

# Integrando la metacognición y la ejercitación en el aprendizaje en STEM: Un taller interdisciplinario para estudiantes en riesgo académico cursando Álgebra Lineal.

*Línea Temática: 3: Prácticas curriculares para la reducción del abandono.*

Ximena Lopez Campos XLOPEZ@UDD.CL Chile UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO

Mathias Mendoza Tapia mmendozat@udd.cl Chile UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO

## *Resumen*

La estadística internacional confirma que las carreras de ingeniería tienen dificultades en la progresión de sus estudiantes, sobre todo en el ciclo de bachillerato y ciencias básicas (Díaz, 2009). Las cifras de deserción en las carreras de ingeniería, tanto nacionales como internacionales indican que entre el 40 al 50% de los estudiantes no logran culminar sus estudios (Centro Microdatos, 2008; Matthews, 2016). Las diferencias en cuanto a conocimientos de entrada, así como un aprendizaje basado en la memorización o mecanización de contenidos, invitan a plantear nuevas estrategias de enseñanza que faciliten el aprendizaje, cambiando el enfoque desde la práctica masiva hacia el reforzamiento de la comprensión y reflexión de los propios procesos de aprendizaje y de los contenidos estudiados (Capote, Rizo y Bravo, 2015; Costa y Vacchino, 2007; Paz, 2009).

A raíz de lo anterior, el Centro de Apoyo al Desempeño Académico (CADA) de la Universidad del Desarrollo (UDD) sede Concepción, en conjunto con la Facultad de Ingeniería, desarrollaron una intervención paralela a la cátedra de Álgebra Lineal y a las sesiones prácticas de dicha asignatura, con el objetivo de promover los procesos reflexivos y metacognitivos en la asignatura.

La elección de esta asignatura en particular, se debe a que históricamente ha tenido una alta tasa de reprobación. Por ejemplo, en 2018-1 y 2018-2, alcanzó un 41,9% y un 57,3% de reprobación respectivamente.

A este taller se invitó a los 37 estudiantes que cursaron la asignatura en 2019-1. De éstos, un 94,6% eran estudiantes repitentes de la asignatura. Del total de convocados, asistieron 30 estudiantes (29 hombres y 1 mujer).

El programa consistió en 8 sesiones de taller práctico, realizados por una Psicóloga Educacional del CADA en conjunto con el ayudante corrector de la asignatura. Los 30 estudiantes fueron agrupados en dos secciones de 15 estudiantes cada uno. Cada sesión tuvo una duración de 80 minutos. Un 88% de los estudiantes asistió a todas las sesiones planificadas, las cuales se llevaron a cabo desde la segunda semana de Marzo a la última semana de Junio. El término de la intervención concluyó con la realización de un focus group y una evaluación

cualitativa, así como también se analizaron los datos de calificaciones finales en la asignatura.

Para favorecer la adherencia a la intervención, los estudiantes que participaron en un 100% de las sesiones, reemplazaron la calificación parcial más baja que obtuvieron en la asignatura, por un 7,0. (escala 1-7). Esto les fue informado al inicio del taller, cuando completaron un consentimiento informado.

Cada una de las sesiones trató un contenido de la programación de la asignatura. La clase comenzaba con la realización de un test de entrada breve, orientado a que los estudiantes reflexionaran sobre los conceptos, errores típicos y la operatoria a realizar en un cierto tipo de ejercicio. Luego, se daba paso a la realización de ejercicios, donde se dirigía la resolución de problemas fomentando la reflexión y el trabajo entre pares. En módulos iniciales, se trataron temas de planificación y de estrategias de afrontamiento.

En esta ponencia, se expondrán los componentes del taller interdisciplinario y los principales resultados cuali y cuantitativos obtenidos de esta primera experiencia, así como las proyecciones para su replicación.

**Palabras Clave:** Metacognición, Taller interdisciplinario, STEM., Riesgo Académico.

#### 1.- Introducción.

La educación superior en Chile ha enfrentado una serie de cambios en las últimas décadas. Uno de los más relevantes, fue la transición de ser una institución de elite a una masiva, abriendo las aulas a un mayor número de estudiantes, diversificando el perfil del alumnado (Bernasconi, 2015).

