

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2714>

## Combinación metodológica del aula invertida y la instrucción entre pares aplicada en la enseñanza de matemáticas a nivel medio superior

Methodological combination of flipped classroom and peer instruction applied to teaching mathematics at the high school level

**César Ángel Fierro Torres**

cesarangel.fierrotorres@cetis61.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4962-4618>

Centro de Estudios Tecnológico Industrial y de Servicios 61

Ciudad Juárez, Chihuahua – México

**Arturo Woocay Prieto**

arturo.wp@cdjuarez.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9235-0494>

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Chihuahua – México

**Claudia Irene Torres Saucedo**

claudiarene.torres.cb128@dgeti.sems.gob.mx

<https://orcid.org/0000-0002-9375-5976>

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios 128

Ciudad Juárez, Chihuahua – México

**Andrés Gamboa Lara**

andres.gamboa.cb128@dgeti.sems.gob.mx

<https://orcid.org/0009-0005-3340-1120>

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios 128

Ciudad Juárez, Chihuahua – México

**Laura Isela Gómez Palma**

laura.gomez@cbtis128.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0008-0653-9513>

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios 128

Ciudad Juárez, Chihuahua – México

**Natalia Idaly Barraza Ramírez**

natalia.barraza@cbtis128.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0005-6174-9861>

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios 128

Ciudad Juárez, Chihuahua – México

Artículo recibido: 14 de septiembre de 2024 Aceptado para publicación: 28 de septiembre de 2024.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo implementar la combinación metodológica del aula invertida e instrucción entre pares aplicada a la materia de geometría y trigonometría el Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios Número 61 de Ciudad Juárez Chihuahua, impartida en segundo semestre. Se tuvo como hipótesis que la implementación de la metodología propuesta, apoyada de técnicas de integración grupal, tiene un impacto en las calificaciones y el índice de aprobación de los estudiantes. Se evaluaron las siguientes variables: I. Apreciación de los estudiantes, II. Índice de

aprovechamiento (calificación) y III. Índice de reprobación. La encuesta realizada al grupo experimental donde se llevó a cabo la metodología arroja una apreciación favorable del trabajo en el aula, arrojando un alfa de Cronbach de 0.91 con un total de 45 encuestados. A su vez, el análisis estadístico dio como resultado que el promedio de la prueba aplicada al grupo experimental (7.61) fue mayor al grupo de control donde no se implementó la metodología (6.68) con un valor  $p=0.031$ . Por último, el índice de reprobación de la prueba del grupo experimental (27%) fue menor al de grupo de control (48%) con un valor  $p=0.039$ .

*Palabras clave:* aula invertida, instrucción entre pares, técnicas de integración grupal

## Abstract

The objective of this work is to implement the methodological combination of the flipped classroom and peer instruction applied to the subject of geometry and trigonometry at the Industrial and Services Technological Studies Center Number 61 of Ciudad Juárez, Chihuahua, taught in the second semester. It was hypothesized that the implementation of the proposed methodology, supported by training group techniques, has an impact on the grades and the passing rate of students. The following variables were evaluated: I. Student appreciation, II. Achievement index (grade) and III. Failure rate. The survey conducted to the experimental group where the methodology was carried out shows a favorable appreciation of the work in the classroom, yielding a Cronbach's alpha of 0.91 with a total of 45 respondents. In turn, the statistical analysis resulted in the average of the test applied to the experimental group (7.61) being higher than the control group where the methodology was not implemented (6.68) with a  $p$  value = 0.031. Finally, the failure rate of the experimental group (27%) was lower than that of the control group (48%) with a  $p$  value = 0.039.

*Keywords:* flipped classroom, peer instruction, training group

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons.



Cómo citar: Fierro Torres, C. Ángel, Woocay Prieto, A., Torres Saucedo, C. I., Gamboa Lara, A., Gómez Palma, L. I., & Barraza Ramírez, N. I. (2024). Combinación metodológica del aula invertida y la instrucción entre pares aplicada en la enseñanza de matemáticas a nivel medio superior. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (5), 1685 – 1705.  
<https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2714>

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las metodologías de enseñanza han experimentado una transformación significativa para adaptarse a las necesidades educativas cambiantes. Dos enfoques pedagógicos que han ganado popularidad son el aula invertida y la instrucción entre pares. Estas metodologías promueven el aprendizaje activo, la colaboración entre estudiantes y la aplicación práctica del conocimiento. En el presente trabajo se propone una combinación de ambas metodologías para desarrollar estrategias didácticas de aprendizaje colaborativo y aprendizaje basado en problemas en el área de matemáticas.

Una de las metodologías que tuvo un auge durante el periodo de pandemia de COVID 2019 es la de aula invertida (flipped classroom en inglés). El modelo rediseña el paradigma habitual del aula, en el sentido de que los estudiantes aprenden los conceptos iniciales del curso fuera del aula (a través de materiales elaborados por el propio docente, como pueden ser videos o presentaciones) mientras que el tiempo de clase se utiliza para el aprendizaje activo basado en problemas y las actividades de práctica (Love y otros, 2013).

Otra de las metodologías que promueven la interacción en la educación, es el de instrucción por pares (peer instrucción en inglés), el cual busca desarrollar un aprendizaje colaborativo, mediante un ambiente en el cual los estudiantes discuten entre pares o en grupos pequeños para crear una definición de un concepto o encontrar una respuesta conjunta de un problema determinado (Garcés Silva y otros, 2021).

La complementariedad de ambas estrategias es notable; de hecho, la estrategia de instrucción por pares fue creada por el Doctor en Física Eric Mazur en 1997, basándose en los principios del aula invertida (Mazur, 1997). Si bien, su aplicación surge en el área de docencia en física y matemáticas a nivel superior, recientemente se han evaluado el efecto de la combinación de las metodologías de aula invertida e instrucción entre pares, en áreas tan diferentes a las matemáticas como son la educación física y deporte, obteniendo buenos resultados en las evaluaciones de comprensión de conceptos teóricos, en comparación con la metodología tradicional (Falcón Miguel y otros, 2021).

Por lo tanto, la efectividad de esta combinación puede ser probada en diversas áreas del conocimiento y niveles educativos; si bien el presente trabajo de investigación seguirá el camino de implementar el aula invertida y la instrucción entre pares en las materias de matemáticas en el Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No. 61, ubicado en Ciudad Juárez, del estado de Chihuahua en México. La ubicación del centro de estudios en una zona de alta marginación en la ciudad, requiere de los docentes una constante innovación de sus estrategias de enseñanza, que busquen mejorar los índices de aprovechamiento y reprobación, a fin de reducir la deserción escolar, conforme a las metas de la nueva escuela mexicana.

En el presente estudio se analizarán las siguientes variables:

**Índice de aprovechamiento:** Es decir, la calificación del instrumento de evaluación, de los alumnos de matemáticas en los que se ha implementado la nueva metodología de enseñanza de aula invertida e instrucción entre pares.

**Índice de reprobación:** La proporción de alumnos de matemáticas en los que se ha implementado la nueva metodología de enseñanza de aula invertida e instrucción entre pares que no aprobaron satisfactoriamente la prueba.

