0.96877	0.97346
<b>pre examen - semana 2</b>				
<b>p-valor</b>	0.6346	0.7318	0.2834	0.9358
<b>w</b>	0.97852	0.98114	0.96679	0.98772
<b>examen - semana 2</b>				
<b>p-valor</b>	0.3579	0.6445	0.1651	0.1503
<b>w</b>	0.96992	0.97879	0.95982	0.95863

**Tabla 7** Prueba de Levene para homogeneidad

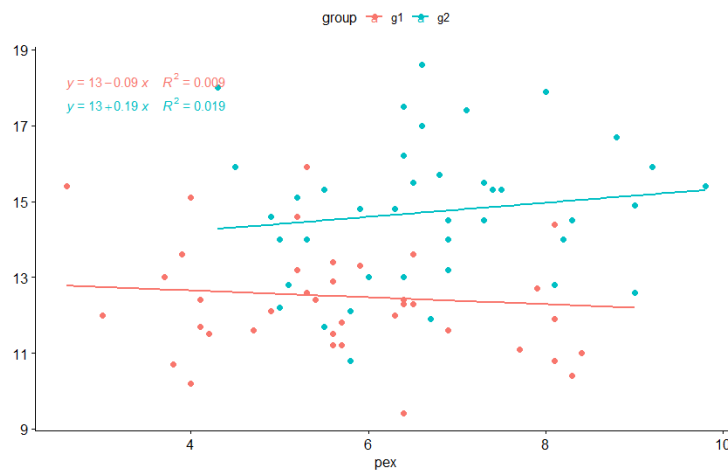
<b>Notas finales de preexamen</b>	
F-valor	1.6906
p-valor	0.1974
<b>Notas finales de examen</b>	
F-valor	1.358
p-valor	0.2474
<b>Notas de Nivel 3 de exámenes</b>	
F-valor	0.0532
p-valor	0.8183

En la prueba de ANCOVA se ha graficado primero las notas finales de los exámenes que se puede ver en la Figura donde también se han agregado las líneas usando Regresión, con las correspondientes

ecuaciones, luego de esto también se ha verificado la homogeneidad de las pendientes de las líneas de regresión (ver

Figura ), donde se verifica que hay homogeneidad en las pendientes de las líneas de regresión y la interacción no fue sustancialmente significativa, puesto que  $F(1,76)=1.108$  con  $p=0.296$ .

**Figura 6** Regresión de notas finales



**Figura 7** Prueba de homogeneidad de pendientes de regresión.

ANOVA Table (type II tests)

Effect	DFn	DFd	F	p	p<.05	ges
1 group	1	76	30.148	5.09e-07	*	0.284000
2 pex	1	76	0.041	8.41e-01		0.000536
3 group:pex	1	76	1.108	2.96e-01		0.014000

Luego se ha determinado la normalidad de los residuos, usando nuevamente la prueba de Shapiro-Wilk. En la **Figura 3** se observa el resultado que no es significativo ( $p>0.05$ ) así que se puede asumir normalidad en los residuos.

**Figura 3** Prueba de Shapiro-Wilk de normalidad de residuos

```
> shapiro_test(model.metrics$resid)
# A tibble: 1 x 3
  variable      statistic p.value
  <chr>         <dbl>    <dbl>
1 model.metrics$resid 0.986 0.515
```

Igual que para los resultados de las evaluaciones, también se aplicó la prueba de Levene para corroborar la varianza de los residuos es igual en los grupos. También esta prueba no fue significativa ( $p > 0.05$ ), así que se asume homogeneidad de las varianzas residuales de los grupos.

**Figura 4** Prueba de Levene de homogeneidad de residuos

```
> model.metrics %>% levene_test(.resid ~ group)
# A tibble: 1 x 4
  df1  df2 statistic    p
  <int> <int>     <dbl> <dbl>
1     1     78     1.37 0.245
```

También se ha verificado que no existan observaciones extremas, que afectarían la interpretación del modelo. (Ver Figura 5)

**Figura 5** Verificación de observaciones extremas

```
> model.metrics %>%
+   filter(abs(.std.resid) > 3) %>%
+   as.data.frame()
[1] ex      pex      group      .fitted      .resid      .std.resid .hat      .sigma      .cooks
<0 rows> (or 0-length row.names)
```

Finalmente se ha ejecutado la prueba de ANCOVA (ver **Figura 6**) donde se verifica que la diferencia es estadísticamente significativa entre las notas finales del examen 1 (aplicando el modelo Tradicional) y el examen 2 (aplicando Flipped Classroom), puesto que  $F(1,77) = 30.105$ ,  $p < 0.0001$ .

**Figura 6** Prueba ANOVA para diferencia estadística significativa

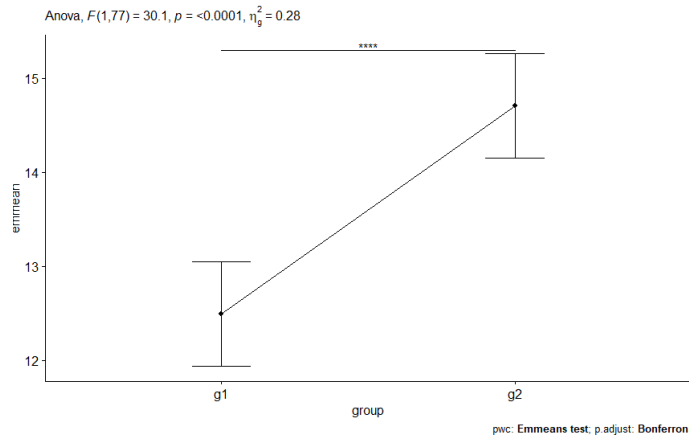
```
> get_anova_table(res.aov)
ANOVA Table (type II tests)

  Effect DFn DFd      F      p p<.05      ges
1    pex    1  77  0.041 8.41e-01      0.000528
2  group    1  77 30.105 5.03e-07      * 0.281000
```

