



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



EVALUACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA: CASO DE ESTUDIO EN ÁLGEBRA LINEAL

Juan C. Tejada Orjuela, Javier Sierra, Georffrey Acevedo González

**Universidad EIA
Envigado, Colombia**

Resumen

Este trabajo se centró en el diseño e implementación de una estrategia de enseñanza-aprendizaje para la asignatura de Álgebra Lineal, la cual es un curso de tres créditos académicos, de segundo nivel (semestre), común a todos los programas de ingeniería de la universidad EIA.

La estrategia parte de detectar las preconcepciones a partir de un grupo de control y un grupo experimental, con evaluaciones antes y después del experimento. El grupo experimental tuvo un acercamiento mediante objetos de aprendizaje con aplicaciones de robótica desde un lenguaje propio del nivel de los estudiantes. Finalmente se midió la percepción de los estudiantes sobre su propio proceso de aprendizaje en la temática de transformaciones lineales. Un tema de gran valor en aplicaciones reales con alto grado de dificultad.

La actividad fue diseñada para acercar a la comprensión de la utilidad del conocimiento, a la apropiación de los conceptos desde su aplicación en el mundo real con aplicaciones en el contexto de la profesión, dando respuesta al interrogante ¿de qué me va a servir el aprenderlo? En las conclusiones, el trabajo también presenta estrategias y recomendaciones para la mejora del ejercicio.

Palabras clave: aprendizaje significativo; álgebra lineal; ciencias básicas

Abstract

This work focused on the design and implementation of a teaching-learning strategy for the subject Linear Algebra, which is a course of three academic credits, second level (semester), common to all engineering programs of the university EIA.

The strategy starts with detecting preconceptions from a control group and an experimental group, with evaluations before and after the experiment. The experimental group had an approach through learning objects with robotics applications from a language specific to the level of the students. Finally, the perception of the students about their own learning process in the thematic of linear transformations was measured. A topic of great value in real applications with a high degree of difficulty.

The activity was designed to bring the understanding of the usefulness of knowledge, to the appropriation of concepts from its application in the real world with applications in the context of the profession, answering the question of what learning will be useful for me? In the conclusions, the work also presents strategies and recommendations for the improvement of the exercise.

Keywords: *significant learning; linear algebra; basic sciences*

1. Introducción

Entre los estudiantes y/o egresados de ingeniería, se suele escuchar que las asignaturas de ciencias básicas se califican como la barrera que una vez superada garantiza que se cuenta con las capacidades para obtener el título de ingeniero. Más como un obstáculo que como parte integral del proceso de formación. También es común percibir que las asignaturas de ciencias básicas tienen poca o ninguna aplicación en el ejercicio de la profesión.

Afirmaciones de esta naturaleza, por una parte, ponen en evidencia el desconocimiento de la capacidad formativa de las ciencias básicas en competencias que definen al profesional de ingeniería, como es el razonamiento lógico, el pensamiento sistémico, el análisis, la capacidad de abstracción, el pensamiento creativo, la curiosidad, la capacidad de observación, la solución de problemas, el análisis e interpretación de textos, entre otras.

Por otro lado, pueden ser la evidencia de que el profesional ha perdido la capacidad de regresar sobre los conceptos aprendidos, que los profesionales no desarrollaron el espíritu científico o que nunca se logró el aprendizaje significativo. Este trabajo propone dar inicio a una serie de ejercicios que transformen esta percepción buscando dar respuesta al interrogante ¿La percepción de estudiantes y egresados sobre las asignaturas de ciencias básicas, puede ser transformada desde ejercicios prácticos que muestran al estudiante la aplicación de los conceptos en el contexto ingenieril?

