

Implementación de aula invertida en un curso propedéutico de habilidad matemática en bachillerato

Elva Margarita Madrid García*
 Joel Angulo Armenta**
 Manuel Emilio Prieto Méndez***
 María Teresa Fernández Nistal****
 Karen Michelle Olivares Carmona*****

RESUMEN

Presentamos un estudio descriptivo con alcance cuantitativo cuyo objetivo es comprobar la efectividad del método de aula invertida como una estrategia tecnopedagógica para mejorar el rendimiento en la habilidad matemática en estudiantes aspirantes para ingresar al bachillerato. El diseño de esta investigación fue cuasiexperimental y participaron 101 estudiantes en dos grupos (control y experimental). Un pretest fue aplicado a ambos grupos sobre habilidad matemática antes de iniciar la intervención de la estrategia de aula invertida y un postest en ambos grupos al finalizar. El curso se llevó a cabo durante dos semanas con una duración total de 24 horas y 75 minutos. Después de examinar los resultados observados mediante análisis descriptivos y paramétricos no se revelaron diferencias significativas.



Palabras clave

Aula invertida, educación media superior, TIC, educación matemática

* Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos. Maestra auxiliar en el Departamento de Cómputo y Diseño del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). México.

** Doctor en Educación. Profesor-investigador en el Departamento de Educación del ITSON. México.

*** Doctor en Ciencias. Profesor titular en la Escuela Superior de Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha. España.

**** Doctora en Psicología. Profesora del Departamento de Psicología del ITSON. México.

***** Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos. Maestra auxiliar en el Departamento de Psicología del ITSON. México.

Implementation of Flipped Classroom in a propaedeutic course of mathematical skill in high school

Abstract

A descriptive study with quantitative scope was carried out where the objective was to verify the effectiveness of the Flipped Classroom method as a techno pedagogical strategy to improve the performance in mathematical ability in students aspiring to enter high school. The design of this research was quasi experimental in which 101 students participated in two groups (comparison and intervention). A test was applied to both groups on Mathematical Skill before and after the Flipped Classroom intervention. The course was made for two weeks with a total duration of 24 hours and 75 minutes. After examining the results using descriptive and parametric analyzes, it was found that there were no significant differences.



Keywords

Flipped classroom, upper secondary education, ICT, mathematics education

INTRODUCCIÓN

Como se ha documentado en evaluaciones nacionales e internacionales (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2012, 2016; Secretaría de Educación Pública [SEP], 2013), los resultados obtenidos en la habilidad matemática por los estudiantes mexicanos de bachillerato han sido porcentualmente bajos; como lo destaca la SEP (2014), es evidente que la comprensión de las matemáticas es indispensable para que los estudiantes puedan desarrollar las competencias genéricas, discipli-

nares y profesionales que constituyen el perfil de egreso de la educación media superior (EMS); sin embargo, si este aprendizaje no es adquirido por los estudiantes, puede inferirse que egresan de la EMS sin el perfil deseable, y tratándose de una competencia transversal, esto también les causará problemas de aprendizaje en los estudios profesionales, si se asume que continuarán con alguna carrera profesional. Ante esta situación, el National Careers Service propone una lista de competencias transversales que todo estudiante debe dominar: compromiso, responsabilidad, toma de decisiones, comunicación interpersonal,

flexibilidad, gestión del tiempo, liderazgo, creatividad y solución de problemas, trabajo en equipo y bajo presión (Burns, 2016; National Soft Skills Association, 2016).

El bajo rendimiento académico en el área de matemáticas podría deberse a ciertos factores, como la complejidad de los contenidos, los hábitos de estudio, las deficiencias en competencias básicas, las estrategias didácticas del docente o los métodos tecnopedagógicos usados por los profesores, entre otros. Dadas las condiciones que anteceden, es pertinente probar el proceso de enseñanza de esta disciplina con diferentes métodos de instrucción, con la finalidad de que los estudiantes que ingresan o cursan el bachillerato incrementen el nivel de competencia en el área de habilidad matemática debido a la complejidad de los contenidos que han sido impartidos de manera tradicional.

En relación con esto último, existe una diversidad de métodos, modalidades y estrategias tecnopedagógicas que apoyan hoy el proceso de enseñanza y aprendizaje; es el caso del modelo denominado aula invertida (*flipped classroom* o instrucción inversa), una opción viable, probada con casos de éxito y de la cual hay evidencias empíricas documentadas (Love *et al.*, 2014; Rivero, 2014; Aronson, Arfstrom & Tam, 2013; Bretzmann, 2013; Fitzpatrick, 2012; Flumerfelt & Green, 2013; Fulton, 2013; García-Barrera, 2013; Larsen, 2013; Santiago, 2013; Strayer, 2012).

El método de aula invertida es un modelo tecnopedagógico con el que se ha experimentado desde el año 2000 (Lage, Platt & Treglia, 2000); sin embargo, han sido Bergmann y Sams (2012) quienes lo han popularizado. Este método consiste en trasladar el trabajo de ciertos procesos de aprendizaje fuera del salón de clase y será el alumno quien, en casa o en otro espacio extraclase, realice sus actividades académicas; usará el tiempo real de la clase para facilitar y desarrollar otros procesos orientados a adquirir saberes y hacer. Los componentes básicos que conforman el aula invertida son: las competencias propuestas

sobre el tema a desarrollar por el estudiante; el aprendizaje basado en el alumno; el estudiante demuestra y el profesor es un guía o tutor; y las habilidades superiores del pensamiento de análisis, síntesis y evaluación (Bristol, 2014).

De acuerdo con los anteriores razonamientos, fue pertinente y factible realizar este estudio en estudiantes egresados de nivel secundaria que aspiraron a ingresar a una institución de EMS adscrita a la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI). Los alumnos participantes se registraron a un curso propedéutico en habilidad matemática que, al acreditarlo, les permitía inscribirse en el nivel bachillerato; en este propósito identificamos la posibilidad de implementar el método de aula invertida con la finalidad de incrementar el aprendizaje de los aspirantes. Ante las evidencias documentadas del bajo rendimiento por organismos evaluadores internacionales, surge la pregunta de investigación ¿cuál es la diferencia en el rendimiento académico que existe entre los estudiantes que llevaron el curso con aula invertida y los que lo cursaron de manera normal?