**Apreciación de los estudiantes:** Está conformada por una encuesta con subvariables o categorías en escala Likert que se presenta a los alumnos a fin de analizar la autoevaluación y coevaluación del trabajo con la metodología:

- Comprensión del contenido.
- Participación y colaboración.
- Autonomía y motivación del aprendizaje.
- Retroalimentación y apoyo mutuo.
- El rol docente.

## **DESARROLLO**

### **Constructivismo social**

El constructivismo social es una teoría que sostiene que el conocimiento y la comprensión que las personas tienen del mundo y de sus experiencias son construidos socialmente, en el contexto de la interacción humana y la cultura en la que vivimos. Esta teoría enfatiza la colaboración y la importancia de las experiencias y del contexto social en el proceso de aprendizaje. En el constructivismo social, se considera que el aprendizaje implica la construcción de conocimiento a partir de la experiencia, la interacción con otros y el conocimiento previo de la persona. La teoría del constructivismo social ha tenido gran impacto en la educación y ha sido adoptada por muchas escuelas y profesores como un enfoque efectivo para el aprendizaje.

De acuerdo con Ferreiro (2004) si se les da conocimientos “acabados” a los estudiantes, estos no se percibirán capaces de construir sus propias ideas, las cuales independientemente de su veracidad, son de valor significativo para su formación. Además, al brindar la información directamente, sin haber incentivado un proceso de reflexión, se inhibe la búsqueda, la confrontación, el movimiento de ideas, la hipotetización, la imaginación, la fantasía y el error. A continuación, se enlistan algunas premisas filosóficas del paradigma constructivista, de acuerdo con Ferreiro (2004).

- La realidad es cognoscible, es decir, que puede ser conocida y comprendida.
- Todo sujeto es capaz de conocer la realidad en sucesivas aproximaciones.
- El proceso de conocimiento es activo y se caracteriza por el papel de la conciencia y los sentimientos del sujeto que aprende.
- Los conocimientos no son innatos, ni están dados a priori, sino que son construidos por los sujetos. Estos se apropian de ellos mediante la actividad y el lenguaje.
- El sujeto que aprende no es el único responsable del proceso de construcción de su conocimiento, el ambiente es condición para su desarrollo.

### **Reconstructivismo o pedagogía crítica**

Una de las filosofías de la educación que ha tenido un gran impacto en el campo de la sociología social es el reconstructivismo o también conocida como pedagogía crítica. El reconstructivismo es una filosofía que enfatiza el abordaje de las cuestiones sociales, una búsqueda para crear una sociedad mejor y una democracia mundial. Los reconstructivismo van más allá del constructivismo en cuanto a los procesos de aprendizaje, centrándose en cómo la educación puede ser utilizada como una herramienta para transformar y mejorar la sociedad.

Theodore Brameld (1904-1987) fue el fundador del reconstructivismo social, en reacción a las realidades de la Segunda Guerra Mundial. Identificó que el mundo se encontraba con el potencial de la aniquilación humana a través de la tecnología y la crueldad humana o la capacidad de crear una sociedad benéfica utilizando la tecnología y la compasión. Los teóricos críticos, como los reconstructivistas sociales, creen que los sistemas deben cambiarse para superar la opresión y mejorar las condiciones humanas (Brameld, 1961).

Paulo Freire (1921-1997) fue un brasileño cuyas experiencias de pobreza lo llevaron a defender la educación y la alfabetización como vehículos para el cambio social. En su opinión, los humanos deben

aprender a resistir la opresión y no convertirse en sus víctimas, ni oprimir a otros. Hacerlo requiere diálogo y conciencia crítica, el desarrollo de la conciencia para superar la dominación y la opresión. En lugar de "enseñar como un banco", en el que el educador deposita información en la cabeza de los estudiantes, Freire vio la enseñanza y el aprendizaje como un proceso de indagación en el que el niño debe inventar y reinventar el mundo (Varona, 2020).

Para los reconstructivistas sociales y los teóricos críticos, el plan de estudios se centra en la experiencia de los estudiantes y en la acción social en problemas reales, como la violencia, el hambre, el terrorismo internacional, la inflación y la desigualdad. Seguir estrategias para lidiar con temas controvertidos (particularmente en estudios sociales y literatura), la investigación, el diálogo y múltiples perspectivas son el enfoque. El liderazgo docente desde el reconstructivismo promueve el desarrollo para el beneficio comunitario (Lamber, 2005, como se citó en Huangal, 2015).

### **Técnicas de integración grupal**

De acuerdo con Francia y otros (2010), se pueden definir las técnicas de integración grupal como una serie de estrategias que son dirigidas a afianzar las relaciones entre los individuos que constituyen un determinado grupo. Así mismo, se favorece el desarrollo de una visión objetiva sobre el comportamiento e interacciones de los demás, desarrollando a su vez la creatividad en grupo y la reacción espontánea ante determinadas situaciones que se presentan dentro del equipo de trabajo. A continuación, se enlistan las técnicas de integración grupal clásicas consideradas en la metodología.

**Grupo de discusión:** El grupo de discusión es un procedimiento por el cual un número reducido de personas, las cuales tienen unas características que vienen determinadas por el contexto de la discusión, participan en un proceso de interacción en el que se produce un conjunto de informaciones, de discursos en relación con una temática o problemática que es de interés común o previamente ha sido definida por el maestro (Callejo, 2001).

**Lluvia de ideas:** La técnica de integración grupal más popular por excelencia, tanto en las aulas como en las empresas. De acuerdo con la Universidad Abierta de Cataluña (2016), básicamente consiste en 4 fases: delimitación del problema, producción de ideas (con total libertad y respeto a los participantes), análisis de ideas, resumen y conclusión.

**Philips 66:** Esta técnica fue desarrollada por Donald Phillips, de la Universidad de Michigan, en 1948. El 66 significa que se la técnica se ejecuta con 6 alumnos por equipo en 6 minutos. La técnica se divide en 2 fases. En la primera el docente pide que los alumnos formen equipos de 6 integrantes, de los cuales uno hará la función de moderador y otro de secretario para anotar ideas de sus compañeros. Los alumnos discutirán durante 6 minutos de un tema o problema planteado por el docente. En la segunda fase, los secretarios exponen las ideas de cada equipo y son anotadas por el docente, quien pregunta a los alumnos si están de acuerdo con lo que se ha plasmado y da oportunidad de comentarios y observaciones (Domènech y Gálvez, 1996).

**Método de caso:** El método del caso es una técnica que tiene como objetivo acercar una realidad concreta a una serie de personas que se proponen trabajar –o trabajan en– un determinado ámbito o que se quieren familiarizar en ese ámbito concreto. Las fases básicas de un método de caso son las siguientes:

**Figura 1**

*Proceso del método de caso*



**Fuente:** Cámara de Comercio de Oviedo, 2018.

## Técnicas modernas de aprendizaje

### Aula invertida

El término "aula invertida" se refiere a una metodología educativa que invierte el enfoque tradicional de enseñanza, donde los estudiantes adquieren el conocimiento teórico fuera del aula a través de materiales previamente proporcionados, como videos o lecturas, y luego emplean el tiempo en clase para resolver problemas, discutir conceptos y realizar actividades prácticas.

