

**Alcance de la implementación de las estrategias PLTL + PBL en
modalidad híbrida en el aprendizaje de conceptos de Álgebra Intermedia**

Ortiz Fernández, Jorge E ^{1a}; Collazo Rivera, Glenda ^{2b};
Méndez Torres, Loyda B. ^{3c} and Peraza González, Carmen D. ^{4d}

^{1, 2, 3, 4} Universidad Ana G. Méndez, Recinto Carolina

^a jortiz610@uagm.edu, ^b collazogl@uagm.edu,
^c lbmendez@uagm.edu, ^d ue_cperaza@uagm.edu

Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar el alcance de la implementación de las estrategias Peer Led Team Learning (PLTL) + Problem based Learning (PBL), en modalidad híbrida, en el aprendizaje de Radicales y Números Complejos en un curso de Álgebra. Además, se analizaron las interacciones sociocognitivas en tres dimensiones observadas mediante el uso de una bitácora: Estudiante - Estudiante, Estudiante - Peer Leader, Estudiante - Contenido. Se aplicó un diseño pre-experimental de alcance exploratorio -descriptivo. Se administró una pre y posprueba de 20 ítems a 19 estudiantes y se aplicó una rúbrica para medir la ejecución en las competencias de pensamiento crítico, razonamiento cuantitativo y científico. La intervención consistió en aplicar 4 actividades contextualizadas de PLTL+PBL. Los resultados reflejaron que un 66.67% de los estudiantes mostraron ganancias en su desempeño al comparar las puntuaciones de las pre y pospruebas. Además, al evaluar las competencias se reflejó el manejo del contenido en las situaciones contextualizadas. La combinación de las estrategias PLTL+PBL

Ortiz Fernández, Jorge E; Collazo Rivera, Glenda;
Méndez Torres, Loyda B., Peraza González, Carmen D.
Alcance de la implementación de las estrategias PLTL + PBL en
modalidad híbrida en el aprendizaje de conceptos de Álgebra Intermedia

en ambiente virtual o presencial promovió el aprendizaje activo auditado mediante el uso de una bitácora de interacciones sociocognitivas, lo cual hace recomendable este proceso.

Palabras clave: Aprendizaje activo, aprendizaje contextualizado, PLTL, PBL, interacción sociocognitivo

Abstract

The objective of this investigation was to determine student learning outcomes in an Algebra course after the combined implementation of Peer Led Team Learning (PLTL) and Problem based learning (PBL) strategies in a hybrid format. For this research, an exploratory-descriptive pre-experimental design was applied. The intervention consisted of the implementation of four PLTL+PBL activities that addressed Radicals and Complex Numbers in contextualized situations. To assess learning gains a pre- and post-test of 20 items was administered to 19 students and a rubric was developed to evaluate students' critical thinking, quantitative reasoning, and scientific reasoning competencies. In addition, sociocognitive interactions were analyzed in three dimensions (student-student, student-peer leader, student-content) using a logbook to record observations made during the activities. Results showed that 66.67% of the students had learning gains when comparing pre- and post-tests scores. Also, students demonstrated performance in the competencies when faced the content in contextualized situations. Meanwhile, the analysis of sociocognitive interactions validated that the combined implementation of PLTL+PBL in a hybrid format promoted active learning in students. Therefore, we recommend the application of these strategies in hybrid contexts.

Keywords: active learning, contextualized learning, PLTL, PBL, sociocognitive interactions

Introducción

La enseñanza STEM ayuda a darle sentido al contenido y a desarrollar habilidades para comprender los conceptos y situaciones del mundo real desde el enfoque del aprendizaje activo. Sin embargo, para la facultad su desarrollo ha tenido implicaciones por la naturaleza de las disciplinas, teniendo en cuenta que los contenidos son complejos y abstractos. Para esta investigación se diseñaron estrategias educativas que promueven el aprendizaje activo, tales como: *Peer-Led Team Learning* (PLTL) y *Problem Based Learning* (PBL), mediante las cuales, el estudiante aprende mientras desarrolla un concepto que tiene aplicación en la vida real.

Es importante reseñar que el proceso educativo STEM de la última década, ha sido impactado por una transición de la modalidad tradicional presencial a la virtual o la combinación de ambas. A tales efectos, la pandemia COVID 19 ha intensificado la redefinición de los paradigmas universitarios actuales como la enseñanza virtual. De hecho, la Universidad Ana G. Méndez (UAGM) ha implementado el desarrollo de la cátedra mediante un periodo de tiempo de manera presencial y otro periodo de tiempo a través de la tecnología, esta combinación de modalidades es lo que la institución asume como híbrido. Esta definición es cónsona con los planteamientos de Longoria (2005) que define una modalidad híbrida como:

un formato de enseñanza–aprendizaje en el cual la mitad del tiempo el curso o asignatura se desarrolla de manera tradicional (contacto cara a cara), en el *campus* y la otra mitad se lleva a cabo en línea. (p. 11–12).