REVISIÓN DE LA LITERATURA

La comprensión de las matemáticas es determinante para desarrollar habilidades como el pensamiento lógico y la metacognición, además de que estas también permiten otros procesos (Peñalva, 2010); por un lado, el pensamiento lógico contribuye, de forma sustancial, a la resolución de diversos problemas planteados al ser humano en su adaptación (Blanco, 2013; Piaget, 1979), así como también guarda una estrecha relación con el lenguaje desde el punto de vista genético (Vigotsky, 1934), estructural (Deaño, 1999; Falguera & Martínez, 1999; Seiffert, 1973) y patológico (Goldstein, 1948); por su parte, la metacognición se refiere a los procesos de pensamiento y la habilidad para conocerlos y reflexionar sobre ellos, es decir, al aprendizaje

significativo (Alterio & Ruiz, 2010; Ausubel, Novak & Hanesian, 1983; Flavell, 1976).

La problemática en el área de las matemáticas se ha estudiado desde hace décadas, y se han considerado diferentes factores, como la ansiedad y actitud hacia las matemáticas (Martínez-Artero & Nortes, 2014; Sánchez, Segovia & Miñán, 2011), el bajo rendimiento (Cueli *et al.*, 2014; Carvajal, Mosquera & Artamónova, 2009; Moreira-Mora, 2009; Martínez, 2008; Barbero *et al.*, 2007) y la reprobación (Castañeda & Álvarez, 2004). Por ello, es necesario buscar nuevas alternativas para su enseñanza y, acorde con los tiempos actuales, integrar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para un mejor aprovechamiento.

En últimas fechas, se han estado implementando nuevos modelos de enseñanza con integración de las TIC, es decir, en los que, de una u otra manera, interviene la tecnología como apoyo para el docente y el estudiante. Algunos de estos son: *b-learning* o aprendizaje semipresencial, *e-learning* o aprendizaje virtual, *m-learning* o aprendizaje electrónico móvil, *u-learning* o aprendizaje ubicuo, *flipped classroom* o aula invertida.

A partir del modelo de *e-learning* se empiezan a desarrollar nuevas maneras de introducir las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje; esto se debe a que el *e-learning*, según Pascual (2003) y Bartolomé (2008), tuvo una crisis causada sobre todo por la inadecuación del modelo formativo y del seguimiento o acompañamiento del estudiante por medio de tutorías, el no tomar en cuenta el aspecto emocional y la equivocada interpretación de la consistencia del entorno en cuanto a la uniformización de los cursos, ya que es impartido en diferentes lugares donde varía el contexto cultural y socioeconómico de los alumnos (Islas, 2014); por esta razón, surge el *b-learning* para atender esas áreas de oportunidad.

Los nuevos modelos tienen mucho de este último, pues, según Bartolomé (2008), es un modo de aprender que combina la enseñanza presencial con el uso de la tecnología no presencial. En este sentido, Islas (2014) menciona que la modalidad semipresencial ofrece una combinación de recursos, tecnologías y medios tecnológicos de aprendizaje virtual y no virtual, presencial y a distancia, en diversas proporciones y situaciones.



Se aplicó el aula invertida en grupos de estudiantes con bajo rendimiento y se lograron resultados favorables, además de que se puede usar en cualquier materia

Las características de la modalidad semipresencial han dado pauta para que otros modelos se adecuen con estrategias específicas, como es el caso del aula invertida; en este modelo, los alumnos tienen material de estudio que se debe revisar previamente a la clase para que, durante el tiempo en el aula, se consolide el conocimiento por medio de actividades o ejercicios; lo anterior, en presencia del profesor para resolver dudas y guiar a los estudiantes en la resolución de dichos ejercicios.

Asimismo, esta definición apoya lo presentado por Bergmann y Sams (2012), a quienes se les reconoce como pioneros de esta metodología desde 2006; no obstante, se ha documentado que años atrás ya se experimentaba con este método (Lage *et al.*, 2000). Debido a los resultados obtenidos, el aula invertida se ha implementado en todo Estados Unidos y en otros países, incluido México.

Estados Unidos es el país del que hay más información al respecto, debido a que es donde existen más escuelas que han utilizado este método. En los casos encontrados se menciona que se aplicó el aula invertida en grupos de estudiantes con bajo rendimiento y se lograron resultados favorables, además de que se puede usar en cualquier materia. De la misma manera, hay diferentes publicaciones que evidencian lo que implica esta metodología y cómo la decisión de ponerla en práctica depende exclusivamente del docente o de la institución en cuestión. Además, diversos estudios describen la utilidad de aplicarla a

grupos especiales (Flumerfelt & Green, 2013) o a estudiantes de alguna materia (Gaughan, 2014).

En México se han encontrado sitios, foros y blogs dedicados a la discusión sobre este tema, además de la publicación de diferentes artículos que hacen difusión sobre los resultados de implementar aula invertida. El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y el Tecmilenio la utilizan desde 2013 de manera oficial como método de enseñanza en sus cursos (Santiago, 2013). Son varias las instituciones que han adoptado la estructura de este modelo sin llegar a definirlo como tal.

OBJETIVO GENERAL

Comprobar la efectividad del método de aula invertida como una estrategia tecnopedagógica para mejorar el rendimiento en la habilidad matemática en estudiantes aspirantes para ingresar al bachillerato.

HIPÓTESIS

Ho: La implementación de la estrategia tecnopedagógica de aula invertida en estudiantes que aspiran a ingresar a nivel medio superior inscritos en el curso propedéutico **no** contribuye a incrementar el rendimiento académico en la habilidad matemática de manera significativa.

H1: La implementación de la estrategia tecnopedagógica de aula invertida en estudiantes que aspiran a ingresar a nivel medio superior inscritos en el curso propedéutico **sí** contribuye a incrementar el rendimiento académico en la habilidad matemática de manera significativa.

METODOLOGÍA

Llevamos a cabo un estudio de tipo descriptivo con un enfoque cuantitativo y corte transeccional;

el diseño de la investigación fue cuasiexperimental con prueba-posprueba y grupos intactos. Con relación a los participantes, el estudio se llevó a cabo en un plantel perteneciente al sistema DGETI en el municipio de Cajeme, al sur del estado de Sonora, México. Optamos por un muestreo no probabilístico con el criterio por conveniencia; los estudiantes seleccionados fueron los egresados de secundaria y que estuvieran por ingresar a la EMS en el ciclo agosto 2016-enero 2017. Trabajamos con dos grupos: uno experimental, con 52 estudiantes: 26 (50%) mujeres y 26 (50%) hombres, con un promedio de 14.27 años; y otro de control, con 49 estudiantes: 26 (53%) mujeres y 23 (47%) hombres, con 14.76 años en promedio. Los dos instrumentos utilizados se elaboraron *ex profeso* y se aplicaron para medir la habilidad matemática, que se utilizó como pretest y postest, y la opinión sobre el sitio que contenía el material de estudio.