Se ha realizado también un análisis de que medias difieren, con ajuste de Bonferroni, para identificar los rangos de diferencia de las medias, de tal forma que se determina que la nota final media del examen 2 (aplicando Flipped Classroom) ( $14.7 \pm 0.279$ ) es significativamente mayor, cuando se compara con la nota final media del examen 1 (aplicando método Tradicional) ( $12.5 \pm 0.279$ ). En la **Figura 6** se aprecia de forma gráfica. Esto implica que el Método de Flipped Classroom beneficia a los estudiantes más que Método Tradicional,

puesto que las notas finales obtenidas son mayores en el caso de Flipped Classroom.

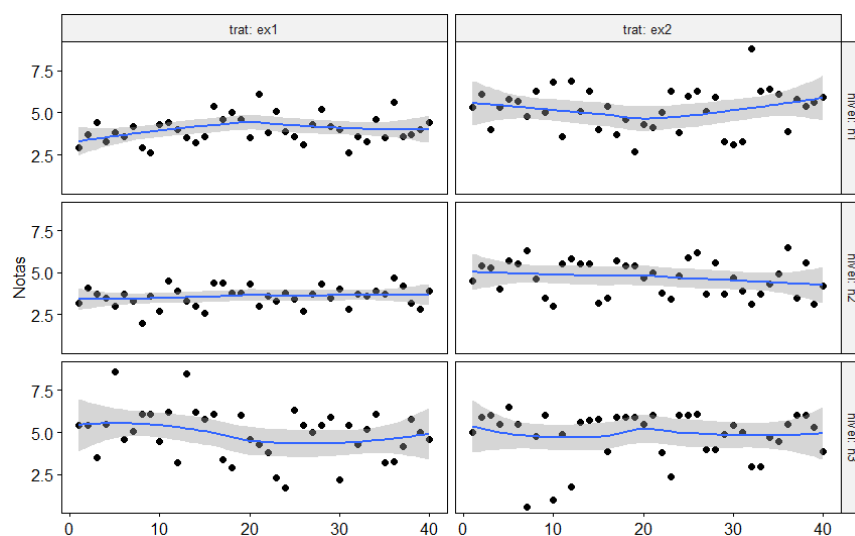
**Figura 7 Rangos de Diferencia de Valores Medios**



Para un mejor entendimiento de la aplicación del Flipped Classroom y los logros de aprendizaje de los estudiantes en los diferentes niveles planteados en esta investigación, se han clasificado los resultados de los exámenes 1 y 2, en los diferentes niveles, además de indicar la estrategia usada, ya sea el método tradicional o Flipped Classroom, es decir se usa como variable independiente la metodología usada y los niveles de aprendizaje se consideran variables dependientes.

Se realiza la prueba de linealidad, para la visualización se realiza una gráfica de dispersión de los resultados de los tres niveles con las metodologías usadas.

**Figura 8** Notas de exámenes por niveles.



Se verifico también la homogeneidad de las pendientes de las regresiones, ya que los términos de interacción entre los estudiantes(id) y las variables agrupadas (estrategia usada y nivel de aprendizaje) no fue estadísticamente significativa, puesto que  $p > 0.05$  ( $p = 0.241$ ), luego se ha identificado también los valores extremos, lo cual se realiza observando el residuo estandarizado, que es el residuo dividido por su error estándar estimado. En la **Figura 9** se aprecia estos valores extremos

**Figura 9** Valores Extremos en la Notas por Niveles

	Notas	id	trat	nivel	.fitted	.resid	.std.resid	.hat	.sigma	.cooks
1	8.8	32	ex2	n1	5.149693	3.650307	3.213896	0.02913540	1.129291	0.04428207
2	8.6	5	ex1	n3	4.998675	3.601325	3.176299	0.03251251	1.129900	0.04843395
3	8.5	13	ex1	n3	4.961939	3.538061	3.111263	0.02675891	1.130936	0.03802100
4	0.6	7	ex2	n3	4.891991	-4.291991	-3.781910	0.03069887	1.119169	0.06471249
5	1.0	10	ex2	n3	4.878215	-3.878215	-3.413348	0.02844747	1.125934	0.04873493

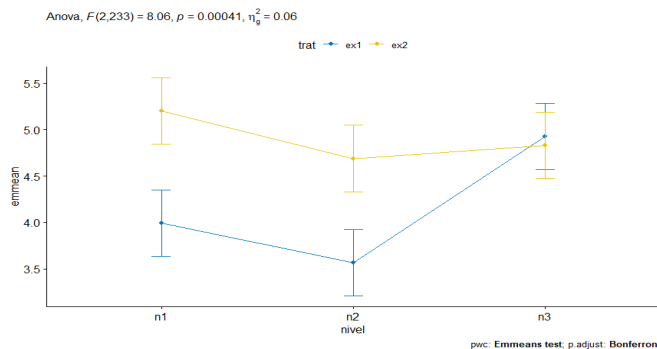
Los órdenes de las variables son importantes al calcular ANCOVA. Primero se desea eliminar el efecto de la covariable, es decir, desea controlarla, antes de ingresar su variable principal o interés. Se realiza un ajuste para los estudiantes, hay una interacción estadísticamente significativa entre la metodología usada y los niveles considerados en esta investigación, con  $F(2,233) = 8.056$ ,  $p = 0.000414$ . Esto indica que el efecto de la metodología usada en la nota final depende de los niveles de aprendizaje.