Para efectos de esta investigación, la modalidad híbrida se desarrolló con una parte del grupo presencial y otra parte virtual simultáneamente. Por otra parte, es importante destacar que en el proceso educativo la colaboración entre los que aprenden constituye un puntal que no puede ser ignorado. Este se asocia con la interacción sociocognitiva que se establece entre los sujetos cuando se comprometen en la realización de una tarea colaborativa (Echevarría, 2015).

Ortiz Fernández, Jorge E; Collazo Rivera, Glenda;
Méndez Torres, Loyda B., Peraza González, Carmen D.
Alcance de la implementación de las estrategias PLTL + PBL en
modalidad híbrida en el aprendizaje de conceptos de Álgebra Intermedia

La interacción entre pares crea un ambiente apropiado para el desarrollo de diversos fenómenos que benefician los aprendizajes de los participantes involucrados (Castellaro, Peralta, Tuzinkievicz y Curcio, 2020, p. 106). Siguiendo de forma general los aspectos alineados con el proceso educativo STEM, es conveniente plantear la problemática que nos ocupa para esta investigación.

Planteamiento del problema

El proceso de enseñanza STEM ha incursionado en el avance de un aprendizaje activo con el propósito de despertar el interés del estudiante en sus disciplinas y retenerlos en las mismas. Los estudiantes que ingresan con grandes dificultades en áreas cuantitativas tienen problemas para realizar la transición de la Aritmética al Álgebra. De ahí la importancia de apoyarlos a desarrollar una mayor autorregulación de su proceso de aprendizaje mediante estrategias educativas que promuevan las competencias de pensamiento crítico, razonamiento cuantitativo y científico. A la luz de estos planteamientos surgen las siguientes preguntas de investigación.

Preguntas de investigación

- ¿Qué impacto tiene la implementación de las estrategias PLTL + PBL en modalidad híbrida en el aprendizaje de conceptos de Radicales y Números Complejos del curso de Álgebra Intermedia?
- ¿Cómo los estudiantes interactúan sociocognitivamente en las tres dimensiones observadas en la bitácora BISoc entre estudiante - estudiante, estudiante - *Peer Leader*, ¿estudiante - contenido de Álgebra Intermedia?

Los objetivos de este trabajo son:

- Determinar el alcance de la implementación de las estrategias PLTL + PBL en modalidad híbrida en el aprendizaje del tema de Radicales y Números Complejos, en un curso de Álgebra Intermedia.
- Analizar las diferentes interacciones sociocognitivas entre las tres dimensiones observadas mediante la bitácora BISoc, estas son: estudiante - estudiante, estudiante - *Peer Leader*, estudiante - contenido de Álgebra Intermedia.

Base teórica

Durante el último medio siglo se ha enfocado la enseñanza de las matemáticas desde la solución de problemas y el énfasis en los procesos (Li & Schoenfeld, 2019). A pesar de esto, aún se ve cómo los docentes enseñan las matemáticas de modo tradicional. Justamente, el Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (NCTM, 2014, por sus siglas en inglés) indica que la enseñanza de las matemáticas es compleja porque requiere de profesores que tengan una profunda comprensión del contenido matemático, y una visión clara de cómo los estudiantes aprenden tales contenidos. A continuación, se desglosa una breve descripción de tres maneras utilizadas en este estudio para facilitar los aprendizajes: aprendizaje activo, metacognición y interacción sociocognitiva.

El aprendizaje activo conduce a incrementos en el rendimiento del aprovechamiento de los estudiantes y reduce las tasas de fracaso en los cursos STEM. Por su parte, Cooper, Ashley & Brownell (2017) indican que muchos cursos introductorios STEM se han transformado en salas de clase centradas en el estudiante y enmarcados en este método de aprendizaje activo. Añaden Cooper et al. (2017), Houseknecht, Leontyev, Maloney, and Welder (2019) que existe literatura que demuestra que el aprendizaje activo es una forma más efectiva de enseñar.

La metacognición es la capacidad para dar a cada estudiante un sentido de control sobre el aprendizaje, lo cual transforma al receptor pasivo en aprendiente activo, generador de aprendizaje autónomo y significativo (Margery, 2021, p.19). En esta misma línea, Lee, Capraro, Capraro & Bicer (2018) traen al relieve que las destrezas metacognitivas son un método eficaz para desarrollar el razonamiento algebraico de los estudiantes. Estos planteamientos son cónsonos con un estudio realizado por Cifarelli, Goodson-Espy, & Chae (2010), donde concluyeron que los estudiantes necesitan apoyo para capacitarse en la autorregulación de su proceso de solución de problemas.

La interacción sociocognitiva es el producto que se establece entre los sujetos cuando se comprometen en la realización de una tarea colaborativa. Peralta (2012) indica que cuando dos o más personas emprenden una tarea conjuntamente, es habitual que existan diferentes situaciones que benefician o perjudican a los participantes. De hecho, Echevarría (2015) expresa que el proceso comunicativo adquiere carácter pedagógico cuando se estimula el desarrollo de la personalidad del estudiante en sus esferas cognitivas, afectivas y conductuales. Por otra parte, Roselli (2016) destaca el contraste en el intercambio sociocognitivo espontáneo suscitado en una situación presencial y el que tiene lugar por medio de medio tecnológico como un chat.