Como base para el diseño del método utilizado para la intervención, consideramos la propuesta de Kim *et al.* (2014), la cual se centra en la implementación de aula invertida (ver figura 1). En el caso de nuestra investigación, el temario y los ejercicios del curso son definidos por la Secretaría de Educación y Cultura, por lo cual solo

trabajamos con el diseño de una plataforma en línea para presentar el material de estudio considerando la propuesta antes mencionada.

Para la intervención y aplicación de instrumentos, consideramos el curso propedéutico de habilidad matemática impartido del 8 al 18 de agosto de 2016 a alumnos de nuevo ingreso al ciclo agosto 2016-enero 2017 de bachillerato. Por lo anterior, solicitamos el permiso ante las autoridades pertinentes y fue aceptado por el Centro de Estudios Tecnológicos Industriales y de Servicios número 69; le aseguramos la seriedad del estudio y la confidencialidad de la información obtenida.

Procedimiento de la intervención

Para llevar a cabo la intervención, trabajamos en el diseño de un sitio web por medio de una plataforma que permite compartir archivos y videos de manera gratuita. En la parte baja de la página, dimos a conocer el propósito de los cursos propedéuticos y qué es el aula invertida; además, proporcionamos ligas donde podían encontrar más información sobre esta metodología.

Una vez en la página del tema elegido, mostramos el material audiovisual o de lectura para su estudio; este apartado contenía todos los temas y

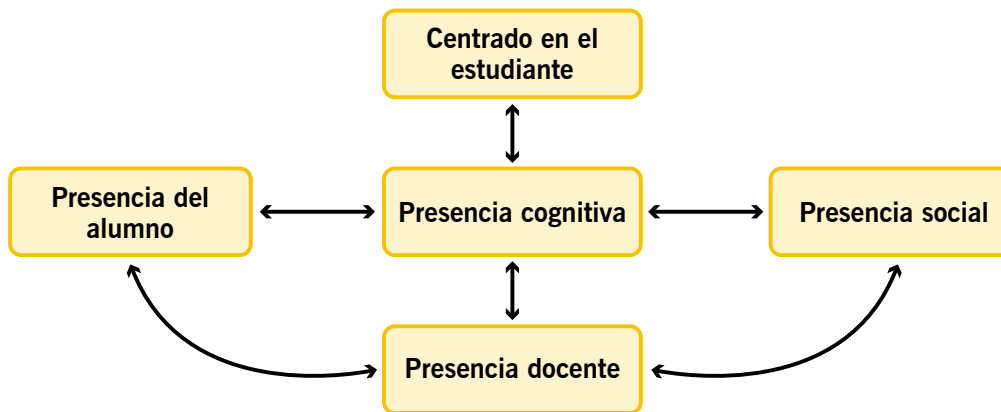


Figura 1. Elementos que contribuyen a un entorno de aprendizaje exitoso: presencia cognitiva, presencia social, presencia docente y presencia del alumno (traducción de la propuesta mostrada por Kim *et al.*, 2014.).

subtemas de cada módulo (ver tabla 1); cada subtema era un hipervínculo a los videos y ejercicios de repaso.

En el plantel se permitió el acceso a dos grupos, los cuales fueron designados por la persona encargada del Departamento de Tutorías y

Tabla 1. Temas y subtemas del curso propedéutico

TEMAS	SUBTEMAS
1. Sistemas numéricos	1.1 Clasificación de números reales
	1.1.1 Números naturales
	1.1.2 Números enteros
	1.1.3 Números racionales
	1.1.3.1 Racionales comunes
	1.1.3.2 Fracciones propias e impropias
	1.1.4 Números irracionales
	1.1.5 Números reales
	1.2 Recta numérica
	1.2.1 ¿Qué es una recta numérica?
	1.2.2 Localización de números reales en la recta numérica
	1.2.3 Relación de magnitud entre números reales
	2. Operaciones aritméticas básicas
2.1.1 Suma	
2.1.2 Restas	
2.1.3 Multiplicación	
2.1.4 División	
2.1.5 Jerarquía de las operaciones	
2.2 Números irracionales	
2.2.1 Números primos	
2.2.1.1 Criterios de divisibilidad	
2.2.1.2 Descomposición en factores primos	
2.2.1.3 Simplificación de fracciones	
2.2.1.4 Mínimo común múltiplo	
2.2.1.5 Máximo común divisor	
2.2.2 Operaciones con fracciones racionales	
2.2.2.1 Suma de fracciones racionales	
2.2.2.2 Resta de fracciones	
2.2.2.3 Operaciones mixtas de suma y resta con fracciones	
2.2.2.4 Multiplicación de números racionales	
2.2.2.5 División de números fraccionarios	
2.2.3 Operaciones con decimales	

TEMAS	SUBTEMAS
2. Operaciones aritméticas básicas	2.2.3.1 Suma de decimales
	2.2.3.2 Resta de decimales
	2.2.3.3 Multiplicación de decimales
	2.2.3.4 División de decimales
3. Potencias y raíces	3.1 Potencias
	3.1.1 Propiedades de las potencias
	3.2 Radicales
	3.2.1 Propiedades de los radicales
	3.2.2 Transformación de potencias fraccionarias a radicales y viceversa
	3.2.3 Simplificación de radicales
	3.2.4 Suma y resta con radicales

Fuente: elaboración propia.

Trabajo Social. Un grupo se tomó como experimental y el otro, como control. Primeramente, les explicamos a los alumnos que su participación en el estudio no afectaría su proceso de admisión y les garantizamos el anonimato de sus resultados. Antes de iniciar con la aplicación del instrumento pretest, pedimos autorización a los estudiantes para su participación por medio de una carta de consentimiento informado; una vez que los alumnos aceptaron, procedimos a aplicar el pretest en ambos grupos (experimental y control).