También se evaluó los efectos principales simples, es decir, se evaluó el efecto de una variable en cada nivel aprendizaje y viceversa. En el análisis de efecto simple principal, se analizó el efecto de la metodología usada en cada nivel de aprendizaje, puesto que se ejecutan tres pruebas ahora en nivel de significancia será  $0.05/3=0.0166667$ , con esto se puede observar en los resultados (Ver **Figura 10**) que el efecto de la estrategia usada fue estadísticamente significativo en los niveles 1 y 2 con  $p=0.00000231$  y  $p=0.000000565$ , pero no es estadísticamente significativa en el nivel 3 ( $p=0.767$ ). Se comprobó estos resultados (Ver **Figura 10**) al observar los rangos de diferencia de las medias

**Figura 10** Efecto de metodología en niveles de aprendizaje

```
# A tibble: 6 x 8
  nivel Effect  DFn  DFd    F      p `p<.05` ges
  <chr> <chr> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <chr> <dbl>
1 n1    id      1    77  0.663 0.418    ""  0.009
2 n1    trat    1    77  26.1  0.00000231  "**"  0.253
3 n2    id      1    77  0.419 0.519    ""  0.005
4 n2    trat    1    77  36.2  0.000000565  "**"  0.32
5 n3    id      1    77  1.41  0.238    ""  0.018
6 n3    trat    1    77  0.088 0.767    ""  0.001
```

**Figura 11** Rangos de diferencia de las medias en los tres niveles



La asistencia y puntualidad supera el 80%, lo cual indica que en general este grupo de estudiantes estaba comprometido con su aprendizaje. Respecto a la revisión de material previo, los resultados indican que el 60% de estudiantes ha visto los videos correspondientes a una sesión de aprendizaje con una anticipación de dos días, mientras que un 22.5% lo ha visto el mismo día, de esto se deduce que un 17.5% no ha visto los videos antes de la sesión de aprendizaje. Este porcentaje alto de

estudiantes se debe a la falta costumbre de trabajar con este tipo de metodología, puesto que las clases se realizan todavía de la manera tradicional. El 67.5% considera que el material presentado mediante videos es muy adecuado o adecuado, pero nos parece que hay un importante porcentaje de 22.5% que considera que el material no es adecuado, junto con un porcentaje de 65% que revisa alguna forma de material adicional, lo cual implica un fuerte desafío de mejora continua de nuestra parte. Respecto al trabajo en clase un 70% participa en los trabajos grupales, quedando un 30% de estudiantes que falta involucrar, que está muy cerca del porcentaje de estudiantes que vieron los videos el mismo día o no los observaron, en esa misma línea un 67.5% considera adecuadas las actividades desarrolladas en clase, quedando siempre pendiente el 32.5% que es indiferente o consideran las actividades inadecuadas lo cual es consistente con porcentaje de estudiantes que no participan en las actividades grupales. Respecto a la motivación 70% de estudiantes consideran que el material presentado los ha motivado a estudiar los conceptos del curso, y 67.5% considera que esta metodología debería replicarse en sus demás cursos. Podemos decir que, u promedio de 70% está de acuerdo con el método del Flipped Classroom, puesto que considera que el material presentado es adecuado, participan activamente en las actividades grupales en el aula, consideran que las actividades en el aula son adecuadas, están motivados para estudiar los conceptos del curso, y desean que el modelo se replique en sus demás cursos.

Ahora discutiremos los diferentes resultados y hallazgos encontrados a través de los datos cuantitativos, que han sido obtenidos desde los exámenes aplicados, en los momentos iniciales y finales de la aplicación del Método Tradicional y Flipped Classroom, con el objetivo de demostrar la mejora del Aprendizaje de matemática en Estudiantes de Universidad Pública de Lambayeque, 2020, para lo cual se ha planteado la hipótesis nula,  $H_0$ : No hay diferencia significativa entre los rendimientos de los estudiantes en los resultados de los exámenes

tomados. A diferencia de una hipótesis alternativa, H1: Habrá una diferencia significativa entre los rendimientos de los estudiantes en los resultados de los exámenes tomados.

Los pre exámenes y post exámenes, se desarrollaron teniendo en cuenta la taxonomía SOLO, puesto que se consideró los tres niveles propuestos en la investigación, de tal forma que el Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3, cada nivel tubo 03 preguntas, para que todos los niveles tengan una contribución similar a la nota final de examen. Las preguntas fueron sometidas a una valoración de contenido por parte de expertos en Matemática. Las preguntas del Nivel 1 buscan que el estudiante pueda reconocer, enumerar e identificar, las preguntas de nivel 2 evalúan la capacidad del estudiante de usar más de un concepto en la solución del problema y las preguntas del Nivel 3 evalúan la capacidad del estudiante de aplicar los conceptos, relacionándolos a un problema real.

De los resultados de los promedios, mediana de los resultados de los exámenes se puede observar que a pesar que en ambos preexámenes se tiene una nota final desaprobatoria, en los exámenes ya se tiene una nota aprobatoria que en su valor medio supera la nota 12.0, adicionalmente de los resultados en cada uno de los niveles en los exámenes, se puede ver que la contribución de la nota del nivel 3 a la nota final en ambos preexámenes es pequeña, pero en los exámenes al final de cada estrategia su contribución es similar y en algunos casos mayor que la de los otros niveles.

En la Tabla 6 se puede observar los resultados de las pruebas de Shapiro-Wilk para las notas obtenidas de los preexámenes, y exámenes, en todos los casos se obtiene un p-valor mayor a 0.05, con un valor de w entre 0 y 1, lo cual asegura que las diferentes notas consideradas provienen de una distribución normal.