Competencias: (QR), (CT), (CE) y (SR).

Además de centrar la base teórica en las formas de enseñanza, también se trabajó en este estudio con las competencias de razonamiento cuantitativo (*QR*), pensamiento crítico (*CT*), comunicación efectiva (*CE*) y razonamiento científico (*SR*). Elrod (2014) define el *QR* como la aplicación de habilidades matemáticas básicas, como el álgebra, el análisis e interpretación de información cuantitativa del mundo real en el contexto de una disciplina o un problema

interdisciplinario para sacar conclusiones que sean relevantes para los estudiantes en su vida diaria.

Las competencias de *SR* y *CT* están sobre la base del razonamiento cuantitativo. En este contexto la Asociación de Colegios y Universidades Estadounidenses, AAC&U (2007, por sus siglas en inglés) afirma que las habilidades intelectuales y prácticas deben ser consideradas en la solución de problemas, en la creación de proyectos y en los estándares de desempeño progresivamente más desafiantes, a lo largo del currículo. Para esta investigación se asume la intersección de las competencias de *CT* y *SR* nos lleva a *QR* como se expone en la expresión $CT \cap SR = QR$. Ortiz, Collazo, Méndez y Peraza (2022) concuerdan que en el proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional, los estudiantes manejan mejor los procesos algorítmicos que el significado de los contenidos.

Estrategias PLTL y PBL integradas

Por último, se describe las estrategias PLTL y PBL integradas en este estudio. PLTL vuelve a promover una de las ideas del constructivismo más interesantes de Vygotsky, la zona de desarrollo próximo. Vygotsky (1978) lo definió como la distancia entre el nivel de desarrollo actual, determinado por la resolución de problemas independiente y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de problemas bajo la guía de un adulto o en colaboración con compañeros más capaces.

El Peer Leader (PL) es ese compañero capaz que indaga e interacciona de forma colaborativa con el grupo de estudiantes el desarrollo del concepto a través de la situación en contexto que se esté presentando. En el PBL, el estudiante aprende mientras lleva a cabo el desarrollo de un problema que tiene aplicación en la vida real. Para Peraza, Méndez, Torres, Ortiz, Echevarría, Collazo y Margery (2021), la esencia de la estrategia PBL consiste en utilizar

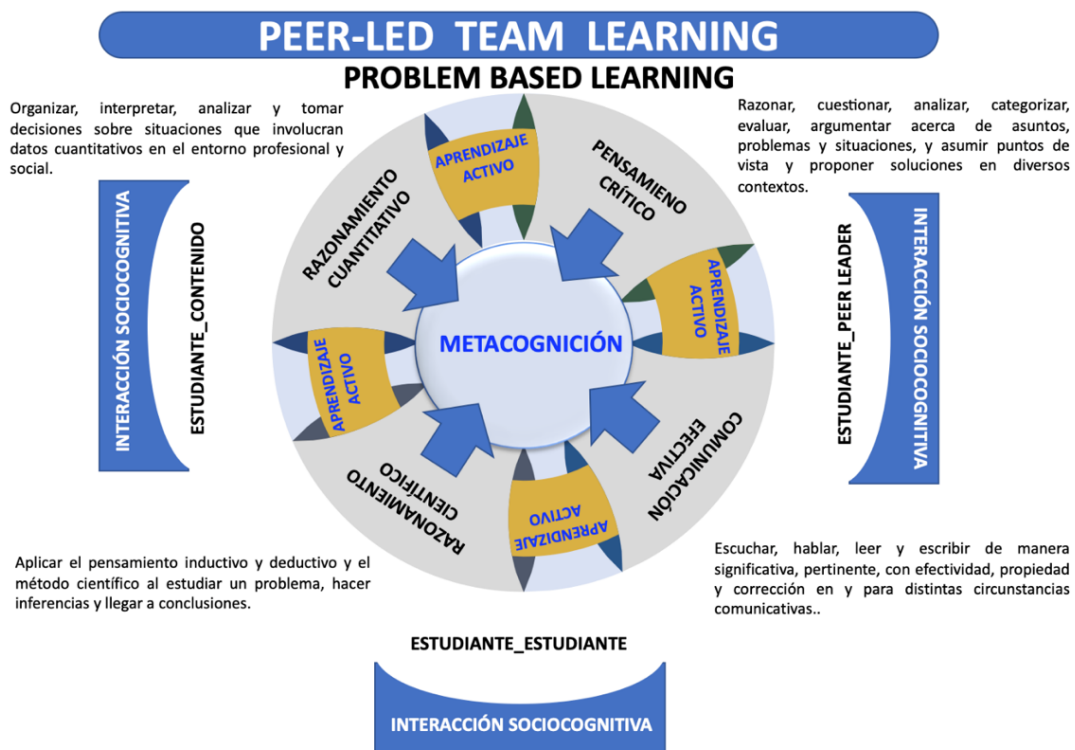
Ortiz Fernández, Jorge E; Collazo Rivera, Glenda;
 Méndez Torres, Loyda B., Peraza González, Carmen D.
 Alcance de la implementación de las estrategias PLTL + PBL en
 modalidad híbrida en el aprendizaje de conceptos de Álgebra Intermedia

situaciones-problemáticas contextualizadas, que permitan integrar los conocimientos nuevos a un andamiaje preexistente sentando las bases para el proceso del aprendizaje autodirigido. De igual forma, Ediansyah, Kurniawan, Salamah & Perdana (2019), señalan que la estrategia PBL es un modelo de aprendizaje mediante el cual se mejoraran las habilidades de *CT* de los estudiantes a partir de actividades que tienen como característica principal la resolución de problemas.