Al día siguiente, les dimos a conocer a los participantes la dirección URL del sitio donde podían consultar el material de estudio del curso. Mediante una visita al centro de cómputo del plantel, explicamos el procedimiento para acceder al sitio y la importancia de la revisión del material de estudio antes de las clases, pues durante el tiempo en el aula se resolverían dudas y ejercicios sobre los temas estudiados.

El resto de los días se trabajó en el aula con los ejercicios correspondientes a cada tema de acuerdo con el manual del curso provisto por la institución. Cada día antes de iniciar se hacía un repaso con preguntas a los estudiantes sobre los temas vistos. Al finalizar el curso, procedimos a aplicar la evaluación postest en los dos grupos participantes; también, pedimos a los estudiantes del grupo ex-

perimental que respondieran el instrumento de encuesta de opinión sobre el sitio creado para el curso.

En virtud de que la metodología de aula invertida implica actividades que han de llevarse a cabo antes, durante y fuera de la clase, fue necesario seleccionar los recursos tecnológicos que se utilizaron en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La aportación de esta metodología es el cambio en la realización de actividades que normalmente se hacen en clase; es decir, ahora el estudiante tiene el compromiso de estudiar el material proporcionado sobre los temas del curso con los que se trabajará en el aula.

Por lo anterior, fue importante dar a conocer la estrategia a los participantes y la forma de trabajo antes de empezar; buscamos la mejor manera de motivarlos, ya que su participación era muy valiosa para el éxito de la estrategia.

Finalmente, en lo relacionado con el procesamiento de datos, recurrimos al programa estadístico SPSS versión 21, en el cual se efectuaron análisis descriptivos y paramétricos y se aplicó la prueba t de Student.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez capturados los datos en el software mencionado, obtuvimos los resultados descriptivos

de la evaluación pretest con el instrumento de habilidad matemática del grupo experimental y de control (ver tabla 2). Observamos que no se aprecian diferencias entre los dos grupos debido a que las medias son muy similares, con menos de dos puntos de diferencia.

Después de aplicar el pretest sobre la evaluación de habilidad matemática en ambos grupos, advertimos que la media en la dimensión de sucesiones numéricas era más alta en el grupo experimental; lo mismo sucede con la dimensión

problemas de aplicación y álgebra. Las dimensiones de conjuntos, aritmética y álgebra tuvieron medias más altas en el grupo de control (ver tabla 3).

En la tabla 4, una vez realizada la evaluación postest sobre habilidad matemática, los resultados muestran una diferencia de tres puntos en el grupo de control.

Según la tabla 5, la dimensión en la que el grupo experimental alcanzó mayor puntaje es la de sucesiones numéricas, con una diferencia de medias

Tabla 2. Estadísticos descriptivos en el pretest de la evaluación de habilidad matemática de los grupos experimental y control

GRUPOS	PRETEST					
	N	M	SD	Mdn	Mín.	Máx.
Experimental	48	26.01	9.45	24.32	13.51	56.76
Control	43	27.90	10.32	27.02	8.11	54.05
Total	91	26.90	9.86	24.32	8.11	56.76

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos por dimensión en el pretest de la evaluación de habilidad matemática de los grupos experimental y control

DIMENSIÓN	GRUPO EXPERIMENTAL (N=48)					GRUPO CONTROL (N=43)				
	M	SD	Mdn	Mín.	Máx.	M	SD	Mdn	Mín.	Máx.
Sucesiones numéricas	39.06	19.23	50.00	0.0	75.00	36.62	29.04	25.00	0.0	100
Problemas de aplicación	28.47	15.35	33.33	0.0	66.67	25.58	14.85	22.22	0.0	55.56
Conjuntos	29.16	33.94	0.0	0.0	100	48.83	35.33	50.00	0.0	100
Aritmética	22.65	15.39	25.00	0.0	50.0	28.77	17.99	25.00	0.0	75.0
Geometría	24.70	16.33	21.42	0.0	57.14	30.23	17.93	25.00	0.0	75.0
Álgebra	19.64	17.83	14.28	0.0	85.71	17.05	16.85	16.66	0.0	66.67
Total	26.01	9.45	24.32	13.51	56.76	27.90	10.32	27.02	8.11	54.05

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos en el postest de la evaluación sobre habilidad matemática de los grupos experimental y control

GRUPOS	POSTEST					
	N	M	SD	Mdn	Mín.	Máx.
Experimental	48	25.45	7.84	24.32	10.81	51.35
Control	43	28.72	9.09	27.02	16.22	59.46
Total	91	26.99	8.57	27.02	10.81	59.46

Fuente: elaboración propia.

de cinco puntos, mientras que el grupo de control logró medias más altas en las demás dimensiones.

Para la revisión de la diferencia de medias, tanto en el pretest como en el postest utilizamos la prueba t de Student (ver tabla 6); no se registraron diferencias significativas dado que los valores resultantes de p fueron mayores de .05, a excepción de la dimensión conjuntos.

Una vez terminada la intervención, aplicamos el postest. Aun cuando se pueden apreciar diferencias en las medias, el valor resultante de p indica que no hubo diferencias significativas (ver tabla 7).

Finalmente, les solicitamos a los estudiantes participantes que contestaran una encuesta sobre el sitio web que utilizamos como plataforma para proporcionar el material de estudio. De manera general, observamos que los estudiantes se mostraron satisfechos con ella. Cabe señalar que también manifestaron que siguen necesitando la presencia del profesor para la explicación de los temas: solo 29% de los estudiantes respondieron que comprendieron los temas por medio de los videos presentados. Asimismo, el hecho de ver las lecciones en video despertó el interés en los temas (ver figura 2).