2. Fundamentación teórica y contexto del problema

Este trabajo pretende contribuir en el desarrollo de una estrategia didáctica que promueva el aprendizaje significativo de los conceptos de Álgebra Lineal en los estudiantes de la Universidad EIA. En las asignaturas de ciencias básicas en ingeniería, es común encontrar interrogantes como: ¿Cómo lograr el aprendizaje significativo del conocimiento matemático? ¿Por qué es frecuente que docentes de asignaturas de niveles superiores tengan la percepción de que muchos estudiantes no tienen los saberes previos esperados del área de ciencias básicas? ¿Por qué se suele afirmar que los estudiantes no apropiaron los conceptos o peor aún, dicen no recordar los temas? ¿Por qué muchos estudiantes no encuentran valor en las asignaturas de ciencias básicas? ¿Por qué hay egresados que afirman que los conocimientos de ciencias básicas no les fueron de utilidad para su vida, ni para el ejercicio de su profesión?

De acuerdo con Ausubel, Novak, Hanesian, Sandoval Pineda, & Botero, (2016) aunque el material tenga significatividad lógica y psicológica, afirmaciones como las anteriores apuntan a que los estudiantes no logran la asimilación de los conceptos matemáticos en su estructura cognitiva, de igual forma a que los estudiantes han relacionado las ideas nuevas de modo arbitrario, no sustancial, ya sea porque no se han propiciado ideas ancla entre los conceptos nuevos y los que el estudiante ya sabe o que los alumnos no tienen la voluntad hacia el aprendizaje significativo, posiblemente porque no han encontrado sentido a la disciplina aunque esta sea concebida por el currículo como potencialmente significativa.

A estas condiciones se suman a lo que Ausubel et. al (1983) plantea como el efecto del sometimiento a demasiada presión, muy propio en asignaturas de ciencias básicas, que propicia en el estudiante ocultar, en vez de admitir y remediar gradualmente su falta original de comprensión genuina.

Cuando se evalúan las posibles respuestas a estos interrogantes surgen hipótesis como: *“La causa radica en la repetición de metodologías aprendidas”, “se debe eliminar de los programas la cantidad de materias de ciencias básicas”, “La solución está en dinamizar el proceso de aprendizaje, en Implementar nuevas estrategias, en hacer una reforma educativa, en un cambio de mentalidad; en capacitación; en formación”;* incluso afirmaciones como *“deben ser ingenieros y no matemáticos los docentes de ciencias básicas”; “deben ser licenciados en matemáticas y no matemáticos puros o físicos puros quienes enseñen las ciencias básicas”, “los pedagogos no reciben en su formación el nivel de profundización que se requiere para la enseñanza de las ciencias básicas”.*

En el convencimiento de que el acercamiento a la solución sólo puede darse en el ejercicio docente reflexivo, y entendido en sí mismo como un acto de investigación-acción, como de concretar la intervención temprana que aporte a reconocer la repetición de metodologías aprendidas, este trabajo contribuye desde la intervención en una asignatura de Álgebra Lineal, procurando el aprendizaje significativo de un tema específico.

Para la elección del ejercicio, se han puesto en consideración los planteamientos de Díaz Godino (2004), sobre el efecto de la solución de problemas en matemática, como de la indagación en la

génesis histórica de los contenidos, cuando el estudiante resuelve un problema, dota de significado las prácticas matemáticas realizadas, ya que comprende la finalidad. También se consideró dar respuesta al interrogante sobre la identificación de los saberes previos para la enseñanza de las matemáticas, que Colorado, Álvarez, & Ospina, (2011) proponen como un ejercicio en el que se debe dar respuesta a interrogantes como ¿qué saben los estudiantes? ¿qué vacíos conceptuales hay?

Este trabajo apunta a generar ideas ancla, y a ser detonante de la disposición para el aprendizaje significativo, condición sin la cual, de acuerdo con Ausubel et. al. (1983), no surgirá ningún significado. ¿Cómo lograr que las ideas nuevas sean relacionadas intencionadamente con las ideas previamente aprendidas, en un proceso de internalización? *"Cuando los estudiantes pueden conectar las ideas matemáticas con las aplicaciones a otras áreas y contextos de su propio interés, la comprensión matemática es más profunda y duradera"* (Colorado et al., 2011). ¿Cómo contribuir entonces a que surja esta conexión?