El Modelo de Integración entre PLTL+ PBL en Modalidad híbrida (virtual + Presencial) promueve el aprendizaje activo e incrementa el aprovechamiento en los cursos de matemáticas. A continuación, una breve descripción de los componentes del modelo.

Figura 1

Modelo de Integración entre PLTL+ PB



Fuente: Elaboración propia

Descripción de los componentes del modelo

En el primer componente se persigue el desarrollo de competencias como: pensamiento crítico, razonamientos cuantitativos y razonamiento científico (Ortiz et al., 2021). El segundo componente, propicia la interacción sociocognitiva. Echevarría (2015) expresa que el proceso comunicativo adquiere carácter pedagógico cuando se estimula el desarrollo de la personalidad del estudiante en sus esferas cognitivas, afectivas y conductuales. Mientras que en el tercero de los componentes se desarrollan habilidades que le permite al estudiante organizar su potencial de aprendizaje de manera que lo pueda adaptar a diferentes contextos (Bermeosolo, 2005, p. 213, según citado en Jaramillo 2012, Margery, 2022). La praxis mediante la modalidad híbrida, es el último de los componentes.

Metodología

En la investigación se aplicó un diseño preexperimental de tipo exploratorio-descriptivo. Un grupo con pre y posprueba, intervenido por la combinación de la estrategia PLTL + PBL y cuatro momentos de observación a la Interacción Sociocognitiva en cada actividad.

Muestra. Esta muestra fue no probabilística por criterio e intencional, estuvo constituida por un grupo de 19 estudiantes matriculados en el curso de Álgebra Intermedia, entre las edades de 18-21 años. Este procedimiento fue aprobado por *Institutional Review Board* de UAGM.

Instrumentos. Se aplicaron tres instrumentos: 1) una pre y posprueba de aprovechamiento con 20 ítems de alternativas múltiples, sobre los temas de operaciones y ecuaciones con radicales, y números complejos contestada en la plataforma Blackboard; 2) una bitácora BISoc como apoyo a las observaciones durante las intervenciones; y 3) una rúbrica para el análisis de las actividades bajo la estrategia PBL, llamada *Problem Based Learning Rubric* (PBL-R). Todos fueron contruidos o adaptados por la facultad de matemáticas.

Ortiz Fernández, Jorge E; Collazo Rivera, Glenda;
 Méndez Torres, Loyda B., Peraza González, Carmen D.
 Alcance de la implementación de las estrategias PLTL + PBL en
 modalidad híbrida en el aprendizaje de conceptos de Álgebra Intermedia

Procedimiento. El proceso consistió en dos partes: 1) aprendizaje de los temas usando la Plataforma *Educosoft*, en la primera parte del curso; 2) aprendizaje de los temas de radicales y números complejos mediado por cuatro sesiones, en las que se combinaron actividades de las estrategias PLTL y PBL, ambos en modalidad virtual usando la Plataforma Blackboard, en la segunda parte. El profesor del curso utilizó la bitácora de observación adaptada BISoc durante cada intervención. Es importante destacar que los estudiantes tenían la opción de tomar las sesiones en modalidad virtual o presencial y/o combinadas. Todas las actividades se desarrollaron durante el horario del curso y del laboratorio. La descripción del procedimiento se resume en la Tabla 1

Tabla 1

Procedimiento para desarrollar la investigación

Preprueba diagnóstica del tema de radicales y números complejos	Posprueba diagnóstica del tema de radicales y números complejos	
AUDITORIA SOBRE EL DESEMPEÑO COGNITIVO	Primera experiencia PLTL₁ + PBL₁	PBL-Rubric
	Momentos de observación BISoc	
	Segunda experiencia PLTL₂ + PBL₂	PBL-Rubric
	Momentos de observación BISoc	
	Tercera experiencia PLTL₃ + PBL₃	PBL-Rubric
	Momentos de observación BISoc	
	Cuarta experiencia PLTL₄ + PBL₄	PBL-Rubric
	Momentos de observación BISoc	

Resultados

Participantes

La muestra que tomó el curso de Álgebra Intermedia fue de 19 estudiantes entre las edades de 18 y 21 años, siendo el 63% féminas, 37% varones. Estaban matriculados en los

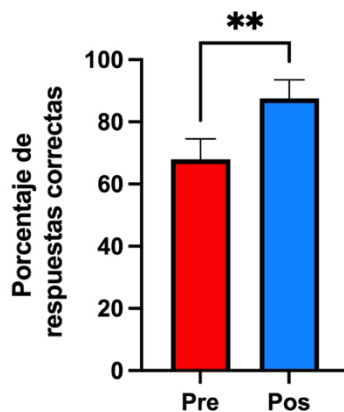
programas de grado asociado en Tecnología en Ingeniería Electrónica o en bachillerato de Biología, Biotecnología y Microbiología.