De acuerdo con Bergmann y Sams (2012), en un aula invertida, los roles tradicionales de tareas para casa y la instrucción en clase están invertidos. Los estudiantes ven videos de las lecciones en casa antes de que lleguen a la escuela, y luego trabajan en problemas prácticos en la escuela con la ayuda del maestro.

Los postulados básicos del aula invertida incluyen:

#### Inversión del tiempo de instrucción

En el modelo tradicional, los maestros entregan nuevas lecciones en el aula y asignan tareas para casa. En el aula invertida, se invierte el tiempo de instrucción. Los estudiantes acceden a los contenidos de la lección (videos, lecturas, podcasts, etc.) en casa, antes de la clase presencial.

#### Enfoque en el aprendizaje activo

Al obtener el conocimiento de la lección en casa, el tiempo en el aula se dedica a actividades prácticas, resolución de problemas y discusiones. Esto permite a los estudiantes aplicar los conceptos y recibir orientación directa del maestro mientras están más comprometidos en su aprendizaje.

#### Personalización del aprendizaje

El aula invertida permite a los estudiantes avanzar a su propio ritmo. Aquellos que comprenden rápidamente los conceptos pueden avanzar más rápido, mientras que aquellos que necesitan más tiempo para asimilar la información pueden recibir apoyo adicional.

#### Interacción más significativa

El tiempo en el aula se enfoca en interacciones significativas entre maestros y estudiantes, así como entre los propios estudiantes. Se fomenta la colaboración, el debate y la resolución conjunta de problemas.

#### Uso de tecnología

La tecnología, como videos educativos, plataformas en línea y recursos digitales, juega un papel crucial en el aula invertida, ya que proporciona los materiales de aprendizaje que los estudiantes utilizan antes de la clase.

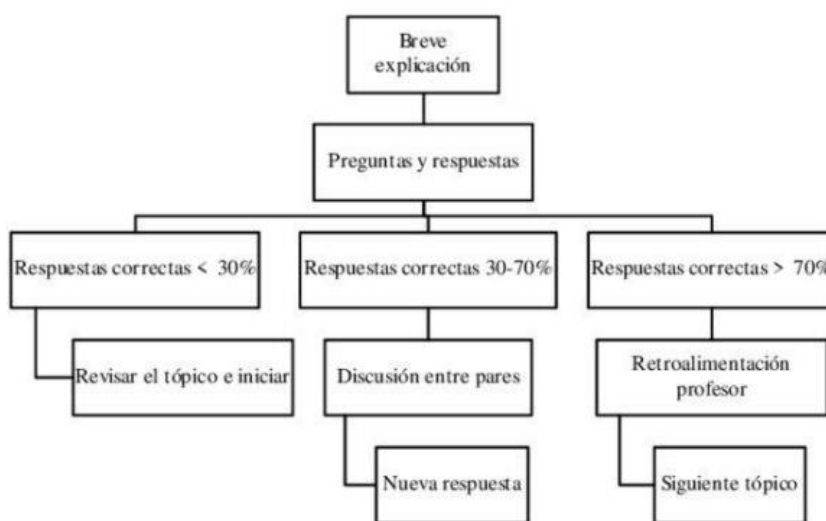
### Instrucción entre pares

Otra de las metodologías que promueven la interacción en la educación, es el de instrucción por pares (peer instrucción en inglés), el cual busca desarrollar un aprendizaje colaborativo, mediante un ambiente en el cual los estudiantes discuten entre pares o en grupos pequeños para crear una definición de un concepto o encontrar una respuesta conjunta de un problema determinado. El consenso suele darse en poco tiempo, alrededor de cinco minutos por cuestión (Garcés Silva y otros, 2021).

La complementariedad de ambas estrategias (aula invertida, instrucción entre pares) es notable; de hecho, la estrategia de instrucción por pares fue creada por el Doctor en Física Eric Mazur en 1997, basándose en los principios del aula invertida (Mazur, 1997). Otro hecho notable es que, dado que los alumnos vienen preparados desde casa, por los videos y materiales proporcionados por el maestro, les es más fácil explicarse entre sí los temas, resolviendo las dudas de forma grupal. Esto generalmente resulta más efectivo y enriquecedor que las explicaciones dadas por el mismo maestro (Mazur, 2013). A continuación, se muestra un diagrama del proceso normal de instrucción entre pares propuesto por Mazur.

**Figura 2**

*Proceso para instrucción entre pares*



**Fuente:** extraído de Lasry et al. (2008).

### METODOLOGÍA

Se busca realizar un estudio comparativo entre el grupo de control y el grupo experimental donde se llevará a cabo la implementación de las técnicas educativas. A fin de que ambos grupos sean lo más parecido posibles se han elegido los dos grupos de segundo semestre, pertenecientes a la especialidad de recursos humanos en el turno vespertino del Centro de Estudios Tecnológico Industrial y de Servicios, No. 61.

El grupo 2ºI está conformado por 48 alumnos, de los cuales 27 son mujeres, es decir el 56% y 21 son hombres, es decir 44%. Mientras que el grupo 2º H está conformado por 47 alumnos, de los cuales 28 son mujeres, es decir, el 60% y 19 son hombres, es decir el 40%, por lo que se asegura que son grupos con características similares.

Respecto al acceso a las TICS, solo el 20% del grupo tiene acceso a una computadora, pero el 100% tiene acceso a un celular y el 90% a un plan de datos que les permita conectarse a internet e instalar aplicaciones para utilizar en el salón de clases.

Para Bryman y Bell (2016), la investigación cuantitativa se refiere a "la recolección y análisis de datos numéricos en forma de variables". El enfoque de la presente investigación es cuantitativo al analizar en la primera etapa la autoevaluación del alumno respecto al proceso metodológico del cual fue parte, esto mediante una encuesta en escala Likert. En la segunda etapa se realiza una comparativa de medias con el estadístico t entre el promedio de la calificación de un examen en el grupo experimental vs el grupo de control. Por último, se hace una comparativa de la proporción de alumnos que no alcanzaron el puntaje aprobatorio para la prueba en ambos grupos. Los instrumentos de recolección de datos para la presente investigación son los siguientes:

Un examen del tema "razones trigonométricas" aplicado tanto al grupo de control, como al grupo experimental tras haber aplicado la metodología de aula invertida e instrucción entre pares, esto con el fin de hacer la comparativa estadística de los índices de aprovechamiento y de reprobación. El examen comprende la parte de la heteroevaluación de los alumnos.

Una encuesta aplicada al grupo experimental en la que externen como se han sentido con la implementación de la metodología en el aula a partir de cinco aspectos con tres preguntas cada una. La encuesta utiliza una escala Likert, a fin de realizar un análisis de alfa de Cronbach de la consistencia del instrumento.