Tabla 5. Estadísticos descriptivos por dimensión en el postest de la evaluación de habilidad matemática de los grupos experimental y control

DIMENSIÓN	GRUPO EXPERIMENTAL (N=48)					GRUPO CONTROL (N=43)				
	M	SD	MDN	Mín.	Máx.	M	SD	MDN	Mín.	Máx.
Sucesiones numéricas	40.10	25.12	50.00	0.0	75.0	34.88	23.86	50.00	0.0	75.0
Problemas de aplicación	26.85	13.52	22.22	0.0	55.56	31.78	15.44	33.33	0.0	55.56
Conjuntos	21.87	32.46	0.0	0.0	100	31.39	34.54	50.00	0.0	100
Aritmética	23.43	12.53	25.00	0.0	50.0	25.87	14.53	25.00	0.0	62.50
Geometría	27.67	18.96	28.57	0.0	71.43	32.89	17.78	28.57	0.0	71.43
Álgebra	16.36	12.84	14.28	0.0	42.86	19.60	16.20	14.28	0.0	85.71
Total	25.45	7.84	24.32	10.81	51.35	28.72	9.09	27.02	16.22	59.46

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Comparación de las medias entre los grupos experimental y control en la evaluación pretest de habilidad matemática

DIMENSIÓN	GRUPO EXPERIMENTAL (N=48)			GRUPO CONTROL (N=43)			EXPERIMENTAL FRENTE A CONTROL	
	M	SD	MDN	M	SD	MDN	T	P
Sucesiones numéricas	39.06	19.23	50.00	36.62	29.04	25.00	.466	.643
Problemas de aplicación	28.47	15.35	33.33	25.58	14.85	22.22	.910	.365
Conjuntos	29.16	33.94	0.0	48.83	35.33	50.00	-2.707	.008
Aritmética	22.65	15.39	25.00	28.77	17.99	25.00	-1.749	.084
Geometría	24.70	16.33	21.42	30.23	17.93	25.00	-1.539	.127
Álgebra	19.64	17.83	14.28	17.05	16.85	16.66	.709	.480
Total	26.01	9.45	24.32	27.90	10.32	27.02	-.913	.364

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Comparación de las medias entre los grupos experimental y control en la evaluación posttest de habilidad matemática

DIMENSIÓN	GRUPO EXPERIMENTAL (N=48)			GRUPO CONTROL (N=43)			EXPERIMENTAL FRENTE A CONTROL	
	M	SD	MDN	M	SD	MDN	T	P
Sucesiones numéricas	40.10	25.12	50.00	34.88	23.86	50.00	1.013	.314
Problemas de aplicación	26.85	13.52	22.22	31.78	15.44	33.33	-1.624	.108
Conjuntos	21.87	32.46	0.0	31.39	34.54	50.00	-1.355	.179
Aritmética	23.43	12.53	25.00	25.87	14.53	25.00	-.858	.393
Geometría	27.67	18.96	28.57	32.89	17.78	28.57	-1.348	.181
Álgebra	16.36	12.84	14.28	19.60	16.20	14.28	-1.060	.292
Total	25.45	7.84	24.32	28.72	9.09	27.02	-1.843	.069

Fuente: elaboración propia.

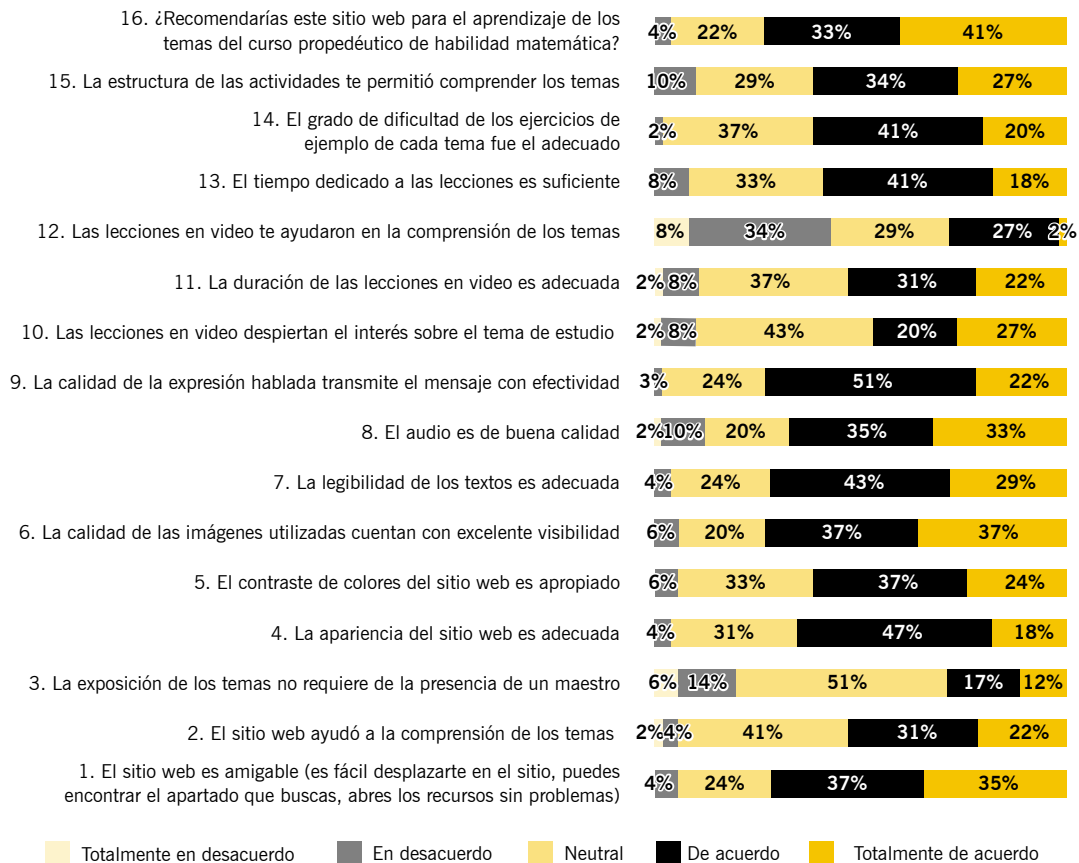


Figura 2. Resultados de la encuesta de opinión sobre el sitio web.

DISCUSIÓN

En relación con la habilidad matemática, los resultados en este estudio no mostraron diferencias significativas entre el grupo experimental y el de control, lo que revela que hay similitud con una investigación realizada en el Harvey Mudd College (Yong, Levy & Lape, 2015), cuyo propósito era examinar el impacto del aula invertida en un curso introductorio de ecuaciones diferenciales. Aquí se comparó a un grupo con esta metodología y a otro de lecturas interactivas; los resultados reflejaron que no hubo cambios significativos en los dos primeros años en variables como aprendizaje, ganancias metacognitivas o afectivas entre el grupo de control y el experimental.