Efectividad de la intervención

Se utilizó estadística descriptiva para resumir los datos de las intervenciones y la inferencia para comparar la efectividad en estas. Para determinar si hubo diferencias entre las puntuaciones de la pre- y posprueba se realizó una prueba t de Student para grupos pareados. El promedio de las ejecutorias por parte de los estudiantes en la preprueba es menor al 70%. Mientras que las ejecutorias por parte de los estudiantes en la posprueba son mayores del 70%, con un promedio de 87.5% (Figura 2). Estos resultados demuestran una efectividad a favor de la combinación de las estrategias PBL y PLTL en el proceso de aprendizaje.

Figura 2

Rendimiento promedio porcentual en las pre- y posprueba



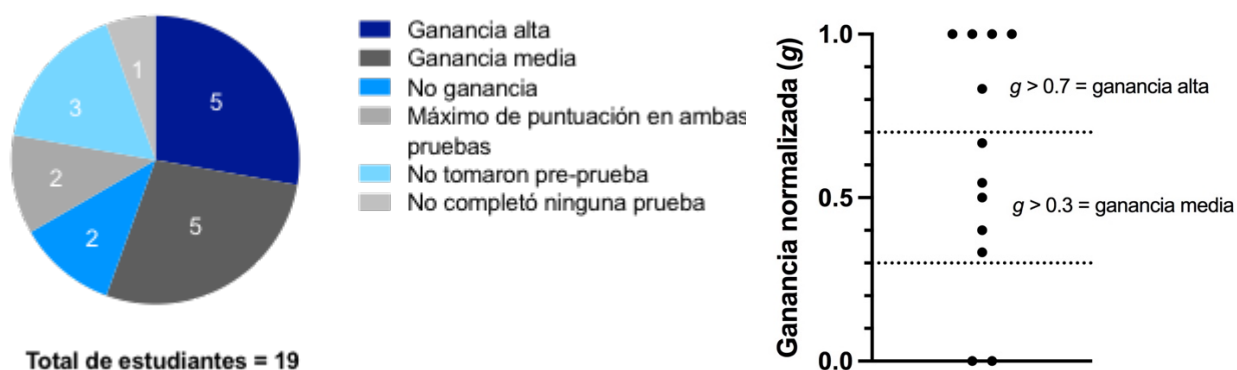
Nota. Las barras en la figura representan la media y el error estándar de la media. $**p = 0.0051$

Para determinar la efectividad de la intervención se calculó la ganancia cruda ($D_{post-pre}$) y normalizada (g) para cada participante y el promedio de la ganancia normalizada ($\langle g \rangle$) según definida por Hake (1998) teniendo en cuenta las recomendaciones de Max y Cummings (2007). Según Hake (1998), si la ganancia normalizada tiene un valor >0.7 representa una ganancia alta

en el aprendizaje, entre 0.3 a 0.7 es una ganancia media y valores <0.3 se consideran como ganancias mínimas. Para este trabajo de investigación los resultados (Figura 3) muestran que un 33.33% de los estudiantes alcanzaron una ganancia alta. De igual forma, un 33.33% de los estudiantes que tomaron las pruebas obtuvieron una ganancia media. Un 26.67% no obtuvieron ganancias en el desempeño de las pruebas. Dicho de otro modo, un 66.67% de los estudiantes muestran un desempeño en las pre y post mayor que 0.3.

Figura 3

Efectividad de la intervención



Nota. El panel izquierdo muestra la distribución de estudiantes por categoría. En el panel derecho los puntos representan la ganancia normalizada de cada estudiante, según definida por Hake. Siguiendo la recomendación de Marx y Cummings (2007), se omitió en el análisis a dos estudiantes que obtuvieron el máximo de puntuación en ambas pruebas y a cuatro estudiantes que no completaron las pruebas de aprovechamiento.

Desempeño en las competencias aplicadas

Mediante la rúbrica PBL-R se interpretaron las ejecutorias en las actividades de PBL por parte de los estudiantes según las competencias aplicadas $CT \cap SR = QR$. Se puede apreciar según la rúbrica (Tabla 2) que, en las actividades de introducción a los radicales,

ecuaciones con radicales y números complejos, hay un mayor desempeño en la manera de aplicar el conocimiento de las matemáticas y tomar decisiones sobre las situaciones contextualizadas. El porcentaje de estudiantes que cumplieron con los criterios de la competencia QR para la actividad de Introducción a los Radicales fluctuaron entre un 60% a un 75%. En el caso de Operaciones con Radicales hay un cumplimiento hasta un 93.75%. Mientras que en Ecuaciones y en Números Complejos el porcentaje de desempeño alcanzó hasta un 100% en algunos ítems.