## **RESULTADOS**

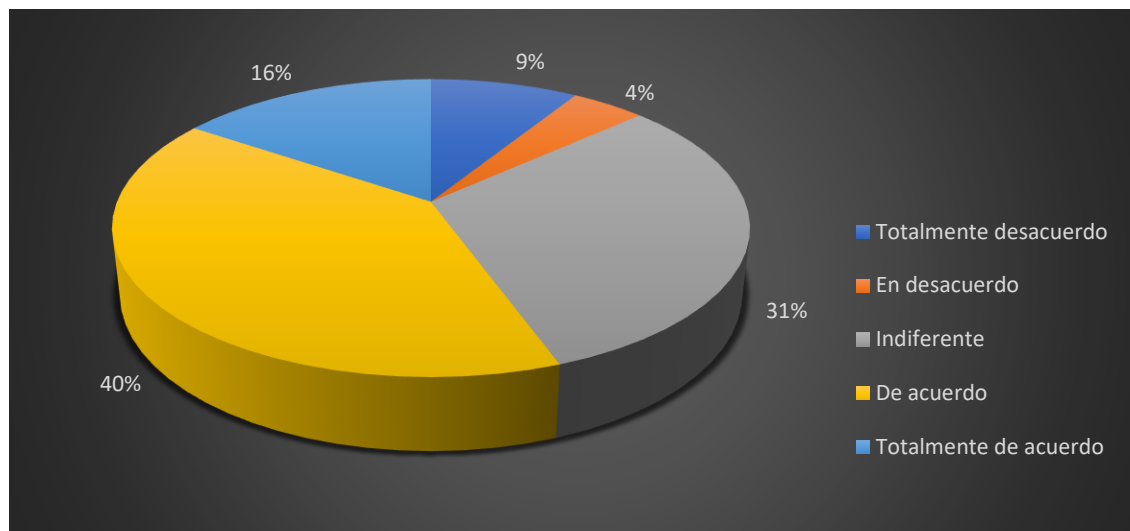
A continuación, se muestran los resultados principales de la encuesta aplicada a un total de 45 alumnos del grupo 2ºH de la materia de geometría y trigonometría. Semestre Enero-junio del 2023, quienes trabajaron en la tercera unidad con la metodología combinada de aula invertida e instrucción entre pares.



## Aspecto 1: Comprensión del contenido

### Gráfico 1

*La combinación de aula invertida e instrucción entre pares contribuyó a mejorar mi comprensión del contenido*



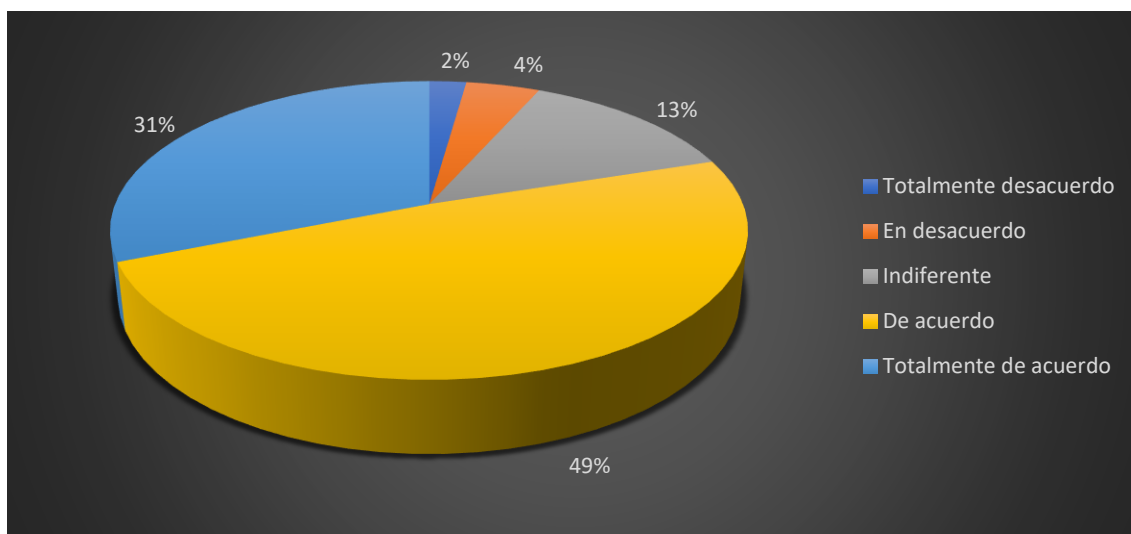
Los resultados muestran que una minoría considerable (9%) de los participantes expresó un completo desacuerdo con la afirmación de que la combinación de aula invertida e instrucción entre pares contribuyó a mejorar su comprensión del contenido. Un porcentaje menor (4%) también se mostró en desacuerdo, lo que sugiere que algunos participantes no percibieron beneficios en el enfoque de enseñanza utilizado.

El grupo más numeroso (31%) se mostró indiferente, lo que podría implicar una falta de certeza o neutralidad respecto a si su comprensión mejoró con esta metodología. Por otro lado, un porcentaje significativo (40%) de los participantes estuvo de acuerdo con que la combinación de aula invertida e instrucción entre pares efectivamente mejoró su comprensión del contenido. Además, un pequeño pero notable porcentaje (16%) expresó un total acuerdo, lo que indica una percepción positiva y una alta efectividad de esta combinación de enfoques pedagógicos.

## Aspecto 2: Participación y colaboración

### Gráfico 2

*La instrucción entre pares promovió la colaboración y el trabajo en equipo entre los estudiantes*



Los resultados muestran que una minoría (2%) de los estudiantes expresó un total desacuerdo en que la instrucción entre pares promueve la colaboración y el trabajo en equipo. Un porcentaje un poco mayor (4%) estuvo en desacuerdo, lo que sugiere que algunos estudiantes no percibieron que esta metodología fomentara la colaboración.

Un porcentaje considerable (13%) de los estudiantes se mostró indiferente, lo que indica que un grupo significativo no tuvo una opinión clara o no se sintió totalmente convencido acerca de si la instrucción entre pares promovió la colaboración y el trabajo en equipo.

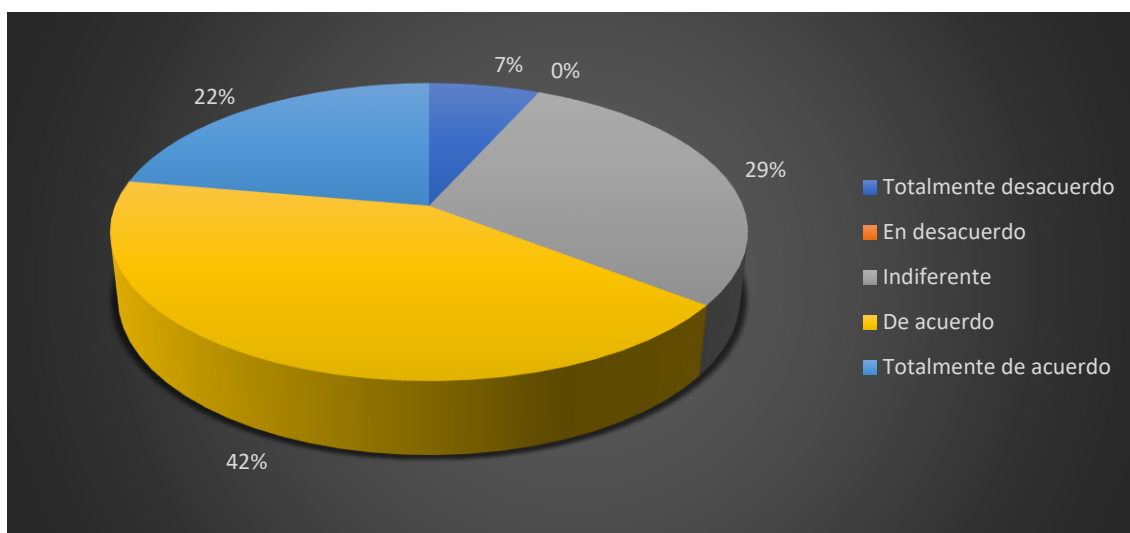
Además, un número significativo (49%) de los estudiantes estuvo de acuerdo, lo que refuerza la idea de que la instrucción entre pares efectivamente promovió la colaboración y el trabajo en equipo.