Una consecuencia del aumento de la cobertura y de la heterogeneidad de los estudiantes, es que muchos de ellos inician sus estudios con débiles habilidades autorregulatorias, lo cual se ha visto reflejado en las tasas de deserción y titulación tardía que han aumentado en el tiempo (Bembenuitty, 2011; Himmel, 2002; Organización Cooperación Desarrollo Económico [OCDE], 2013).

Frente a este escenario, las instituciones de educación superior han debido hacerse cargo de esta heterogeneidad, generando planes de intervención desde los primeros años de estudio para reforzar habilidades que les permitan a los estudiantes la autorregulación académica, una mejora del rendimiento y una posterior adaptación a un mundo laboral altamente demandante y competitivo.

Con el propósito de aumentar la retención de los alumnos, las universidades han creado programas o centros cuyo objetivo es implementar intervenciones que los ayuden a reforzar sus habilidades de entrada y así disminuir su riesgo de eliminación debido a un mal desempeño académico (Choi, Buskey & Johnson, 2010; Sharkin, 2004).

Es así como la Universidad del Desarrollo (UDD), cuenta desde el año 2008, con el CADA, una unidad dependiente de la Vicerrectoría de Pregrado que tiene dentro de sus objetivos, disminuir las tasas de eliminación de alumnos en riesgo

académico y favorecer la progresión de ellos en sus estudios, alcanzando la titulación.

En cuanto a las carreras del área de Ingeniería, las investigaciones han demostrado que estas tienen dificultades en la progresión de sus estudiantes, sobretodo en el ciclo de bachillerato y ciencias básicas (Díaz, 2009). Específicamente en la UDD, las tasas de deserción para el primer año de estudios en la Facultad de Ingeniería, sede Concepción, han ido disminuyendo en el tiempo, desde un 29,8% el 2015 a un 14,3% para el año 2018. Esto, en gran medida a los planes curriculares e intracurriculares generados por la Facultad para atender a las necesidades de entrada de sus estudiantes. Sin embargo, queda la inquietud de realizar mejoras donde el foco no esté en los contenidos y en la ejercitación masiva, sino que en favorecer la reflexión de los contenidos y de los procesos de estudio que permiten la consolidación de aprendizajes profundos.

Dada la importancia de generar aprendizajes profundos en los primeros años de las carreras de Ingeniería, como base para la consolidación de aprendizajes superiores en años posteriores de la carrera, surge la necesidad de intervenir en la asignatura Álgebra Lineal, asignatura que se encuentra en el primer año del plan de estudios de la carrera. Los datos de aprobación/reprobación histórica de la asignatura, validan la importancia de intervenir en ella, considerando que en los últimos dos semestres las tasas de reprobación alcanzaron un 41,9% y un 57,3%, para los semestres 2018-1 y 2018-2, respectivamente.

Por todo lo anterior, este plan piloto tuvo como objetivo contribuir a la mejora en los resultados de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Civil Industrial, quienes para el 2019-1 cursaban la asignatura Álgebra lineal. Esto, a través de un taller conducido por una Psicóloga educacional del CADA de la UDD en conjunto con el ayudante de la asignatura, a partir de actividades grupales e individuales, donde se favoreciera la reflexión y los procesos metacognitivos. Todo lo anterior con el propósito de que si potenciábamos aprendizaje profundo en los estudiantes, esto impactaría en el rendimiento final de la asignatura, y así, contribuiríamos a mejorar la progresión y retención de los estudiantes de primer año.

## 2.- Participantes.

37 estudiantes cursaron la asignatura Álgebra lineal durante el primer semestre académico del 2019. De éstos, 30 accedieron a participar de la intervención, 29 hombres y 1 mujer, donde el 94,6% de ellos cursaba la asignatura al menos en más de una oportunidad.