Ortiz Fernández, Jorge E; Collazo Rivera, Glenda;
 Méndez Torres, Loyda B., Peraza González, Carmen D.
 Alcance de la implementación de las estrategias PLTL + PBL en
 modalidad híbrida en el aprendizaje de conceptos de Álgebra Intermedia

Tabla 2

Problem Based Learning Rubric

PROBLEM BASED LEARNING RUBRIC

COMPETENCIAS	PREGUNTAS	ACTIVIDADES							
		INTRODUCCION RADICALES CONTESTACIONES: 19		OPERACIONES RADICALES CONTESTACIONES: 16		ECUACIONES RADICALES CONTESTACIONES: 16		NUMEROS COMPLEJOS CONTESTACIONES:6	
		CUMPLE %	NO CUMPLE	CUMPLE %	NO CUMPLE	CUMPLE %	NO CUMPLE	CUMPLE %	NO CUMPLE
PENSAMIENTO CRITICO Argumentar acerca de asuntos, problemas y situaciones, y asumir puntos de vista y proponer soluciones en diversos contextos.	1			50%	50%				
	2					31.25%	68.75%		
	3					100 %	0 %		
	4	60%	40%	12.5%	87.5%			83%	17 %
	5					81.25%	18.75%		
OBSERVACIONES									
RAZONAMIENTO CUANTITATIVO Capacidad para aplicar el conocimiento de las matemáticas y tomar decisiones sobre situaciones	1	75%	25%	50%	50%	43.75%	52.25%	33%	67%
	2	60%	40%	6.25%	93.4%	31.25%	68.75%	83%	17 %
	3	60%	40%	93.75 %	6.25%	100 %	0 %	33%	67%
	4	60%	40%	12.5%	87.5%	37.5%	62.5%	83%	17 %
	5	65%	35%	31.5%	60.9%	81.25%	18.75%	100 %	0 %
OBSERVACIONES									
RAZONAMIENTO CIENTIFICO Aplicar el pensamiento inductivo y deductivo al estudiar un problema para analizar datos, reconocer patrones o tendencias, hacer inferencias y llegar a conclusiones	1			50%	50%	43.75%	52.25%	33%	67%
	2	60%	40%			31.25%	68.75%		
	3					100 %	0 %	33%	67%
	4					37.5%	62.5%		
	5							100 %	0 %
OBSERVACIONES									

Interacciones sociocognitivas

Además, se realizó el análisis de las observaciones para resumir los hallazgos sobre la bitácora BISoc. En este caso, las observaciones registradas en la bitácora durante las cuatro sesiones de PLTL apoyan las propias reacciones del PL y los estudiantes en tres dimensiones de interacción sociocognitiva, estas son: entre Estudiante-Estudiante, entre Estudiante- Peer Lead (PL), entre Estudiante-Contenido.

Los estudiantes en modo presencial mostraban gestos y diálogos entre ellos mientras se discutían los contenidos. Este hecho fue más notorio en los temas de introducción a los radicales y números complejos. El PL se aseguraba que todos los estudiantes estuvieran entendiendo cada concepto a través de las actividades trabajadas. Su frase para destacar era “¿alguien tiene dudas?”, “¿los que están presentes, entendieron?”, “¿los que están en línea, entendieron?”, a lo que los estudiantes, ya sea en línea o presencial, contestaban todos afirmativamente que “sí”. De esta manera el PL tenía control sobre la forma en cómo se estaba transmitiendo el contenido y cómo se estaba recibiendo. Este proceso de interacción no solo favorecía a la aprehensión dinámica del contenido, también ayudaba al PL a regular los ritmos de desarrollo de los conceptos. En la tercera dimensión se puede notar que hubo una interacción continua durante el desarrollo del contenido, hecho que se corrobora mediante las prácticas desarrolladas para dar solución a las situaciones. Particularmente, se observó una aprehensión del contenido a partir de las manifestaciones que el estudiante hacía con respecto a sus ejecutorias.

Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación son cónsonos con la literatura revisada con respecto a los procesos de enseñanza aprendizaje de la disciplina de matemáticas y con la modalidad híbrida. Lo más importante dentro de la educación híbrida es establecer contextos

que respondan a las necesidades de cada educando, sin dejar el rigor de los contenidos y mejorando los procesos de metacognición en los estudiantes. Para propósitos del análisis sobre el desempeño de los estudiantes en las competencias, esta investigación diseñó y validó un instrumento, *Problem Based Learning-Rubric* (PBL-R, Tabla 2), el cual recoge las ejecutorias de los estudiantes en las competencias *QR*, *CT*, y *SR*, en actividades contextualizadas PBL.

Es importante notar que, para la actividad de operaciones con radicales, la ejecución de su contenido dentro del grupo tiene porcentajes de 50-50 (QR – Pregunta 1, Tabla 2), en desarrollos inductivos y deductivos, análisis y problematización de situaciones, y en asumir y proponer soluciones.

Para que un espacio social se convierta en uno saludable depende del grado en que las personas interactúan unos con otros (Kreijns et al., 2013). Siguiendo esta línea de pensamiento, la interacción sociocognitiva surge cuando los sujetos dentro del espacio social se comprometen en la realización de una tarea colaborativa (Echevarría, 2021). De esta manera, las observaciones registradas mediante la modalidad híbrida, a través de la Rúbrica BISoc, destacan la comunicación constante entre pares y el PL.