En la Tabla 7 se tiene los resultados de la prueba de Levene para Homogeneidad, de las notas finales para los preexámenes, notas finales de exámenes y también se analiza para las notas del Nivel 3 de los

Exámenes, como los p-valor es mayor que 0.05, se puede concluir que no existe diferencias significativas de las varianzas entre los dos grupos. En lo que sigue se trata de verificar si existe una diferencia estadística significativa entre los promedios de los exámenes, tomados después de la aplicación del Método Tradicional y Flipped Classroom, para esto se modelan estos promedios usando Regresión Lineal, los cuales son analizados para verificar la Homogeneidad de las pendientes del modelo de Regresión, lo cual se verifica en la figura 9, puesto que el p-valor es mayor que 0.05 (p-valor=0.296) con  $F(1,76)=1.108$ , con lo cual se puede decir que no existen diferencias significativas de los pendientes de los modelos de Regresión lineal, requisito necesario para las pruebas siguientes.

Se ha verificado la Normalidad (p-valor=0.515 Figura 08), Homogeneidad (p-valor=0.245 Figura 09) de los Residuos, en ambos casos se comprueba que los residuos provienen de una distribución normal y no existen diferencias estadísticas significativas entre las varianzas residuales, además no existen observaciones extremas que podrían afectar la interpretación del modelo.

En la Figura 11, se puede ver los resultados de la Prueba ANOVA, donde se asegura que existe una diferencia estadística significativa entre los valores medios de las notas finales de los exámenes, puesto que el p-valor es menor a 0.05 (p-valor=0.000001), con lo cual podemos aceptar la hipótesis alternativa,  $H_1$ : Habrá una diferencia significativa entre los rendimientos de los estudiantes en los resultados de los exámenes tomados, con la verificación realizada de que los resultados están distribuidos de manera normal.

En la figura 11 se puede observar gráficamente la diferencia estadística significativa, donde se ha usado un análisis de diferencias de medias, con ajuste de Bonferroni, que permite identificar los rangos de diferencia de las medias, con el resultado de que la media del examen 2, después de la aplicación del Método de Flipped Classroom con un valor de  $14.7 \pm 0.279$  es significativamente mayor que la media del examen 1, después

de la aplicación del Método Tradicional, esto implica que el Método de Flipped Classroom beneficia a los estudiantes más que Método Tradicional, puesto que las notas finales obtenidas son mayores en el caso de Flipped Classroom.

Ha sido importante comprender como la aplicación del Método de Flipped Classroom afecta los logros de aprendizaje de los estudiantes en los 3 niveles considerados, para esto los exámenes planteados constaron de tres secciones de preguntas diferenciadas que permitieron la evaluación del logro de aprendizaje en cada uno de los niveles mencionados, de esta forma ha sido posible poder recoger las evaluaciones tomando en cuenta los niveles de aprendizaje y la metodología empleada, lo que ha permitido evaluar el efecto de las variable independiente en la variable independiente considerada en los niveles de aprendizaje.

En la figura 13 se ven pues los resultados en los diferentes niveles, para las dos metodologías empleadas, a los cuales se ha aplicado también los análisis de homogeneidad de las pendientes de las regresiones, ya que los términos de interacción entre los estudiantes(id) y las variables agrupadas (estrategia usada y nivel de aprendizaje) no fue estadísticamente significativa, puesto que  $p > 0.05$  ( $p = 0.241$ ), luego se ha identificado también los valores extremos, lo cual se realiza observando el residuo estandarizado, que es el residuo dividido por su error estándar estimado. En la Figura 9 se aprecia estos valores extremos.

Se ha encontrado que hay una interacción estadísticamente significativa entre la metodología usada y los niveles considerados en esta investigación, con  $F(2,233) = 8.056$ ,  $p = 0.000414$ . Esto indica que el efecto de la metodología usada en la nota final depende también de los niveles de aprendizaje.

Un resultado importante es el análisis de la metodología utilizada en los diferentes niveles de aprendizaje para ambos exámenes, esto se conoce como análisis de efecto simple principal, puesto que se ejecutan tres pruebas ahora en nivel de significancia será  $0.05/3 = 0.0166667$ , con esto

se puede observar en los resultados (Ver Figura 10) que el efecto de la estrategia usada fue estadísticamente significativo en los niveles 1 y 2 con  $p=0.00000231$  y  $p=0.000000565$ , pero no es estadísticamente significativa en el nivel 3 ( $p=0.767$ ). Se comprobó estos resultados (Ver Figura 10) al observar los rangos de diferencia de las medias, que en los niveles 1 y 2 existe una diferencia estadística significativa con una tendencia que el nivel 2 es inferior en ambos exámenes, pero no existe diferencia estadística significativa en el nivel 3, puesto que los rangos se traslapan. En este punto es importante recalcar el hecho de que los promedios de los preexámenes son similares, pero la diferencia entre las notas de su correspondiente post examen en el caso del Flipped Classroom es mayor, lo que significa que los estudiantes lograron un mayor aprendizaje con este método y a pesar de que en los resultados por niveles no existe una diferencia estadística significativa entre los promedios de las notas del tercer nivel, lo que se puede apreciar es que si es mayor que el promedio del nivel dos, lo cual permitiría afirmar que no solo se ha logrado un mayor aprendizaje en general, si no que existe un crecimiento en el nivel 3 del aprendizaje.

Podemos resumir que en el consolidado de las notas finales de los exámenes, aplicados al final de cada metodología considerada en el estudio, el promedio del examen al final de la aplicación del Método de Flipped Classroom es mayor que el promedio del examen al final de la aplicación del Método tradicional y esta diferencia es estadísticamente significativa, a pesar de que en estudios similares, tales como (Scott et al., 2016), donde encuentran que el conocimiento logrado por los estudiantes usando el método de Flipped Classroom, es similar a los logrados usando los métodos basados en lecturas.