Al actuar sobre un tema específico de Álgebra Lineal, el cual ha sido introducido como tema nuevo en programa de la asignatura, y sobre el cuál el profesor era consciente, dada su experiencia, de las posibles dificultades del estudiante para apropiarse del nuevo material, se pretendió diseñar un mecanismo que permitiera al alumno establecer una relación con los conocimientos previos existentes en su estructura cognitiva, por lo que se seleccionó la estrategia de organizadores previos.

En consecuencia, se ha seleccionado optado la intervención con un organizador previo como agente de motivación extrínseca e idea ancla, para que, en palabras de Moreira (2016), también, el alumno manifieste una actitud hacia el aprendizaje desde la disposición de establecer la relación entre el material nuevo con la estructura cognoscitiva.

De acuerdo con Moreira (2016), el organizador previo, así presentado constituye en la concepción de Ausubel, un organizador previo verdadero, dado que está destinado a facilitar el aprendizaje significativo de un tópico específico, en contraposición al pseudo-organizador previo, el cual busca facilitar el aprendizaje de varios tópicos.

El organizador previo actúa como una idea ancla que rescata y destaca las relaciones importantes entre el contenido relevante existente en la estructura cognitiva para el aprendizaje del nuevo material, dando una visión general a un nivel más alto de abstracción, proveen un contexto ideal que puede ser usado para asimilar significativamente nuevos conocimientos.

El organizador elegido puede ser concebido como un organizador expositivo-comparativo, en cuanto está formulado con base en lo que el estudiante ya sabe, supliendo la falta de conceptos, pero a su vez, plantea comparaciones con material familiar, proponiendo conceptos análogos ya existentes en la estructura cognitiva del aprendiz.

Diseñado con la finalidad de suministrar anclaje para el nuevo concepto en la estructura cognitiva, un organizador previo puede ser idealmente una situación, una frase, un texto, una película, una

discusión, un enunciado, un párrafo, una pregunta, una demostración, una dramatización, incluso una clase. Moreira (2016)

Es aquí donde la interacción sinérgica entre programas académicos o áreas del conocimiento, se propone como oportunidad para alcanzar la mejor formación de los estudiantes, en la convicción de que el mejor docente es un equipo docente, se propone la intervención del área de automatización y robótica asociada al programa de Ingeniería Mecatrónica y el área de ciencias básicas de la ingeniería.

3. Materiales y métodos

La estrategia a implementar consiste en seleccionar un tema de la asignatura de Álgebra Lineal, específicamente transformaciones lineales, el cual fue incluido por primera vez en los contenidos de esta asignatura. La inclusión de esta temática en el plan de estudios presentó un nuevo reto para los docentes del curso, ya que, el tema es de alta complejidad y merecía su atención para poder ser enseñado de una forma óptima y generar alrededor de este tema una serie de ejercicios que le permitan al estudiante entender y conocer aplicaciones de la temática en el contexto ingenieril.

Para buscar establecer la aplicación práctica del tema de estudio se buscaron diferentes posibilidades dentro de los programas de la Universidad EIA, entre ellos se revisaron temas de administración, finanzas, industrial y mecatrónica. Finalmente, se seleccionó el tema de matrices de transformación, tema relacionado con el programa de Ingeniería Mecatrónica, específicamente en el área de la robótica. Las matrices de transformación permiten al Ingeniero mecatrónico realizar el análisis de posición de un manipulador robótico, estableciendo condiciones de desplazamiento y rotación entre puntos de análisis del mismo (Craig, 2006).