En otro estudio de métodos mixtos (Strayer, 2012) se compararon los entornos de aprendizaje de una clase invertida de la asignatura Introducción a la estadística con otra que se imparte de modo tradicional en la misma universidad. Los resultados mostraron que los estudiantes del grupo experimental estaban menos satisfechos sobre cómo la estructura de la clase los orientó a las tareas de aprendizaje en el curso. Una de las limitaciones que expone Strayer (2012) es el hecho de tener el rol de maestro e investigador, así como también que los estudiantes no fueron asignados de manera aleatoria, como sucedió en la implementación del método de aula invertida en nuestro estudio.

Las aportaciones de Whillier y Lystad (2015) expresan que la naturaleza intensiva de un bloque de enseñanza, hablando de la duración, plantea problemas únicos para la entrega adecuada de contenido. Su estudio fue diseñado para comparar la entrega de una unidad de neuroanatomía de pregrado en un período escolar de ve-

rano corto, como una unidad tradicionalmente enseñada, en la que se utilizó aula invertida; el objetivo fue evaluar la efectividad de esta metodología en el aula de clases intensivas. Las evidencias empíricas demostraron que no hubo diferencias significativas entre las dos cohortes en las calificaciones finales ($p=.259$), el conocimiento autoevaluado ($p=.182$) o la satisfacción general con el curso ($p=.892$). Ante esta situación, concluyeron que en ese estudio el aula invertida no agregó valor a la experiencia; pudo deberse a que simplemente esta metodología no era apta para el modo de trabajo intensivo, aunque hay mucho que estudiar al respecto todavía.

Al tomar como referencia los resultados del estudio de Whillier y Lystad (2015), en comparación con los propios de nuestra investigación, las calificaciones tampoco tuvieron una mejora, pues las medias solo registraron una diferencia de tres puntos en la evaluación general; asimismo, tomando en cuenta el valor de p en cada una de las dimensiones evaluadas, sucesiones numéricas ($p=.314$), problemas de aplicación

Las aportaciones de Whillier y Lystad (2015) expresan que la naturaleza intensiva de un bloque de enseñanza, hablando de la duración, plantea problemas únicos para la entrega adecuada de contenido

En los resultados que obtuvimos antes y después de la intervención no encontramos diferencias significativas, lo cual puede deberse a varios factores: falta de motivación, carencia de equipo de cómputo o conexión a internet

($p=.108$), conjuntos ($p=.179$), aritmética ($p=.393$), geometría ($p=.181$) y álgebra ($p=.292$), como también en el resultado global ($p=.069$), no encontramos diferencias estadísticamente significativas.

En otro estudio se revisaron de manera sistemática 21 títulos y resúmenes (Betihavas *et al.*, 2016); los autores evaluaron críticamente la calidad de los estudios incluidos. En relación con esto último, en cinco estudios los temas identificados fueron: resultados de rendimiento académico y satisfacción del estudiante implementando el aula invertida; sin embargo, refieren que el uso de esta metodología en los programas de enfermería de educación superior produjo resultados académicos neutros o positivos y resultados mixtos de satisfacción; ni un solo estudio en esta revisión identificó la evaluación del proceso de implementación de la metodología de aula invertida.

CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio fue comprobar la efectividad del método de aula invertida como una estrategia tecnopedagógica para mejorar el rendimiento en la habili-

dad matemática en estudiantes aspirantes para ingresar al bachillerato. En los resultados que obtuvimos antes y después de la intervención no encontramos diferencias significativas, lo cual puede deberse a varios factores: falta de motivación, carencia de equipo de cómputo o conexión a internet, situación socioeconómica, poco conocimiento o habilidad en el manejo de las TIC, ansiedad, actitud y autoeficacia en matemáticas, complejidad de los contenidos, hábitos de estudio, deficiencias en competencias básicas, estrategias didácticas del docente o métodos tecnopedagógicos usados por los profesores, por mencionar algunos.

Con base en lo anterior, formulamos las siguientes recomendaciones:

- Replicar el método de aula invertida en otros niveles educativos para seguir documentando el campo de la educación mediada con tecnologías.
- Ampliar la muestra y que esta sea probabilística para poder generalizar los resultados en la población de la universidad en estudio.
- Comparar los resultados observados con otros similares de instituciones que han implementado en su currículo el método de aula invertida.
- Aprovechar las competencias tecnológicas de los estudiantes para desarrollar nuevas estrategias tecnopedagógicas en los centros educativos.
- Concientizar a los estudiantes sobre el funcionamiento del aula invertida, ya que, en su mayoría, los alumnos seguían esperando que el maestro explicara la clase en el aula.
- Entrenar al personal docente de instituciones de educación obligatoria para que usen métodos tecnopedagógicos novedosos en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *a*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alterio Ariola, Gianfranco Humberto & Ruiz Bolívar, Carlos. (2010). Mediación metacognitiva, estrategias de enseñanza y procesos de pensamiento del docente de Medicina. *Educación Médica Superior*, vol. 24, núm. 1, pp. 25-32. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412010000100004&lng=es&tng=es
- Aronson, Neil, Arfstrom, Kari & Tam, Kenneth. (2013). *Flipped learning in higher education*. Estados Unidos: Pearson. Recuperado de <http://www.flippedlearning.org/cms/lib07/NA01923112/Centricity/Domain/41/HigherEdWhitePaper%20FINAL.pdf>
- Asubel, David, Novak, Joseph & Hanesian, Helen. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (2ª ed.). Ciudad de México, México: Trillas.
- Barbero García, Ma. Isabel; Holgado Tello, Francisco Pablo; Vila, Enrique & Chacón Moscoso, Salvador. (2007). Actitudes, hábitos de estudio y rendimiento en matemáticas: diferencias por género. *Psicothema*, vol. 19, núm. 3, pp. 413-421. Recuperado de <http://www.psicothema.com/psicothema.asp?ID=3379>
- Bartolomé, Antonio. (2008). Entornos de aprendizaje mixto en educación superior. *RIED*, vol. 11, núm. 1, pp. 15-51. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.1.11.955>
- Bergmann, Jonathan & Sams, Aaron. (2012). *Flip your classroom. Reach every student in every class every day*. Estados Unidos: International Society for Technology in Education.
- Betihavas, Vasiliki; Bridgman, Heather; Kornhaber, Rachel & Cross, Meriyn. (2016). The evidence for “flipping out”: A systematic review of the flipped classroom in nursing education. *Nurse Educ Today*, vol. 38, pp. 15-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2015.12.010>
- Blanco Menéndez, Rafael. (2013). *El pensamiento lógico desde la perspectiva de las neurociencias cognitivas* (tesis doctoral). Universidad de Oviedo, España. Recuperado de <http://www.eikasias.es/documentos/rafaelblanco.pdf>
- Bretzmann, Jason. (2013). *Flipping 2.0: Practical strategies for flipping your class*. Estados Unidos: The Bretzmann Group.
- Bristol, Tim. (2014). Flipping the classroom. *Teaching and Learning in Nursing*, vol. 9, núm. 1, pp. 43-46. <https://doi.org/10.1016/j.teln.2013.11.002>
- Burns, Maxine. (2016). *Skills for work, skills for life. I Can talk 8* (2ª ed.). Inglaterra: I CAN. Recuperado de <http://www.ican.org.uk/~media/Ican2/Whats%20the%20Issue/Evidence/Skills-For-Work-2>
- Carvajal Olaya; Patricia, Mosquera Mosquera, Julio César & Artamónova, Irina. (2009). Modelos de predicción del rendimiento académico en Matemáticas I en la Universidad Tecnológica de Pereira. *Scientia et Technica*, vol. 3, núm. 43, pp. 258-263. <http://dx.doi.org/10.22517/23447214.2323>
- Castañeda González, Alejandro & Álvarez Tostado Uribe, María de Jesús. (2004). La reprobación en matemáticas. Dos experiencias. *Tiempo de Educar*, vol. 5, núm. 9, pp. 141-172. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/38920>
- Cueli, Marisol; González-Castro, Paloma; Álvarez, Luis; García, Trinidad & González-Pienda, Julio Antonio. (2014). Variables afectivo-motivacionales y rendimiento en matemáticas: un análisis bidireccional. *Revista Mexicana de Psicología*, vol. 31, núm. 2, pp. 153-163. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243033031007>
- Deaño, Alfredo. (1999). *Introducción a la lógica formal*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Falguera López, José Luis & Martínez Vidal, Concepción. (1999). *Lógica clásica de primer orden*. Madrid, España: Trotta.
- Fitzpatrick, Michael. (2012, junio). Classroom lectures go digital. *The New York Times*. Recuperado de <http://www.nytimes.com/2012/06/25/us/25iht-educside25.html>
- Flavell, John. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. En L. B. Resnick (ed.). *The nature of intelligence*. Hillsdale, Estados Unidos: Lawrence Erlbaum.
- Flumerfelt, Shannon & Green, Greg. (2013). Using lean in the flipped classroom for at risk students. *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 16, núm. 1, pp. 356-366.
- Fulton, Kathleen. (2013). Byron's flipped classrooms. *Education Digest*, vol. 79, núm. 1, pp. 22-26. Recuperado

- de <https://search.proquest.com/openview/49d7ee537168e132960671e4bef70582/1?pq-origsite=gscholar&cbl=25066>
- García-Barrera, A. (2013). El aula inversa: cambiando la respuesta a las necesidades de los estudiantes. *Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, núm. 19, pp. 1-8. Recuperado de <https://avances.adide.org/index.php/ase/article/view/118/115>
- Gaughan, Judy. (2014). The flipped classroom in world history. *History Teacher*, vol. 47, núm 2, pp. 221–244. Recuperado de http://www.societyforhistoryeducation.org/pdfs/F14_Gaughan.pdf
- Goldstein, Kurt. (1950). Transtornos del lenguaje. Las Afasias. (Trad. E. Sierra Ruiz). Barcelona, España: Científico-Médica.
- Islas Torres, Claudia. (2014). El b-learning: un acercamiento al estado del conocimiento en Iberoamérica, 2003-2013. *Apertura*, vol. 6, núm. 1, pp. 86-97. Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/500>
- Kim, Min Kiu; Kim, So Mi; Khera, Otto & Getman, Joan. (2014). The experience of three flipped classrooms in an urban university: An exploration of design principles. *Internet & Higher Education*, vol. 22, pp. 37-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheeduc.2014.04.003>
- Lage, Maureen; Platt, Glenn & Treglia, Michael. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, vol. 31, núm. 1, pp. 30-43. <http://dx.doi.org/10.1080/00220480009596759>
- Larsen, Judy. (2013). *Experiencing a flipped mathematics class*. Recuperado de <http://search.proquest.com/docview/1519670617?accountid=31361>
- Love, Betty; Hodge, Angie, Grandgenett, Neal & Swift, Andrew. (2014). Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, vol. 45, núm. 3, pp. 317-324. <http://dx.doi.org/10.1080/0020739X.2013.822582>
- Martínez-Artero, Rosa & Nortes, Andrés. (2014). ¿Tienen ansiedad hacia las matemáticas los futuros matemáticos? *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, vol. 18, núm. 2, pp. 13-170. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/567/56732350009.pdf>
- Martínez Padrón, Oswaldo. (2008). Actitudes hacia la matemática. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, vol. 9, núm. 1, pp. 237-256. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/410/41011135012.pdf>
- Moreira-Mora, Tania Elena. (2009). Relación entre factores individuales e institucionales con el rendimiento en matemática: un análisis multivariado. *Avances en Medición*, núm. 7, pp. 115-128. Recuperado de http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/3013/7051/8367/Relacin_Entre_Factores_Individuales_E_Institucionales_Con_El_Rendimiento_En_Matematica_-_Un_Analisis_Multivariado.pdf
- National Soft Skills Association. (2016). *Skills employers seek*. Recuperado de <http://www.nationalsoftskills.org/skills-employers-seek/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2016). Resultados de PISA 2015. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2012). *Informe PISA 2009: Lo que los estudiantes saben y pueden hacer: rendimiento de los estudiantes en lectura, matemáticas y ciencias*. España: OCDE. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264174900-es>
- Pascual, María Pau. (2003). El Blended learning reduce el ahorro de la formación on-line pero gana en calidad. *Educaweb*, núm. 69. <http://www.educaweb.com/esp/servicios/monografico/formacionvirtual/1181108.asp>
- Peñalva Rosales, Laura Patricia. (2010). Las matemáticas en el desarrollo de la metacognición. *Política y Cultura*, núm. 33, pp. 135-151. Recuperado de <http://clacso.m.redalyc.org/articulo.oa?id=26712504008>
- Piaget, Jean. (1979) *El mecanismo del desarrollo mental*. Madrid, España: Editora Nacional.
- Sánchez Mendías, Javier, Segovia Alex, Isidoro & Miñán Espigares, Antonio. (2011). Exploración de la ansiedad hacia las matemáticas en los futuros maestros de educación primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, vol. 15, núm. 3, pp. 297-312. Recuperado de <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev153COL6.pdf>
- Santiago, Daniel. (2013). Revoluciona el Tec modelo de enseñanza. *Reforma*. Recuperado de <https://reforma.vlex.com.mx/vid/revolucionatecmodeloenseanza-433616898>
- Secretaría de Educación Pública. (2014). *Resultado de prueba ENLACE Sonora 2014. Último grado de bachillerato*. Recuperado de http://www.enlace.sep.gob.mx/content/ms/docs/2014/historico/26_EMedia_2014.pdf
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Resultados históricos 2006-2013*. Recuperado de http://enlace.sep.gob.mx/content/gr/docs/2013/historico/26_EB_2013.pdf
- Seiffert, Helmut. (1977). *Introducción a la lógica*. (Trad. Diorki). Barcelona, España: Herder.