Por último, un grupo importante (31%) de los estudiantes se mostró totalmente de acuerdo, lo que indica un alto nivel de percepción positiva sobre los beneficios de la instrucción entre pares en términos de colaboración y trabajo en equipo.

### Aspecto 3: Autonomía y motivación del aprendizaje

#### Gráfico 3

*La combinación de aula invertida e instrucción entre pares me ayudó a desarrollar mi autonomía de aprendizaje*



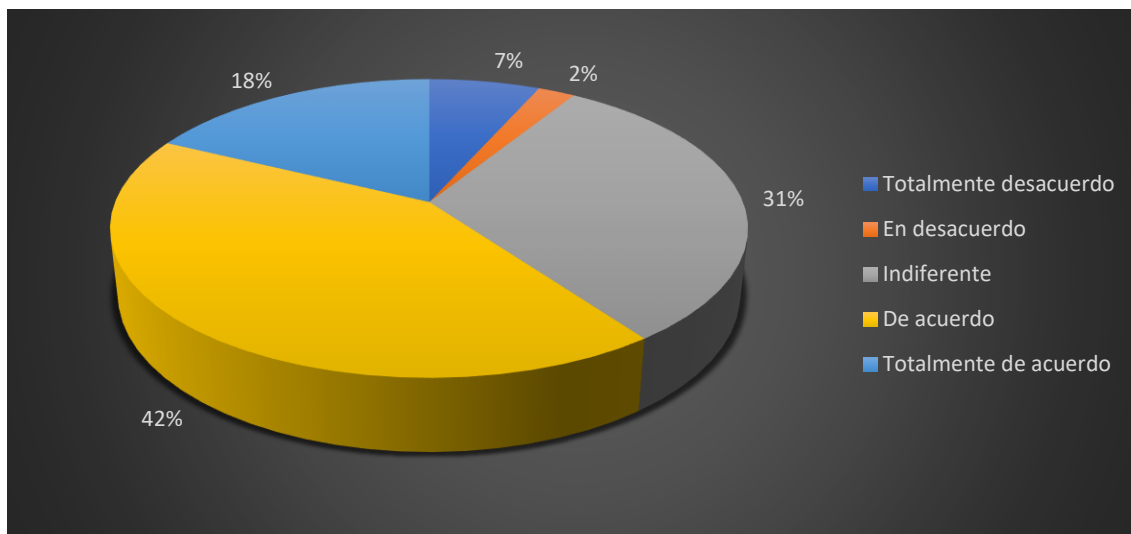
Los resultados muestran que una minoría (7%) de los estudiantes expresó un total desacuerdo en que la combinación de aula invertida e instrucción entre pares les ayudó a desarrollar su autonomía de aprendizaje. Además, ningún estudiante seleccionó la opción "En desacuerdo". Un porcentaje considerable (29%) de los estudiantes se mostró indiferente, lo que indica que algunos participantes no tuvieron una opinión clara o no se sintieron totalmente convencidos acerca de si esta combinación de enfoques promueve su autonomía de aprendizaje.

Por otro lado, un número significativo (42%) de los estudiantes estuvo de acuerdo, lo que sugiere que una parte considerable de los estudiantes reconoció que la combinación de aula invertida e instrucción entre pares tuvo un impacto positivo en el desarrollo de su autonomía como aprendices.

Por último, un grupo importante (22%) de los estudiantes se mostró totalmente de acuerdo, lo que indica un alto nivel de percepción positiva sobre cómo esta combinación de enfoques influyó significativamente en el desarrollo de su autonomía de aprendizaje.

#### Gráfico 4

*Me sentí motivado a trabajar en un ambiente de aula invertida e instrucción entre pares*



Los resultados muestran que una minoría (7%) de los estudiantes expresó un total desacuerdo en que se sintieron motivados a trabajar en un ambiente de aula invertida e instrucción entre pares. Un porcentaje bajo (2%) también estuvo en desacuerdo, lo que sugiere que algunos estudiantes no se sintieron motivados con esta combinación de enfoques pedagógicos.

Un porcentaje considerable (31%) de los estudiantes se mostró indiferente, lo que indica que algunos participantes no tuvieron una opinión clara o no se sintieron completamente motivados en un ambiente de aula invertida e instrucción entre pares.

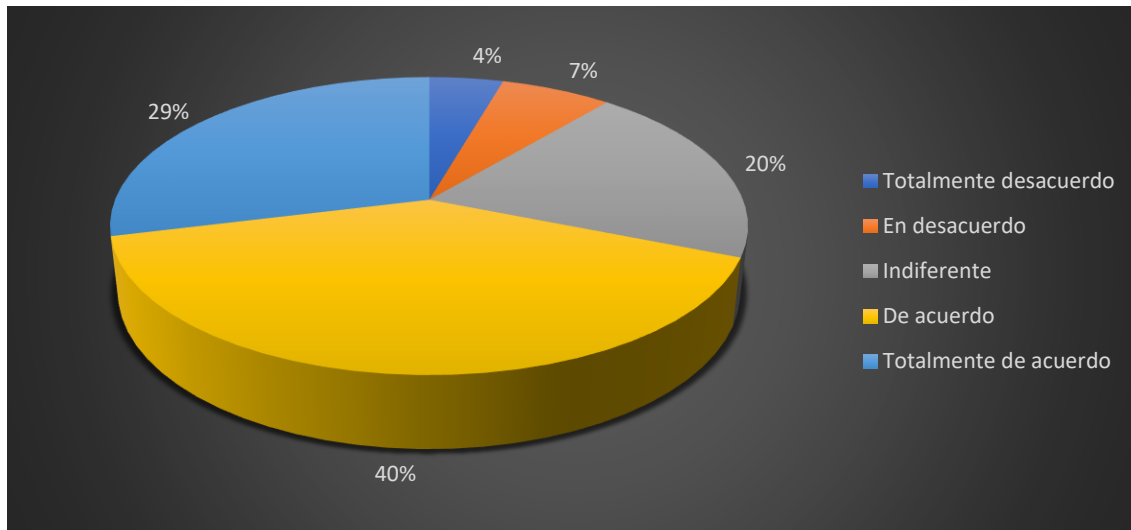
Por otro lado, un número significativo (42%) de los estudiantes estuvo de acuerdo, lo que sugiere que una parte considerable de los estudiantes se sintió motivada a trabajar en un ambiente de aula invertida e instrucción entre pares.

Por último, un grupo importante (18%) de los estudiantes se mostró totalmente de acuerdo, lo que indica un alto nivel de percepción positiva sobre cómo esta combinación de enfoques pedagógicos influyó en su motivación para aprender y participar activamente en el aula.