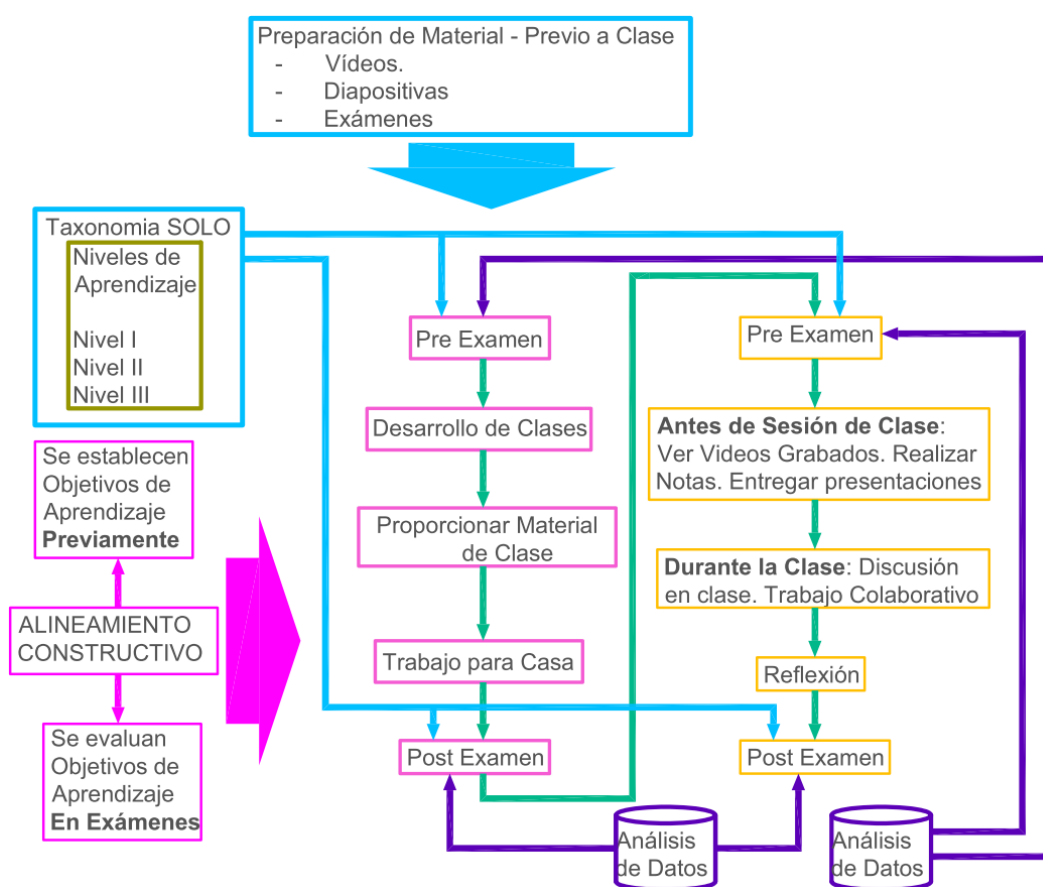
Existe una diferencia significativa entre los rendimientos de los estudiantes en las notas finales del examen 1 (aplicado en el Método Tradicional) y el examen 2 (aplicado en el Método de Flipped Classroom), puesto que la nota final media del examen 2(aplicando

Flipped Classroom) ( $14.7 \pm 0.279$ ) es significativamente mayor, cuando se compara con la nota final media del examen 1 (aplicando método Tradicional) ( $12.5 \pm 0.279$ ). Esto implica que el Método de Flipped Classroom beneficia a los estudiantes más que Método Tradicional, puesto que las notas finales obtenidas son mayores en el caso de Flipped Classroom.

La Metodología utilizada tiene efecto en los logros de los estudiantes en los niveles considerados en esta investigación, puesto que los hallazgos determinan que el efecto de la estrategia usada fue estadísticamente significativo en los niveles 1 y 2 con  $p=0.00000231$  y  $p=0.0000000565$ , pero no es estadísticamente significativa en el nivel 3 ( $p=0.767$ ).

Los estudiantes lograron un mayor aprendizaje con el método del Flipped Classroom, puesto que los promedios de los preexámenes son similares, pero la diferencia entre las notas de su correspondiente post examen en el caso del Flipped Classroom es mayor, lo que significa que los estudiantes lograron un mayor aprendizaje con este método.

**Figura 12 Metodología de propuesta.**



La propuesta se basa en el Constructivismo (Barrios, 2018) que afirma que el aprendiz construye conocimiento con sus propias actividades, interpretando los conceptos y principios en función del esquema que se usó en el desarrollo, además de la Fenomenografía (Marton, 1981) que se refiere a la idea de que la perspectiva del aprendiz determina lo que aprende, y no necesariamente lo que el profesor intenta que aprenda. Así este modelo se basa en esta combinación de enseñanza-aprendizaje basada en resultados, donde es importante que el estudiante claramente entienda los resultados de aprendizaje que son capaces de lograr convenientemente están escritos desde la perspectiva del estudiante. Esto se conoce como Alineamiento constructivos que se basa en:

- Que deben aprender (Contenidos estructurados en los materiales y videos) y cuáles son los resultados esperados de su aprendizaje (desempeños)

- Que significa para los estudiantes comprender en contenido de la forma estipulada en los resultados de aprendizaje esperados.
- Que actividades de enseñanza/aprendizaje se desarrollaran para que los estudiantes alcancen los niveles de aprendizas estipulados