Se buscará comparar el impacto de emplear estrategias para facilitar el aprendizaje significativo por parte de los estudiantes, esto por medio del uso de un grupo de control y otro experimental. Ambos grupos están en el mismo semestre académico de todos los programas (segundo semestre) y son dirigidos por el mismo docente. Se selecciona el grupo PREMAT1901CB-A0003 con un total de 21 estudiantes como grupo de control, así mismo, se selecciona el grupo PREMAT1901CB-A0003 con un total de 37 estudiantes como grupo experimental. El grupo de control recibirá el tema de transformaciones lineales con clases magistrales y ejemplos en el contexto del Álgebra Lineal. El grupo experimental recibirá clases magistrales como fuente principal de adquisición del conocimiento, pero, se reforzará el aprendizaje con herramientas adicionales como un OVI (objeto virtual de información) del tema de aplicaciones de las transformaciones lineales a la robótica antes de la clase magistral y una visita por parte de un docente del área de robótica al aula de clase posterior a la clase magistral, donde se buscará realizar un ejercicio o taller práctico con la demostración del uso de matrices de transformación como aplicación de las transformaciones lineales.

Se emplearán instrumentos de medición para determinar el impacto de la estrategia, dichos instrumentos se diseñan para dos instantes: el primero es antes de iniciar el tema de transformaciones lineales, se buscará percibir tanto en el grupo control como en el experimental

los conocimientos y apreciaciones previas al aprendizaje del tema. El segundo momento es posterior al proceso de aprendizaje, se buscará establecer comparaciones y elementos que permitan identificar la eficiencia o viabilidad de emplear estrategias que faciliten y apoyen el aprendizaje significativo.

El ejercicio se ejecutará en cinco (5) etapas, en la primera se seleccionan los grupos de trabajo y se diseñan los instrumentos de medición, en la segunda etapa se diseña el OVI, se graba y se proyecta; al inicio de esta etapa se realiza una primera medición con apoyo del primer instrumento de medición para determinar la percepción y el conocimiento previo de la temática. La tercera etapa consiste en la clase magistral del tema en el salón de clase, la cuarta etapa consiste en la visita del docente del área de robótica para realizar el ejemplo y taller práctico del tema de matrices de transformación, como ejemplo aplicado de las transformaciones lineales. Finalmente se tiene la etapa cinco, en esta se medirá la percepción del aprendizaje por medio del uso de estrategias adicionales a la clase magistral para el aprendizaje significativo del curso, se usará un instrumento de medición tipo encuesta diseñado en la etapa 1 y se revisarán los resultados del examen final en los puntos relacionados con el tema a tratar. En la figura 1 se puede observar la metodología empleada para el desarrollo del ejercicio.

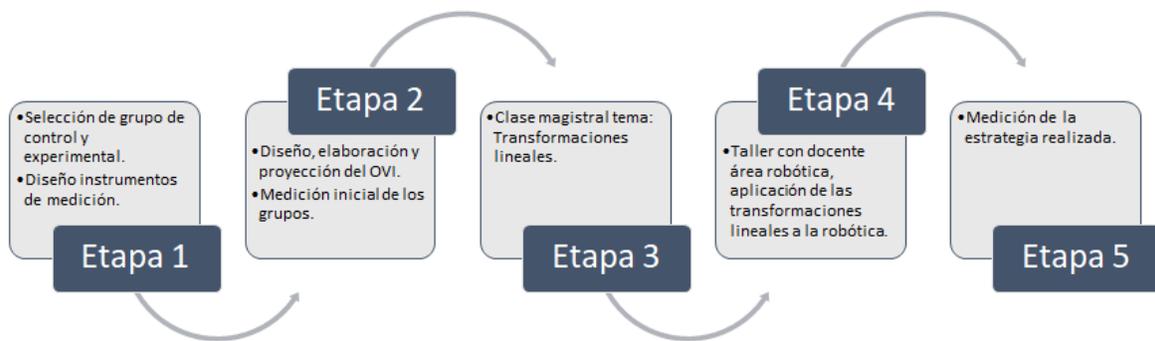


Figura 1. Metodología implementada.