#### Aspecto 4: Retroalimentación y apoyo mutuo

##### Gráfico 5

*La retroalimentación y el apoyo mutuo fueron elementos clave para mejorar mi aprendizaje durante las actividades*



Los resultados muestran que una minoría (4%) de los estudiantes expresó un total desacuerdo en que la retroalimentación y el apoyo mutuo fueron elementos clave para mejorar su aprendizaje durante las actividades. Otro porcentaje (7%) estuvo en desacuerdo, lo que sugiere que algunos estudiantes no percibieron que la retroalimentación y el apoyo mutuo fueran elementos clave en su proceso de aprendizaje.

Un porcentaje considerable (20%) de los estudiantes se mostró indiferente, lo que indica que algunos participantes no tuvieron una opinión clara o no se sintieron totalmente convencidos acerca de si la retroalimentación y el apoyo mutuo tuvieron un impacto significativo en su aprendizaje durante las actividades.

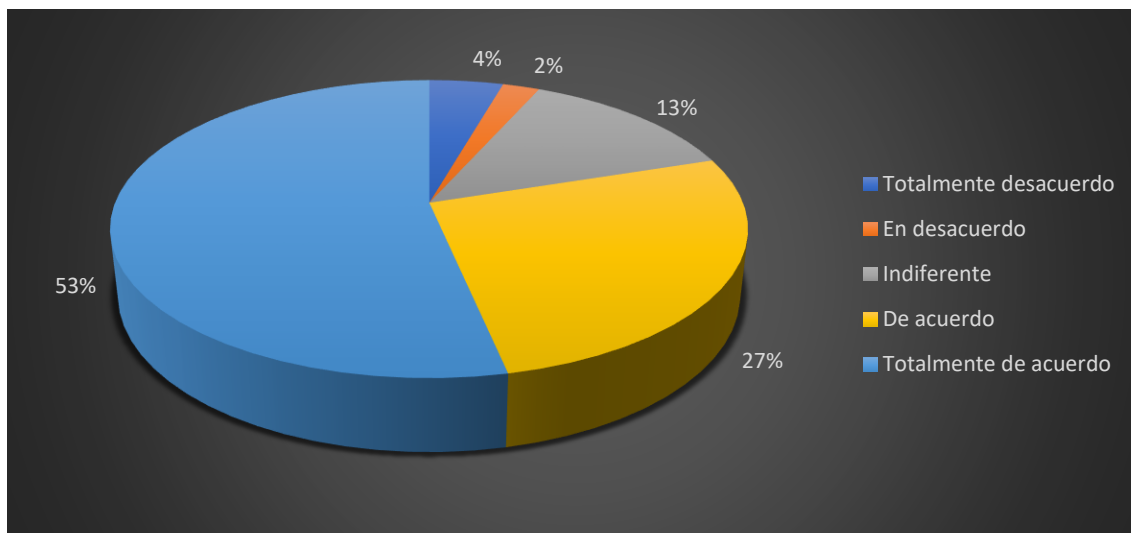
Por otro lado, un número significativo (40%) de los estudiantes estuvo de acuerdo, lo que sugiere que una parte considerable de los estudiantes reconoció que la retroalimentación y el apoyo mutuo fueron elementos clave para mejorar su aprendizaje durante las actividades.

Por último, un grupo importante (29%) de los estudiantes se mostró totalmente de acuerdo, lo que indica un alto nivel de percepción positiva sobre cómo la retroalimentación y el apoyo mutuo jugaron un papel fundamental en su proceso de aprendizaje y mejora durante las actividades.

## Aspecto 5: El rol docente

### Gráfico 5

*El docente proporcionó los materiales adecuados para trabajar en un ambiente de aula invertida e instrucción entre pares (cuadernillo, archivos, guías, etc.)*



Los resultados muestran que una minoría (4%) de los estudiantes expresó un total desacuerdo en que el docente proporcionó los materiales adecuados para trabajar en un ambiente de aula invertida e instrucción entre pares. Un porcentaje bajo (2%) también estuvo en desacuerdo, lo que sugiere que algunos estudiantes no percibieron que los materiales proporcionados fueran los adecuados para esta metodología. Un porcentaje considerable (13%) de los estudiantes se mostró indiferente, lo que indica que algunos participantes no tuvieron una opinión clara o no se sintieron totalmente convencidos acerca de si los materiales fueron los adecuados para trabajar en un ambiente de aula invertida e instrucción entre pares.

Por otro lado, un número significativo (27%) de los estudiantes estuvo de acuerdo, lo que sugiere que una parte considerable de los estudiantes consideró que los materiales proporcionados por el docente fueron adecuados para trabajar en este tipo de ambiente.

Por último, un grupo importante (53%) de los estudiantes se mostró totalmente de acuerdo, lo que indica un alto nivel de percepción positiva sobre cómo el docente proporcionó los materiales adecuados para trabajar en un ambiente de aula invertida e instrucción entre pares.

### Estadísticas descriptivas

Para el caso de las otras variables de estudio, se muestra en la tabla 1, las estadísticas descriptivas del grupo donde se implementó la metodología (grupo experimental) y el grupo de control donde no se implementó.

**Tabla 1**

*Estadísticas descriptivas del grupo de control y el grupo experimental*

Muestra	N	Media (Calificación)	Desv.Est.	Error estándar de la media	Proporción del evento: Reprobación
2I (control)	42	6.68	1.85	0.29	0.476190
2H(experimental)	44	7.61	2.11	0.32	0.266667

La tabla anterior indica que, en el grupo de control, el promedio de calificación del examen fue de 6.66 de un total de 42 alumnos que realizaron la prueba, obteniendo un índice de reprobación de alrededor del 48%, mientras que en el grupo experimental la calificación promedio del examen fue de 7.61 de un total de 44 alumnos, con un índice de reprobación del 27%.

En el apartado de discusión se hará un análisis de resultados de las variables (apreciación de los alumnos, índice de aprovechamiento e índice de reprobación) a través de distintas pruebas estadísticas que validan las conclusiones del presente trabajo de investigación. El software a utilizar para el análisis es RStudio, que utiliza el lenguaje R, ya que al ser gratuito y de libre acceso reduce los costos de la investigación.

## **DISCUSIÓN**

### **Análisis de apreciación de los estudiantes**

Se utilizó un análisis estadístico de alfa de Cronbach en una muestra de 20 alumnos del grupo experimental a los que se les aplicó la encuesta completa de 15 preguntas, utilizando el software estadístico RStudio. El resultado fue de 0.8511, lo cual valida el instrumento para su aplicación (al ser mayor que 0.7). Posteriormente se aplicó un análisis estadístico alfa de Cronbach al total de las encuestas, 45, obteniendo un resultado de 0.9137, lo cual muestra que el cuestionario es consistente a lo largo de las preguntas.

### **Análisis del índice de aprovechamiento**

La segunda parte corresponde al análisis estadístico de los promedios obtenidos en los exámenes aplicados tanto en el grupo de control (2<sup>o</sup>I) como en el grupo experimental (2<sup>o</sup>H). La hipótesis nula es que el promedio de ambos grupos es igual, es decir, la diferencia de las medias es cero. Mientras que la hipótesis alternativa es que la diferencia de medias es diferente de cero, por lo que la diferencia es estadísticamente significativa. Para ello se utiliza una prueba con el estadístico t de 2 muestras para determinar si las medias de población de dos grupos independientes difieren. En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de la prueba t de forma agrupada.