Al hablar de niveles de aprendizaje se debe poder medirlos para estos se usa la Taxonomía SOLO fue descrito en (Biggs & Collins, 1982), donde clasifica los resultados de aprendizaje de los estudiantes en función de su complejidad, lo que permite determinar la calidad del aprendizaje, empezando desde la capacidad más baja que aprende un solo un aspecto de la tarea, luego varios aspectos, pero sin relación aparente, para después integrarlos de forma racional en un bloque de conocimientos, siendo el siguiente paso la generalización a aspectos aun no enseñados. En cada nivel se consideran tres dimensiones, como la capacidad que se refiere a la cantidad de trabajo, memoria, amplitud de la atención o concentración, la dimensión de Relacionar que se refiere en la manera que los señales y las respuestas se relacionan, y la dimensión de Consistencia y el Cierre, que se refiere a dos necesidades opuestas, una es la necesidad de llegar a una conclusión de algún tipo (cerrar); la otra es sacar conclusiones consistentes para que tampoco haya contradicción entre la conclusión y los datos.

### **Taxonomía SOLO**

Describimos ahora con un mayor detalle, la Taxonomía SOLO, lo que permitirá validar los cuestionarios y exámenes considerados

#### **1. Niveles de conocimiento bajos – recuerdo**

En este nivel se prueba la habilidad del estudiante para memorizar y recordar términos, hechos, sin que necesariamente entienda el concepto. Las palabras claves son: Memorice, Defina, Identifique, Repita, Recuerde, Afirme, Escriba, Liste, enumere.

Ejemplos de preguntas:

- ¿Qué es ...?
- ¿Cómo podría Describir?

- ¿Por qué?

## **2. Nivel de comprensión**

Ahora se prueba la habilidad del estudiante de resumir y describir en sus propias palabras sin necesariamente relacionar con cualquier cosa.

Las Palabras claves: Describir, Distinguir, Interpretar, Predecir, Reconocer y Resumir.

Ejemplos de preguntas:

- ¿Qué factores o ideas muestran?
- ¿Cómo podría clasificar?
- ¿Cómo puede explicar?

## **3. Aplicación - transferencia**

En este nivel se anima al estudiante a aplicar o transferir el aprendizaje a su propia vida o a un contexto diferente en el que se aprendió.

Palabras clave Aplica, compare, contraste, demuestre, examine, relacione, Solucione y use.

Ejemplos de preguntas:

- ¿Qué resultaría sí?
- ¿Qué factores seleccionaría para mostrar?
- ¿Qué enfoque podría usar para?
- ¿Qué usaría?

## **4. Análisis-relacionando**

En este nivel se anima al estudiante para dividir el material en partes, describir patrones y relaciones entre las partes, subdividir la información y mostrar cómo se pueden unir

Palabras claves Analizar, Diferenciar, Distinguir, Inferir, Relacionar, Investigar, Separar.

Ejemplos de preguntas:

- ¿Qué inferencia puede hacer?
- ¿Cuál es la relación entre?
- ¿Qué evidencia puede hallar?
- ¿Qué cosas justifican?

## 5. Síntesis – creación

Estas preguntas animan al estudiante a crear algo nuevo usando una combinación de ideas desde diferentes fuentes para formar un nuevo concepto.

Palabras claves: Arregle, combine, cree, Diseñe, Desarrolle, Integre, Organice.

Ejemplos de preguntas:

- ¿Qué podría cambiar para mejorar?
- ¿Cómo podría probar?
- ¿De qué manera diseñara?
- ¿Qué resultado puede predecir?

## 6. Evaluación-juzgar

Estas preguntas animan al estudiante a desarrollar opiniones y hacer juicios de valor acerca de situaciones basadas en un criterio específico.

Palabras claves: Evaluar, criticar, determinar, Juzgar, justificar, Medir, Recomendar

Ejemplos de preguntas:

- ¿Cómo podría seleccionar?
- ¿Cómo podría probar?
- ¿Cómo podría priorizar?
- ¿Qué información podría usar para soportar?

## REFERENCIAS

- Al-Zahrani, A. (2015). From passive to active: The impact of the flipped classroom through social learning platforms on higher education students' creative thinking. *British Journal of Educational Technology, 46*, 1133-1148. <https://doi.org/10.1111/bjet.12353>
- Awidi, I. T., & Paynter, M. (2019). The impact of a flipped classroom approach on student learning experience. *Computers & Education, 128*, 269-283. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.013>

- Baker, J. W. (2000). The «Classroom Flip»: Using Web Course Management Tools to Become the Guide by the Side. *Selected Papers from the 11th International Conference on College Teaching and Learning*, 9-17. [https://digitalcommons.cedarville.edu/media\\_and\\_applied\\_communications\\_publications/15](https://digitalcommons.cedarville.edu/media_and_applied_communications_publications/15)
- Barkley, E. F., & Major, C. H. (2020). *Student Engagement Techniques: A Handbook for College Faculty*. John Wiley & Sons.
- Barrios, B. (2018, diciembre 18). *La epistemología genética de Jean Piaget*.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day* (First). International Society for Technology in Education.
- Biggs, J. B., & Collins, K. F. (1982). *Evaluating the Quality of Learning* (First). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-10375-3>
- Bjelobrk Knežević, D., Tadić, V., & Širanović, Ž. (2019). Flipped Classroom Model for Advanced Networking Courses. *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 600-604. <https://doi.org/10.23919/MIPRO.2019.8756854>
- Bliidi, S. (2017). *Collaborative Learner Autonomy. A Mode of Learner Autonomy Development* (first). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-2048-3>