## 3.- Metodología de las sesiones.

La intervención consistió en 8 sesiones presenciales intracurriculares. La asistencia a estas sesiones era obligatoria para todos aquellos estudiantes que cursaban la asignatura Álgebra Lineal durante el primer semestre del 2019. En

base al total de alumnos asistentes, se realizaron dos secciones de 15 estudiantes. Aquellos estudiantes que asistieron al 100% de las sesiones más la sesión de focus group, obtuvieron una bonificación por participación, que correspondió al reemplazo de la calificación parcial más baja que obtuvieron en la asignatura, por un 7,0. (escala 1-7).

Para organizar las temáticas a trabajar en la intervención, se generaron primero reuniones con las docentes de la asignatura, para levantar principales dificultades de aprendizaje, errores típicos y contenidos de menor comprensión. Luego, en base a estas temáticas se realizaron reuniones semanales con el ayudante corrector de la asignatura para buscar la metodología más adecuada para reforzar estos aspectos en los 80 minutos de sesión, analizar la sesión previa y realizar mejoras en caso de ser necesario.

El material propio de la asignatura, fue proporcionado por el ayudante. Las evaluaciones para medir el nivel base de contenidos fue creado en conjunto entre la Psicóloga del CADA y el ayudante. Material adicional como aquellos ejercicios con mayor tasa de reprobación en alguna de las pruebas rendidas por los propios estudiantes, fueron otorgados por las docentes de la asignatura. El material para trabajar temas del proceso de estudio, fue proporcionado por el CADA, trabajándose temáticas como planificación, generación de metas de estudio, afrontamiento al estrés, metacognición, entre otros.

Cada sesión tuvo una duración de 80 minutos, donde en cada una de ellas, a excepción de la primera que tuvo como objetivo dar a conocer el programa y conocer a los participantes, comenzaba con una activación de conocimientos previos. Esto, se llevaba a cabo ya sea por un test inicial o de una conversación para conocer nivel de dominio y comprensión de los contenidos a tratar. Para corregir conceptos erróneos de esta primera actividad, en caso de que el error era de un grupo mayoritario de estudiantes, era resuelto por el ayudante, de lo contrario se les pedía trabajar en pares para buscar la respuesta correcta.

Luego, comenzaba la fase de ejercitación, que en ocasiones se realizaba de forma individual, en otras de pares e incluso en otras mediante trabajo grupal. En una de las sesiones se trabajó con ejercicios con error, donde los alumnos debían identificar el problema y corregir el ejercicio. En caso de realizar ejercitación grupal, cada grupo resolvía un problema distinto al de otro. En todas las modalidades, se les solicitaba a los estudiantes justificar las decisiones realizadas en la ejercitación. Luego se realizaba corrección cruzada de ejercicios o los mismos estudiantes explicaban la realización del ejercicio de forma oral frente a los compañeros.

Al finalizar la 8va sesión del taller, se realizó la sesión de focus group. Esta fue dirigida por un tercero externo al taller, quien durante una hora rescató las impresiones de los estudiantes en cuanto a la utilidad de la intervención, la modalidad de las sesiones realizadas y las posibles mejoras para nuevas intervenciones.

En cuanto a la asistencia al taller, asistieron de forma periódica 30 estudiantes de los 37 convocados. El 88% de los asistentes, participó de las ocho sesiones más el focus group, obteniendo bonificación, mientras que el 12% restante, faltó sólo a una sesión.

#### 4.- Resultados.

Se presentarán los resultados finales, en términos de aprobación/reprobación de la asignatura, así como también las calificaciones en rango de categorías de todos los alumnos intervenidos en el Taller de Álgebra Lineal realizado durante el semestre académico 2019-1, comparando resultados con aquellos estudiantes que debiendo asistir no lo hicieron. Así también se expone una síntesis de las opiniones relativas a la intervención obtenidas en la evaluación cualitativa de la intervención y de la sesión de focus group.

Como se observa en la Tabla 1, de los 37 alumnos que cursaron la asignatura Álgebra Lineal durante el 2019-1, un 75,6% aprobó la asignatura.