Auditoría sobre el desempeño cognitivo

Cuando nos referimos al proceso de auditoría utilizado en esta investigación, nos acercamos a lo que se entiende como una triangulación en la metodología cualitativa. Dicha triangulación ayuda a visualizar y definir los aspectos cognitivos que de otra forma pudieron ser omitidos durante el proceso de aplicación (Mertens, 2020). En esta misma línea, una “auditoría de estrategias”, según Meriam, (1988); Miles y Huberman, (1984), es un camino que permite reconocer las decisiones tomadas a lo largo del proceso de investigación y validadas dentro de su

naturaleza y opción adecuada. El auditor de la indagación examina tanto los procedimientos como los productos intermedios y finales y se da testimonio de que la investigación está apoyada por los datos y su coherencia interna como línea de base para ser aceptada (Lincoln y Guba, 1985).

Para esta investigación se analizaron las herramientas cuantitativas y cualitativas de recolección de datos, que en nuestro caso son: Pruebas de aprovechamiento, Rúbricas analíticas y Bitácoras. Las pruebas nos cuantificaron el desempeño de los estudiantes con el contenido, la rúbrica reflejó el nivel en que se encontraban en la competencia de *QR*, *CT* y *SR*, y la bitácora recopiló datos sobre la interacción sociocognitiva durante el proceso de aprendizaje. La figura 5 ilustra este proceso de auditoría.

Figura 5

Auditoria sobre el desempeño cognitivo (ADC)



Fuente: Elaboración propia

Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones de estos resultados basadas en el primer objetivo son las siguientes:

- El desempeño del grupo en las pruebas pre y post mostró un 33.33 % de ganancia alta en el aprendizaje según el estadístico a partir de la normalización de los datos, mientras que un 33.33% del grupo obtuvieron una ganancia media y un 26.67% no obtuvieron ganancias. Es decir, un 66.67% de los estudiantes mostraron ganancias en su aprovechamiento.
- Un 50% del grupo al ser expuesto sobre situaciones que tenían como base desarrollar argumentos, reconocer falacias, establecer ejemplos, contraejemplos, validar y conjeturar mostró el uso de procesos deductivos e inductivos, análisis y problematización de situaciones para llegar a las soluciones de las situaciones contextualizadas.

En referencia al objetivo dos, las conclusiones son:

- El grupo que estaba en modalidad presencial, según la percepción del observador externo, mostraron gestos y diálogos entre ellos mientras se discutían los contenidos. Con una mayor interacción en los temas de introducción a los radicales y números complejos. Mientras, el grupo que estaba en línea, según la percepción del observador externo, interactuaba con el PL, mostrando interés en la aplicación del contenido y en su aprendizaje.

A la luz de estos resultados se recomienda el uso de estrategias combinadas para el desarrollo de las competencias STEM. Esta combinación matiza el proceso de aprendizaje atendiendo los estilos particulares que afloran durante la interacción sociocognitiva. Además, es

importante que se audite el proceso de enseñanza-aprendizaje en el ambiente virtual o presencial para garantizar la metacognición de la comunidad estudiantil STEM.

Reconocimiento

Este estudio fue auspiciado por el US Department of Education Title III HSI-STEM and Articulation Program (PR/AWARD NUMBER P031C160222).

Referencias

- Bermeosolo, J. (2005). *Cómo aprenden los seres humanos. Mecanismos psicológicos del aprendizaje*. Universidad Católica de Chile.
- Castellaro, M., Peralta, N. S., & Curcio, J. M. (2019). Estudio secuencial de la interacción sociocognitiva durante la resolución de problemas lógicos. *CES Psicología, 13*(1), 1–17. <https://doi.org/10.21615/cesp.13.1.1>
- Cifarelli, V., Goodson-Espy, T., & Chae, J. L. (2010). Associations of Students' Beliefs with Self-Regulated Problem Solving in College Algebra. *Journal of Advanced Academics, 21*(2), 204–232.
- Cooper, K. M., Ashley, M. & Brownell, S. (2017). A Bridge to Active Learning: A Summer Bridge Program Helps Students Maximize Their Active-Learning Experiences and the Active-Learning Experiences of Others. *CBE-Life Sciences Education, 16*(1). <https://doi.org/10.1187/cbe.16-05-0161>
- Association of American Colleges & Universities. (2009). Critical Thinking *VALUE Rubric*. <https://www.aacu.org/initiatives/value-initiative/value-rubrics/value-rubrics-critical-thinking>
- Echevarría, C. (2015). Estilos de Comunicación en la Interacción Sociocognitiva de Estudiantes y de Profesores de Primer Año en un Curso de Inglés de Nivel Universitario y su

Ortiz Fernández, Jorge E; Collazo Rivera, Glenda;
Méndez Torres, Loyda B., Peraza González, Carmen D.
Alcance de la implementación de las estrategias PLTL + PBL en
modalidad híbrida en el aprendizaje de conceptos de Álgebra Intermedia

Relación con el Proceso de Aprendizaje : Un Estudio Exploratorio de Métodos
Combinados.