**Tabla 2**

*Prueba t de dos muestras: 2I y 2H*

Información de la prueba	Estadísticas del grupo	Resultados estadísticos
Tipo de prueba: Prueba T de Welch de dos muestras	Media del Grupo 2I: 6.68	Valor t: -2.19
Datos: Grupo 2I vs. Grupo 2H	Media del Grupo 2H: 7.61	Grados de libertad (df): 83.35
Hipótesis nula ( $H_0$ ): $\mu_1 - \mu_2 = 0$	Desviación estándar (Grupo 2I): 1.85	Valor p: 0.031
Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$	Desviación estándar (Grupo 2H): 2.11	Intervalo de confianza (IC) del 95%: (-1.784, -0.086)

Dado que el valor p (0.031) es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la diferencia de calificaciones entre ambos grupos es estadísticamente significativa. Por lo tanto, con 95% de confianza se puede afirmar que el promedio de calificación del grupo 2H, que trabajó con la metodología de aula invertida e instrucción entre pares, es mayor (7.61) que el promedio del grupo de control que trabajó en una clase tradicional (6.68).

### **Análisis Mann-Whitney de dos medianas**

En muchas situaciones, las calificaciones o evaluaciones en educación no tienen una distribución normal, ya que tienden a agruparse en torno a ciertos valores (como calificaciones altas o bajas) y pueden no seguir una distribución simétrica. En estos casos, utilizar la prueba t de Student (que requiere datos normalmente distribuidos) sería inapropiado y conduciría a resultados incorrectos. Si bien hay que aclarar que, en muestras grandes, mayores de 30 observaciones, la prueba t es adecuada incluso cuando los datos no siguen una distribución normal (Guillén y Crespo, 2006). Sin embargo, para dar robustez a la presente investigación se hace uso de otra prueba que valide el estudio.

La prueba de Mann-Whitney, también conocida como prueba U de Mann-Whitney o prueba de rangos con signos de Wilcoxon, se utiliza en educación y en otras áreas de investigación para comparar dos grupos independientes cuando las variables de interés no cumplen con los supuestos de normalidad o cuando los datos son ordinales. La prueba de Mann-Whitney es adecuada para comparar las medianas de las calificaciones de dos grupos cuando los datos no siguen una distribución normal (Rivas-Ruiz, Moreno y Talavera, 2013). Los resultados de la prueba se muestran en la tabla 3 de forma agrupada.

**Tabla 3**

*Prueba de Mann-Whitney para dos muestras: 2I y 2H*

Información de la prueba	Estadísticas del grupo	Resultados estadísticos
Tipo de prueba: Prueba Mann-Whitney	Mediana del Grupo 2I: 5.5	Valor W (no ajustado para empates): 1551.50
Datos: Grupo 2I vs. Grupo 2H	Mediana del Grupo 2H: 9.0	Valor p (no ajustado para empates): 0.018
Hipótesis nula ( $H_0$ ): $\eta_1 - \eta_2 = 0$	Tamaño de la muestra Grupo 2I: 42	Valor W (ajustado para empates): 1551.50
Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): $\eta_1 - \eta_2 \neq 0$	Tamaño de la muestra Grupo 2H: 44	Valor p (ajustado para empates): 0.013
Nivel de confianza: 95.06%	Diferencia de medianas ( $\eta_1 - \eta_2$ ): -1	Intervalo de confianza (IC) del 95.06%: (-1.5, -0.0000000)

El valor p es menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa: la diferencia de las medianas es diferente a cero, es decir, la mediana del grupo de control es menor a la mediana del grupo experimental. Lo anterior valida la hipótesis de que el aprovechamiento del grupo



experimental, que llevó a cabo la implementación del aula invertida junto con la instrucción entre pares, es mayor que el grupo de control.

### Análisis del índice de reprobación

La última parte del análisis estadístico corresponde al análisis del índice de reprobación de los estudiantes. Para ello se recurre a una prueba estadística de comparación de proporciones, donde se analizará la proporción de estudiantes no aprobados del grupo experimental versus la del grupo de control y comprobar si la diferencia es estadísticamente significativa. La prueba más utilizada es la prueba Z de dos proporciones, que se utiliza cuando el tamaño de muestra es grande y las proporciones a comparar son cercanas a 0 o 1. Los resultados se muestran en la tabla 4 de forma agrupada.

**Tabla 4**

*Prueba Z de dos proporciones: 2I y 2H*

Información de la prueba	Estadísticas del grupo	Resultados estadísticos
Tipo de prueba: Prueba z para dos proporciones	Tamaño del Grupo 2I: 42	Valor Z (Aproximación normal): 2.07
Datos: Grupo 2I vs. Grupo 2H	Eventos en Grupo 2I: 20	Valor p (Aproximación normal): 0.039
Hipótesis nula ( $H_0$ ): $p_1 - p_2 = 0$	Proporción en Grupo 2I ( $p_1$ ): 0.476	Valor p (Exacta de Fisher): 0.049
Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): $p_1 - p_2 \neq 0$	Tamaño del Grupo 2H: 45	Intervalo de confianza (IC) del 95% para la diferencia: (0.010758, 0.408289)
Nivel de confianza: 95%	Eventos en Grupo 2H: 12	Diferencia de proporciones ( $p_1 - p_2$ ): 0.209524
	Proporción en Grupo 2H ( $p_2$ ): 0.266667	IC basado en la aproximación a la normal

Dado que el valor p exacto (0.049) y el valor p aproximado a la norma (0.039) es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la diferencia de las proporciones es menor a cero, es decir, la diferencia entre el índice o proporción de reprobación del grupo experimental y el grupo de control es estadísticamente significativa. Por lo tanto, el grupo que llevó a cabo la implementación de la combinación metodológica del aula invertida y la instrucción entre pares presentó un menor índice de reprobación (26%) frente al grupo de control (47.6%).