**Tabla 1. Aprobación/reprobación del total de estudiantes que cursaron la asignatura Álgebra lineal durante el 2019-1.**

	Número de estudiantes	%
Aprobados	28	75.6
Reprobados	9	24.4

*N=37.*

La Tabla 2 muestra la tasa de aprobación y reprobación del total de estudiantes que cursaron la asignatura, diferenciando entre aquellos estudiantes que asistieron de los que no asistieron a la intervención. De los 30 estudiantes que asistieron, un 73,3% de ellos aprueba la asignatura al final de semestre, mientras que de aquellos que no asistieron, un 85,7% aprueba la asignatura.

**Tabla 2. Aprobación/Reprobación de estudiantes asistentes y no asistentes a la intervención en Álgebra lineal durante el 2019-1.**

	Asistentes		No asistentes	
	n° estudiantes	%	n° estudiantes	%
Aprobados	22	73.3	6	85.7
Reprobados	8	26.7	1	14.3
Total	30	100	7	100

En cuanto al análisis en base a las calificaciones finales, considerando una escala de 1.0 a 7.0, la Tabla 3 muestra la comparación entre aquellos estudiantes que asistieron de los que no asistieron a la intervención. Un 26,7% de los asistentes califica con bajo 4.0 al finalizar la asignatura, a diferencia de un 14,3% del grupo sin intervención. Por otro lado, entre el rango entre 4.0 a 4.3, se

encuentra el 36,7% de los estudiantes intervenidos, en comparación al 71,4% de los no intervenidos. Finalmente, un 36.7% de los estudiantes asistentes a la intervención obtiene calificaciones sobre el 4.4, en comparación al 14,3% de aquellos estudiantes que no asistieron al taller.

Tabla 3. Calificaciones finales (1.0 a 7.0) de estudiantes asistentes y no asistentes a la intervención en Álgebra Lineal durante el 2019-1

	Asistentes		No asistentes	
	N° estudiantes	%	N° estudiantes	%
< 4.0	8	26.7	1	14.3
4.0 a 4.3	11	36.7	5	71.4
>4.4	11	36.7	1	14.3
Total	30	100	7	100

La evaluación cualitativa del taller por parte de los estudiantes, indicó que el 88% de los participantes evaluaron con nota sobre el 6.0 la intervención. Además, el 100% recomendaría esta actividad a otros compañeros que cursen la asignatura en semestres posteriores. En cuanto a los aportes de la intervención, señalados en la Tabla 4, la categoría más destacada fue “comprensión de los contenidos”, seguida por “espacio para resolver dudas”. Finalmente en cuanto a las sugerencias de mejora para próximas intervenciones, destaca tener mayor flexibilidad en horarios y asistencia, realizar ejercicios de evaluaciones anteriores y ejercicios de mayor complejidad.

Tabla 4. ¿Por qué crees que el programa fue un aporte para reforzar el manejo de contenidos en Álgebra Lineal?

Categoría	Frecuencia
Favoreció la comprensión de contenidos.	13
Resolvió dudas.	5
Permitió ordenar mi estudio.	4
Se explicaba de forma sencilla los contenidos	2
Permitió estar más conectado con la asignatura	2
Se explicaban los ejercicios paso a paso	2
Fue una instancia para ejercitar	1
Favoreció el trabajo grupal.	1

Adicionalmente, los estudiantes en la sesión de focus group destacaron de la intervención que les permitió tener un espacio para evaluar y modificar la forma de estudio y por otro, para reforzar la práctica de los contenidos, visualizándolos

de una manera distinta a la cátedra, tomando consciencia de la importancia de entender los contenidos por sobre la ejercitación. En cuanto a la dinámica de las sesiones, destacaron el aporte y el complemento de los docentes a cargo, donde la Psicóloga se enfocaba en el cómo estudiar, mientras que el ayudante en el qué, explicando los contenidos con menor lenguaje técnico. Así también, la posibilidad de trabajar en grupo para resolver ejercicios y aclarar dudas. Como sugerencias de mejora, indicaron la entrega de las pautas de los ejercicios vistos en sesión, junto con aumentar la práctica en el aula.