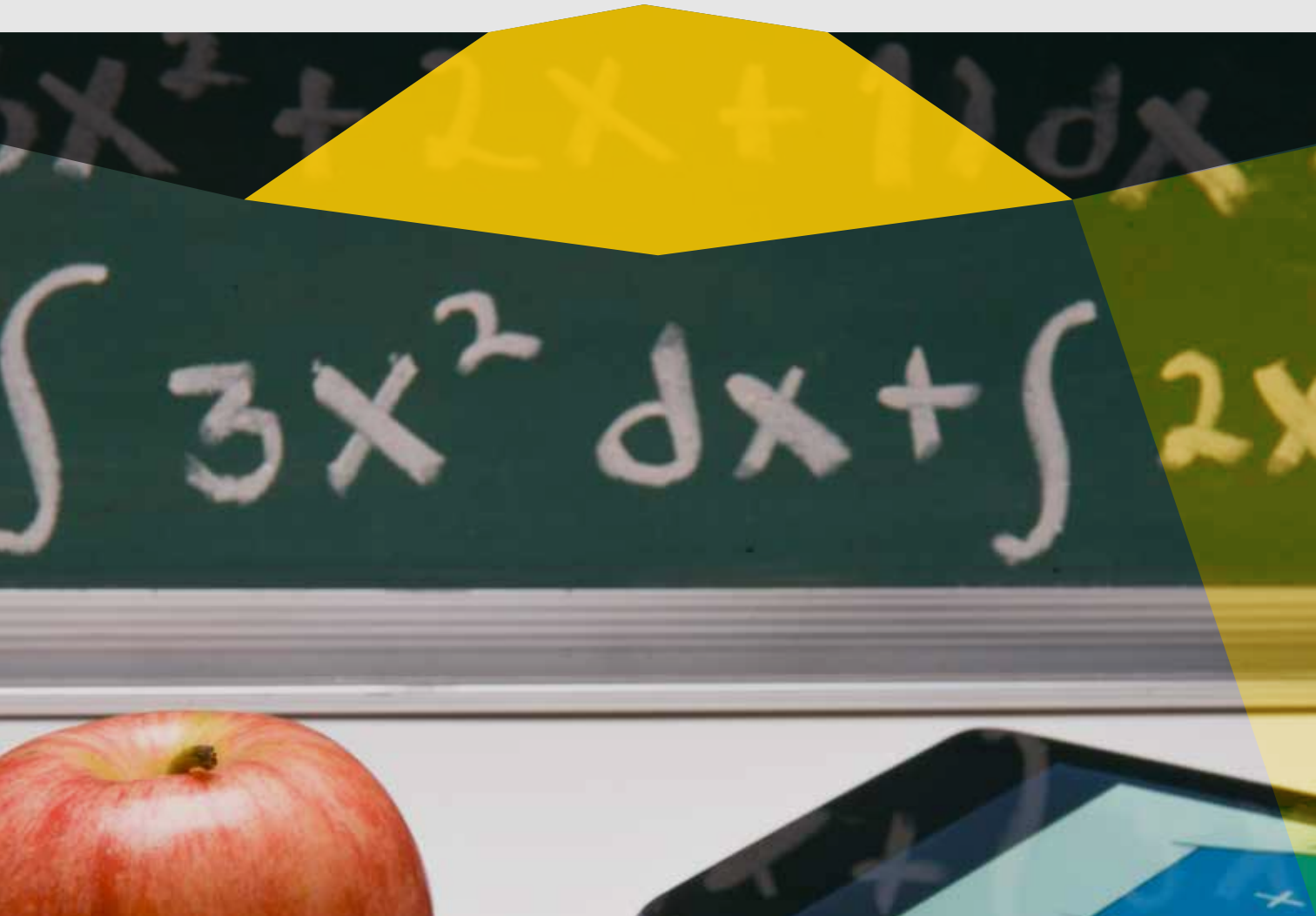
Strayer, Jeremy. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. *Learning Environ Res*, vol. 15, pp. 171-193. <http://dx.doi.org/10.1007/s10984-012-9108-4>

Vigotsky, Lev. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires, Argentina: Fausto.

Whillier, Stephney & Lystad, Reidar. (2015). No differences in grades or level of satisfaction in a flipped classroom for neuroanatomy.

Journal of Chiropractic Education, vol. 2, pp. 127-33. <http://dx.doi.org/10.7899/JCE-14-28>

Yong, Darryl, Levy, Rachel & Lape, Nancy. (2015). Why no difference? A controlled flipped classroom study for an introductory differential equations course. *PRIMUS*, vol. 25, núm. 9-10, pp. 907-921. <http://dx.doi.org/10.1080/10511970.2015.1031307>



“Este artículo es de acceso abierto. Los usuarios pueden leer, descargar, distribuir, imprimir y enlazar al texto completo, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente.”

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Madrid García, Elva Margarita; Angulo Armenta, Joel; Prieto Méndez, Manuel Emilio; Fernández Nistal, María Teresa & Olivares Carmona, Karen Michelle. (2018). Implementación de aula invertida en un curso propedéutico de habilidad matemática en bachillerato. *Apertura*, 10 (1), pp. 24-39. <http://dx.doi.org/10.18381/Ap.v10n1.1149>