### CONCLUSIÓN

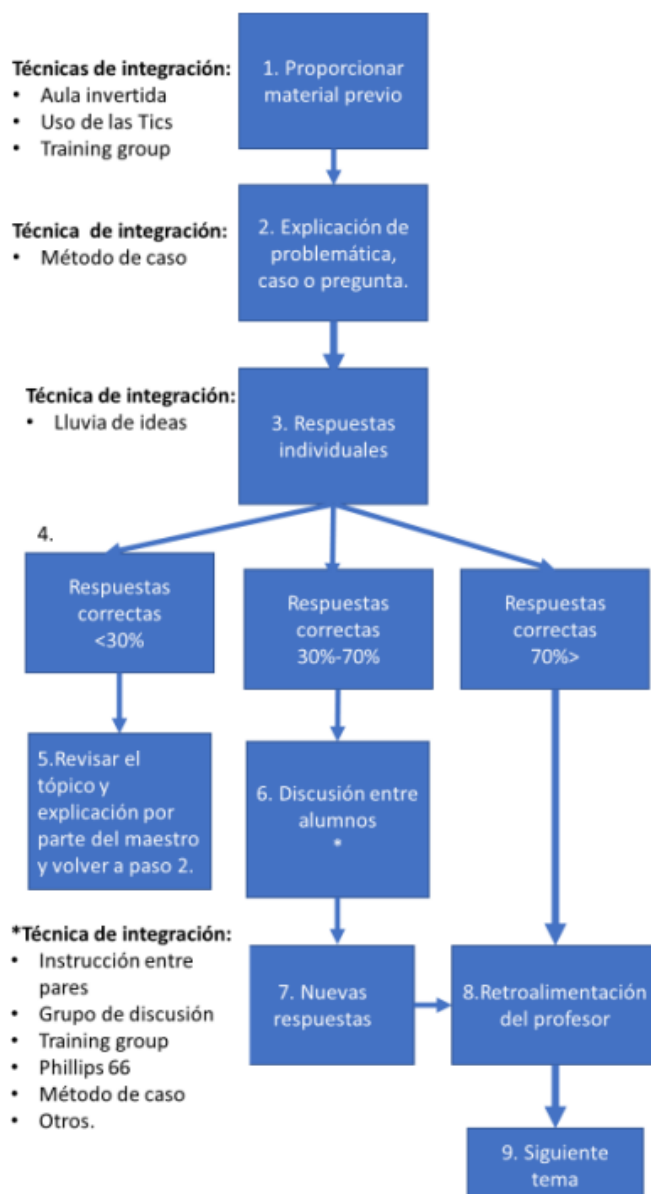
El presente trabajo de investigación llevó a cabo la implementación del aula invertida, la cual plantea que el alumno puede adquirir gran parte del conocimiento fuera del aula y reforzar y aplicarlo dentro del salón de clases de forma dinámica. A su vez, esta metodología puede combinarse fácilmente con otros métodos, siendo el elegido la instrucción entre pares, que es una estrategia didáctica de trabajo colaborativo y aprendizaje basado en problemas.

Los problemas a resolver por la metodología propuesta no solo se limitan a los contenidos curriculares de la materia en el aula, sino que bajó en un enfoque de pedagogía crítica, pueden buscar resolver problemas de índole comunitario, tal como lo propone el Programa Aula-Escuela-Comunidad del nuevo marco curricular común para la educación media superior en México.

Esta combinación metodológica se puede apoyar a su vez de un abanico de técnicas de integración grupal clásicas que le da variedad y adaptabilidad según el contexto en que se utilice, no solo para el área de matemáticas como es el caso del presente trabajo. A continuación, en la figura 9, se muestra la propuesta metodológica recomendada.

Figura 3

Propuesta metodológica para trabajar en el aula e instrucción entre pares apoyada en técnicas de integración grupal



Dentro de las técnicas de integración grupal que se proponen son método de caso, lluvia de ideas, grupos de discusión, training group, Phillips 66 y el uso de las TICs dentro del aula. La retroalimentación del docente es la clave para dar fin al tema y continuar con el siguiente a fin de que queden claras las conclusiones de los aprendizajes obtenidos. Los resultados cuantitativos de las variables de estudio: el índice de aprovechamiento y de aprobación de un instrumento de evaluación (examen) demuestran que la implementación del aula invertida e instrucción entre pares presenta mejores resultados que la instrucción tradicional en el caso del presente estudio.

Sin embargo, hay que reconocer que en los rubros de comprensión de los contenidos y el de autonomía y motivación del aprendizaje hubo un porcentaje considerable, alrededor del 30% de los encuestados, que fue indiferente y alrededor de un 20% que no estuvo de acuerdo en que la implementación de la

metodología les haya ayudado en esos aspectos. Lo anterior demuestra que aún hay muchas áreas de oportunidad para el docente para poder reajustar las estrategias de trabajo con sus grupos en el futuro.


Por lo tanto, la implementación de la combinación metodológica del aula invertida e instrucción entre pares, no está exenta de contratiempos, pausas y cambios a largo plazo, pero resulta una forma de trabajo dinámica y armoniosa si se lleva satisfactoriamente a la práctica con la participación activa de los alumnos y la guía y retroalimentación empática del docente.

## REFERENCIAS

- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education.
- Bryman, A., & Bell, E. (2016). *Social research methods (Fourth Canadian Edition.)*. Oxford University Press.
- Callejo, J. (2001). *El grupo de discusión: Introducción a una práctica de investigación (1a ed.)*. Editorial Ariel.
- Cámara de Comercio de Oviedo (2018). 8 consejos prácticos para trabajar con el Método del Caso. 8 Consejos prácticos para trabajar con el Método del Caso | Blog MBA Cámara de Oviedo (mba-asturias.com)
- Domènech, M. y Gálvez, A. (1996). *Tècniques i estratègies de dinàmica de grups*. En T. Ibáñez. *Dinàmica de grups*. Barcelona: UOC. Dinàmica de grups, setembre 1996 (uoc.edu)
- Falcón Miguel, D., Sevil Serrano, J., Peñarrubia Lozano, C., & Abós Catalán, Á. (2021). Efecto de la combinación metodológica de aula invertida e instrucción entre pares en las calificaciones académicas de estudiantes universitarios de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 41, 47-56. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7944697>
- Ferreiro, R. (2004) "Estrategias didácticas del aprendizaje cooperativo". Ed.Trillas. (2007).
- Francia, A., Mata, J., & Socorro, J. (2010). *Dinámica y técnicas de grupos (18 ed.)*. Editorial CCS 2010.
- Garcés Silva, R. E., Huerta Cruz, A. C., Elizalde Cordero, C. I., & Estrella Acencio, L. P. (2021). Impacto del aprendizaje colaborativo en las competencias investigativas del estudiante universitario. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(S2), 501-512. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2340>
- Guillén Serra, A. y Crespo Montero, R. (2006). *Métodos estadísticos para enfermería nefrológica*. Sociedad Española de Enfermería Nefrológica. Seden - Sociedad Española de Enfermería Nefrológica
- Huangal Cuñe, T. (2015). *Propuesta de liderazgo pedagógico reconstructivista para mejorar la calidad educativa en la I.E.S. "El Guayo", distrito el Prado, provincia de San Miguel, región Cajamarca, 2015 [Tesis de maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/6955>
- Lasry, N., Mazur, E., & Watkins, J. (2008). Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American journal of Physics*, 76(11), 1066-1069.
- Love, B., Hodge, A., Grandgenett, N., & Swift, A. W. (2013). Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(3), 317-324. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2013.822582>
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. Prentice Hall.
- Mazur, J. (2013). *Learning and Behavior (7th ed.)*. Prentice Hall.
- Rivas-Ruiz, R., Moreno-Palacios, J., & Talavera, J. O. (2013). Investigación clínica XVI. Diferencias de medianas con la U de Mann-Whitney. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 51(4), 414-419. <redalyc.org/pdf/4577/457745490011.pdf>

Universitat Oberta de Catalunya (2016). Lluvia de ideas (Brainstorming). Lluvia de ideas (Brainstorming) (uoc.edu)

Varona Domínguez, Freddy. (2020). Ideas educacionales de Paulo Freire. Reflexiones desde la educación superior. MediSur, 18(2), 233-243. Ideas educacionales de Paulo Freire. Reflexiones desde la educación superior (sld.cu)

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) .