#### 5.- Conclusiones.

La tasa de aprobación en la asignatura Álgebra Lineal aumentó en comparación a los semestres académicos anteriores. Aun cuando la tasa de aprobación fue mayor en el grupo de aquellos estudiantes que no participaron de la intervención, sí se evidencia una mejora en los promedios finales de aquellos alumnos que sí asistieron al taller.

Siete estudiantes se auto-marginaron de la intervención y, el 85% de ellos aprobó la asignatura. Esto pudo deberse a que previo al inicio del taller ya tenían consciencia de las dificultades que gatillaron la reprobación anterior, no necesitando de este tipo de intervención. Así como también que las causas que generaron la reprobación hayan sido producidas por factores externos a lo académico.

Los comentarios entregados por los estudiantes que participaron de la intervención refuerzan la idea de continuar generando instancias donde se fomente la reflexión de los contenidos por sobre la ejercitación masiva. Intervenciones donde además se puedan aclarar conceptos, bajar el lenguaje técnico y donde se facilite el espacio para el trabajo colaborativo entre pares.

Creemos que este tipo de intervenciones, donde se vinculen temas de contenido junto con variables propias del proceso de estudio, y donde se trabaje en equipos multidisciplinarios, deben continuar replicándose en distintos cursos de las carreras de Ingeniería. Para próximas intervenciones, queda la tarea de buscar alternativas que permitan reforzar variables del proceso de estudio y de la autorregulación del estudiante, sin dejar de lado el tiempo necesario para reforzar los contenidos. Así también, implementar este tipo de intervenciones en otras asignaturas de la carrera de Ingeniería en años posteriores al primer año de carrera, con el fin de instalar la importancia de la comprensión y el pensamiento reflexivo por sobre la ejercitación mecánica y masiva como estrategia para aprobar asignaturas y mejorar la profundización del aprendizaje.

#### 6.- Referencias.

Capote, G., Rizo, N. & Bravo, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Universidad y sociedad*, 8(1), 21-28.

- Centro de Microdatos (2008). *Estudio sobre causas de la deserción universitaria*. Santiago de Chile: Departamento de Economía, Universidad de Chile.
- Choi, K.-H., Buskey, W., & Johnson, B. (2010). Evaluation of counseling outcomes at a university counseling center: The impact of clinically significant change on problem resolution and academic functioning. *Journal of Counseling Psychology*, 57, 297–303. doi:10.1037/a0020029
- Costa, V. & Vacchino, M.C. (2007). *La enseñanza y aprendizaje de Álgebra lineal en la Facultad de Ingeniería, UNLP*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/282360203\\_LA\\_ENSEÑANZA\\_Y\\_APRENDIZAJE\\_DEL\\_ALGEBRA\\_LINEAL\\_EN\\_LA\\_FACULTAD\\_DE\\_INGENIERIA\\_UNLP](https://www.researchgate.net/publication/282360203_LA_ENSEÑANZA_Y_APRENDIZAJE_DEL_ALGEBRA_LINEAL_EN_LA_FACULTAD_DE_INGENIERIA_UNLP)
- Díaz, C. (2009). Factores de deserción estudiantil en Ingeniería: Una aplicación de modelos de duración. *Información tecnológica*, 20(5), 129-145.
- Matthews, M. (2016). Keeping students in engineering: A research-to-practice brief: American Society for Engineering Education. Recuperado de <https://www.asee.org/retention-project/keeping-students-in-engineering-a-research-guide-to-improving-retention>
- Paz, H. (2010). La enseñanza centrada en resolución de problemas pone en marcha estrategias metacognitivas en la formación del estudiante de ingeniería. *Universidad EAFIT*, 46(157), 40-54.
- Sharkin, B. S. (2004). College counseling and student retention: Research findings and implications for counseling centers. *Journal of College Counseling*, 7, 99–109.