- Booth, J. L., McGinn, K. M., Barbieri, C., Begolli, K. N., Chang, B., Miller-Cotto, D., Young, L. K., & Davenport, J. L. (2017). Chapter 13: Evidence for Cognitive Science Principles that Impact Learning in Mathematics. En D. C. Geary, D. B. Berch, R. J. Ochsendorf, & K. M. Koepke (Eds.), *Acquisition of Complex Arithmetic Skills and Higher-Order Mathematics Concepts* (pp. 297-325). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805086-6.00013-8>
- Brophy, J. E. (2010). *Motivating Students to Learn* (Third). Routledge.
- Cabrera, A. F., Belmonte, J. L., González, M. E. P., & Cevallos, M. B. M. (2020). Diseño, validación y aplicación de un cuestionario para medir la influencia de factores exógenos sobre la eficacia del aprendizaje invertido. *Psychology, Society, & Education, 12*(1), 1-16. <https://doi.org/10.25115/psye.v0i0.2334>
- Çakıroğlu, Ü., & Öztürk, M. (2021). Cultivating Self-Regulated Learning in Flipped EFL Courses: A Model for Course Design. *European Journal of Open, Distance and E-Learning, 23*(2), 20-36. <https://doi.org/10.2478/eurodl-2020-0008>
- Caligaris, M., Rodríguez, G., & Laugero, L. (2016). A First Experience of Flipped Classroom in Numerical Analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 217*, 838-845. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.158>
- Chien, C.-F., & Hsieh, L.-H. (2018). Exploring University Students' Achievement, Motivation, and Receptivity of Flipped Learning in an Engineering Mathematics Course. *International Journal of Online*

*Pedagogy and Course Design*, 8, 22-37.

<https://doi.org/10.4018/IJOPCD.2018100102>

Christinove, R., & Mampouw, H. (2019). A Review of Solo Taxonomy on Students' Errors in High Mathematical Abilities in Calculating Definite Integral of Trigonometric Functions. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10, 11-20.

<https://doi.org/10.24042/ajpm.v10i1.3858>

Cronhjort, M., Filipsson, L., & Weurlander, M. (2018). Improved engagement and learning in flipped-classroom calculus. *Teaching Mathematics and Its Applications: An International Journal of the IMA*, 37(3), 113-121. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrx007>

DePasque, S., & Tricoli, E. (2015). Effects of Intrinsic Motivation on Feedback Processing During Learning. *NeuroImage*, 1161.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.06.046>

Díaz-Garrido, E., Martín-Peña, M. L., & Sánchez-López, J. M. (2017). The impact of Flipped Classroom on the motivation and learning of students in Operations Management. *WPOM-Working Papers on Operations Management*, 8(0), 15-18.

<https://doi.org/10.4995/wpom.v8i0.7091>

Foldnes, N. (2016). The flipped classroom and cooperative learning: Evidence from a randomised experiment. *Active Learning in Higher Education*, 17(1), 39-49.

<https://doi.org/10.1177/1469787415616726>

- Fredriksen, H., & Hadjerrouit, S. (2020). An activity theory perspective on contradictions in flipped mathematics classrooms at the university level. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(4), 520-541.  
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1591533>
- Gilboy, M., Heinerichs, S., & Pazzaglia, G. (2014). Enhancing Student Engagement Using the Flipped Classroom. *Journal of nutrition education and behavior*, 47.  
<https://doi.org/10.1016/j.jneb.2014.08.008>
- González Fernández, M. O., & Huerta Gaytán, P. (2019). Experiencia del aula invertida para promover estudiantes prosumidores del nivel superior. (Spanish). *A flipped classroom experience to promote prosumer students of the higher level. (English)*, 22(2), 245.
- González-Ramírez, T., & García-Hernández, A. (2020). Estudio de los factores de estudiantes y aulas que intervienen en el engagement y rendimiento académico en Matemáticas Discretas. *Revista Complutense de Educacion*, 31, 195-206.  
<https://doi.org/10.5209/rced.62011>
- Hall, A. A., & DuFrene, D. D. (2016). Best Practices for Launching a Flipped Classroom. *Business and Professional Communication Quarterly*, 79(2), 234-242.  
<https://doi.org/10.1177/2329490615606733>

- Hanson, J. (2011). *A determination and classification of student errors in lower-level calculus through computer-aided assessment and analysis* [Thesis PhD]. Brunel University, UK.
- Harper, R. (2003). Multiple-choice Questions—A Reprieve. *Bioscience Education*, 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.3108/beej.2003.02000007>
- Hernandez, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325-347. <https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- Hoffman, B. (2015). *Motivation for Learning and Performance*. Academic Press.
- Hoidn, S. (2017). *Student-Centered Learning Environments in Higher Education Classrooms*.
- Holec, H. (1981). *Autonomy and foreign language learning* (first). Pergamon Press.
- John, B., & Catherine, T. (2011). *Teaching For Quality Learning At University* (4th ed.). McGraw-Hill Education (UK).
- Johnston, B. M. (2017). Implementing a flipped classroom approach in a university numerical methods mathematics course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(4), 485-498. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1259516>
- Kirvan, R., Rakes, C. R., & Zamora, R. (2015). Flipping an Algebra Classroom: Analyzing, Modeling, and Solving Systems of Linear Equations. *Computers in the Schools*, 32, 201-223. <https://doi.org/10.1080/07380569.2015.1093902>

- Krumsvik, R. J., Jones, L. Ø., Leer-Salvesen, K., Høydal, K. L., & Røkenes, F. M. (2019). Face-to-face and remote teaching in a doctoral education course. *Uniped*, 42(02), 194-214. <https://doi.org/10.18261/issn.1893-8981-2019-02-07>
- Landa Cavazos, M. R., Ramírez Sánchez, M. Y., Landa Cavazos, M. R., & Ramírez Sánchez, M. Y. (2018). Diseño de un cuestionario de satisfacción de estudiantes para un curso de nivel profesional bajo el Modelo de Aprendizaje Invertido. *Páginas de Educación*, 11(2), 153-175. <https://doi.org/10.22235/pe.v11i2.1632>
- Luzardo Briceño, M., Sandia Saldivia, B. E., & Aguilar Jimenez, A. S. (2020). Conocimiento y frecuencia del uso de las tecnologías de información y comunicacion. *Revista Cubana de Educación Superior*, 85-107.
- Maciejewski, W. (2016). Flipping the calculus classroom: An evaluative study. *Teaching Mathematics and Its Applications: An International Journal of the IMA*, 35(4), 187-201. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrv019>
- Margolis, E. (2001). *The Hidden Curriculum in Higher Education*. Psychology Press.
- Martínez, R. U., Sologuren, E., & Matamoros, A. (2016). *Instalación e implementación de las competencias comunicativas en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile*. 12.