Echevarría, C. (2021). *Un recorrido sobre los estilos de comunicación en la interacción sociocognitiva del idioma inglés: Entornos y perfiles educocomunicativos del aprendiz en el siglo XXI*. Ediciones Puertorriqueñas.

Ediansyah, Kurniawan, D.A., Salamah and Perdana, R. (2019). Investigation of Problem Based Learning: process of understanding the concepts and independence learning on research statistics subject. *Humanities & Social Sciences Reviews*. 7, 5 (Sep. 2019), 01-11. DOI: <https://doi.org/10.18510/hssr.2019.7159>.

Elrod, S. (2014). Quantitative Reasoning: The Next "Across the Curriculum" Movement. *Peer Review*, 16(3), 4-8.

Hake, R.R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *Am. J. Phys.*, 66(1), 64-74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>

Houseknecht, J.B., Leontyev, A., Maloney, V.M. & Welder, C.O. (2019). Introduction to Active Learning in Organic Chemistry and Essential Terms. *American Chemical Society*, 1336, 1-17. DOI: 10.1021/bk-2019-1336.ch001.

Jaramillo, S. & Osses, O. (2012). Validación de un Instrumento sobre Metacognición para Estudiantes de Segundo Ciclo de Educación General Básica. *Estudios Pedagógicos*, 37(2), 117-131. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/estped/v38n2/art08.pdf>

Kreijns, K., Kirschner, P. y Vermeulen, M. (2013) Social Aspects of CSCL Environments: A Research Framework, *Educational Psychologist*, 48(4), 229-242

- Lee, Y., Capraro, M. M., Capraro, R. M., & Bicer, A. (2018). A Meta-Analysis: Improvement of Students' Algebraic Reasoning through Metacognitive Training. *International Education Studies, 11*(10), 42–49. <https://doi.org/10.5539/ies.v11n10p42>
- Li, Y. & Schoenfeld, A. H. (2019). Problematizing teaching and learning mathematics as “given” in STEM education. *International Journal of STEM Education, 6*(44). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0197-9>
- Lincoln, Y. & Guba, E. (1985). *Naturalistic Inquiry*. SAGE.
- Longoria, J. F. (2005). *La Educación en línea: El uso de la tecnología de informática y comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje*. Universidad Autónoma del Carmen. <https://docplayer.es/20319307-La-educacion-en-linea-el-uso-de-la-tecnologia-de-informatica-y-comunicacion-en-el-proceso-de-ensenanza-aprendizaje-j-f-longoria.html>
- Margery (2022). Gestión Interdisciplinaria de la Estrategia PLTL: Fundamentos para la práctica del aprendizaje colaborativo liderado por pares (Peer Lead Team Learning) en contextos presenciales y remotos. HSI-STEM UAGM.
- Marx, J., & Cummings, K. (2007). Normalized Change. *Am. J. Phys., 75*(1), 87-91. <https://doi.org/10.1119/1.2372468>
- Merriam, S.B. (1988). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. Jossey-Bass Publishers.
- Mertens, D. M. (2020). *Research and Evaluation in Education and Psychology*. SAGE.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1984). *Qualitative data analysis*. SAGE.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All*.

Ortiz Fernández, Jorge E; Collazo Rivera, Glenda;
Méndez Torres, Loyda B., Peraza González, Carmen D.
Alcance de la implementación de las estrategias PLTL + PBL en
modalidad híbrida en el aprendizaje de conceptos de Álgebra Intermedia

Ortiz, J. E. (2021). Investigación en Acción STEM entre Ámbitos Exploratorios, Pensamiento Crítico y PBL en Bioestadística: Estado de Situación. *Ámbito de encuentros*, 14(1), 39-71.
https://documento.uagm.edu/carolina/revistas/ambito/ambito_encuentros_14_1.pdf

Ortiz, J., Collazo, G., Méndez, L. & Peraza, C. (2022). Efecto de la estrategia PLTL en modalidad remoto en el aprovechamiento de álgebra intermedia en universitarios mediado por un módulo de radicales y números complejos. *Scientific International Journal*, 19(1), 5-21.
<http://www.nperci.org/J.%20Ortiz%20et%20al.Efecto%20de%20la%20estrategia%20PLTL-V19N1.pdf>

Peraza, C. D., Méndez, L. B., Margery, E., Collazo, G., Rivera, M. E., Echevarría, C., Torres, J. & Ortiz, J. (2021). *Perspectivas de la Educación STEM: Un abordaje desde la investigación en acción, la metacognición, la visión ética, los métodos de enseñanza y la evaluación*. Publicaciones Puertorriqueñas.

Roselli, N. D. (2009). *La interacción sociocognitiva experto-aprendiz en situación instruccional presencial y mediada tipo chat*. National Scientific and Technical Research Council and Catholic University of Argentine.

Universidad Ana G. Méndez. (2018). Desarrollo profesional en competencias para la educación universitaria.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.