- Marton, F. (1981). Phenomenography—Describing conceptions of the world around us. *Instructional Science*, 10(2), 177-200. <https://doi.org/10.1007/BF00132516>
- McNally, B., Chipperfield, J., Dorsett, P., Del Fabbro, L., Frommolt, V., Goetz, S., Lewohl, J., Molineux, M., Pearson, A., Reddan, G., Roiko, A., & Rung, A. (2017). Flipped classroom experiences: Student preferences and flip strategy in a higher education context. *Higher Education*, 73(2), 281-298. <https://doi.org/10.1007/s10734-016-0014-z>
- Nielsen, K. L. (2020). Students' video viewing habits during a flipped classroom course in engineering mathematics. *Research in Learning Technology*, 28. <https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2404>
- Rodríguez Muñiz Luis J & Diaz, Patricia. (2015). Estrategias de las universidades españolas para mejorar el rendimiento en matemáticas del alumnado de nuevo ingreso | Elsevier Enhanced Reader. *Aula Abierta*, 43(2015), 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.aula.2015.01.002>
- Roehl, A., Reddy, S. L., & Shannon, G. J. (2013). The Flipped Classroom: An Opportunity To Engage Millennial Students Through Active Learning Strategies. *Journal of Family & Consumer Sciences*, 105(2), 44-49. <https://doi.org/10.14307/JFCS105.2.12>
- Ruiz, A. B. M., Sánchez, F. A. G., & Pina, F. H. (2015). Cuestionario para el estudio de la actitud, el conocimiento y el uso de TIC (ACUTIC)

en Educación Superior. Estudio de fiabilidad y validez. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 83, 75-89.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness*. Guilford Publications.

SATTAR, K., Sethi, A., Akram, A., Ahmad, T., John, J., & Yusoff, M. S. B. (2019). Flipped Classroom Teaching Modality: Key Concepts and Practice Endorsements. *Education in Medicine Journal*, 11. <https://doi.org/10.21315/eimj2019.11.1.1>

Scott, C. E., Green, L. E., & Etheridge, D. L. (2016). A comparison between flipped and lecture-based instruction in the calculus classroom. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 8(2), 252-264. <https://doi.org/10.1108/JARHE-04-2015-0024>

Sirakaya, D. A., & Özdemir, S. (2018). *The Effect of a Flipped Classroom Model on Academic Achievement, Self-Directed Learning Readiness, Motivation And Retention*. 6(1), 16.

Sologuren, E., Gloria Núñez, C., & Lagos, M. I. G. (2019). La implementación de metodologías activas de enseñanza-aprendizaje en educación superior para el desarrollo de las competencias genéricas de innovación y comunicación en los primeros años de Ingeniería. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 16(32), 19-34. <https://doi.org/10.29197/cpu.v16i32.343>

- Talbert, R. (2017). *Defining flipped learning: Four mistakes and a suggested standard*. Flipped Learning. <http://rtalbert.org/how-to-define-flipped-learning/>
- Thai, N. T. T., De Wever, B., & Valcke, M. (2017). The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best “blend” of lectures and guiding questions with feedback. *Computers & Education*, *107*, 113-126. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.003>
- Touchton, M. (2015). Flipping the Classroom and Student Performance in Advanced Statistics: Evidence from a Quasi-Experiment. *Journal of Political Science Education*, *11*(1), 28-44.
- Tsai, C.-W., Shen, P.-D., Chiang, Y.-C., & Lin, C.-H. (2017). How to solve students' problems in a flipped classroom: A quasi-experimental approach. *Universal Access in the Information Society*, *16*(1), 225-233. <https://doi.org/10.1007/s10209-016-0453-4>
- Voigt, M., Fredriksen, H., & Rasmussen, C. (2020). Leveraging the design heuristics of realistic mathematics education and culturally responsive pedagogy to create a richer flipped classroom calculus curriculum. *ZDM*, *52*(5), 1051-1062. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01124-x>
- Wasserman, N. H., Quint, C., Norris, S. A., & Carr, T. (2017). Exploring Flipped Classroom Instruction in Calculus III. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*(3), 545-568. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9704-8>

- Yarman, Y., Fauzan, A., Armiati, A., & Lufri, L. (2020). Analysis of Student Errors in Solving Ordinary Differential Equations Based on SOLO Taxonomy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1554, 012065. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1554/1/012065>
- Yasmin, M., & Naseem, F. (2019). Collaborative Learning and Learner Autonomy: Beliefs, Practices and Prospects in Pakistani Engineering Universities. *IEEE Access*, 7, 71493-71499. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2918756>
- Zainuddin, Z., & Perera, C. (2018). Supporting students' self-directed learning in the flipped classroom through the LMS TES BlendSpace. *On the Horizon*, 26. <https://doi.org/10.1108/OTH-04-2017-0016>

Collo**QUIUM**  
Editorial - Centro de Formación

ISBN: 978-9942-600-29-5