Diseño y elaboración de los instrumentos de medición

Se diseñan dos instrumentos de medición como apoyo al análisis de los resultados de la investigación. Estos instrumentos buscan en todo momento establecer una medición de la percepción de los estudiantes en temas de vital importancia para esta investigación como lo es el uso de las herramientas digitales y didácticas empleadas. Adicionalmente, se busca tener estas herramientas como instrumentos de evaluación del trabajo, dando apoyo al planteamiento de las conclusiones de este trabajo y el planteamiento de trabajos futuros.

El primer instrumento de medición consta de 4 preguntas las cuales buscan medir elementos como: el nivel de utilidad que le ven los estudiantes al curso de Álgebra Lineal en su programa académico y las aplicaciones que los estudiantes conocen del tema de transformaciones lineales y el Álgebra Lineal.

El segundo instrumento consta de 5 preguntas y busca medir si el nivel de motivación alrededor del Álgebra Lineal en los estudiantes aumento o disminuyo posterior al uso de las herramientas

pedagógicas desarrolladas, también busca medir la percepción del uso de la actividad en el grupo experimental.

El primer instrumento se aplicará al grupo de control y al experimental, mientras que el segundo instrumento únicamente se aplicará al grupo experimental como elemento de medición de las herramientas empleadas. Adicional a estos dos elementos se revisará y se ponderarán los resultados del examen final de la asignatura en los dos grupos, en dicho examen final se incluirá un punto de transformaciones lineales que buscará medir el nivel de aprendizaje de la estrategia implementada desde un ejercicio teórico.

Diseño y elaboración del Objeto virtual de aprendizaje (video)

El video se diseña y realiza teniendo en cuenta como tema principal las aplicaciones de las transformaciones lineales a la robótica, este se realiza con apoyo del área de Automatización y Robótica del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad EIA. El video se estructura en tres partes, la primera en una introducción corta a las transformaciones lineales y como se aplican a la robótica desde el análisis del movimiento de plataformas robóticas; la segunda parte del video busca mostrar algunos ejemplos de la aplicaciones de las transformaciones lineales por medio de las matrices de transformación; se determina hablar de la ubicación de un dron en el aire una vez despegar de tierra, un manipulador antropomórfico de 4 grados de libertad y de una plataforma robótica móvil. Todos los ejemplos anteriores desde el uso de recursos físicos en el video elaborado. En la Figura 2 se puede observar una imagen del video con el uso de estos elementos.



Figura 2. Elementos usados en el video.

El video se realiza de una duración de 6 minutos y 46 segundos, se carga al repositorio multimedia en línea de la institución en la sección de la asignatura de Álgebra Lineal, esto con la finalidad de tenerlo como recurso audiovisual en futuros semestres.

Diseño del ejercicio aplicado (Robótica)

El ejercicio aplicado consiste en el uso de las transformaciones lineales en la robótica, específicamente en las matrices de transformación, el ejercicio que se trabajará en clase será un manipulador robótico planar de 3 grados de libertad, al cual se le aplicarán matrices de transformación para su traslación y rotación en el plano XY del sistema cartesiano. En la Figura 3 se puede observar el esquema del ejercicio propuesto para desarrollar en clase.

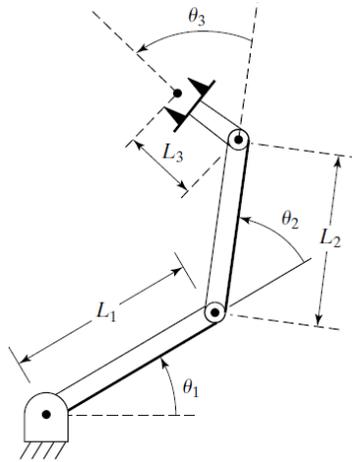


Figura 3. Ejercicio a desarrollar en clase (Craig, 2006).

Una vez realizado el ejercicio teórico, se realizará una simulación del movimiento de un manipulador similar al de la Figura 3 en el software SolidEdge®, en dicha simulación se ingresarán los mismos valores de la rotación realizada en el ejercicio teórico con la finalidad de ilustrar a los estudiantes. En la Figura 4 se puede observar el modelo que se usará para la simulación en el software.

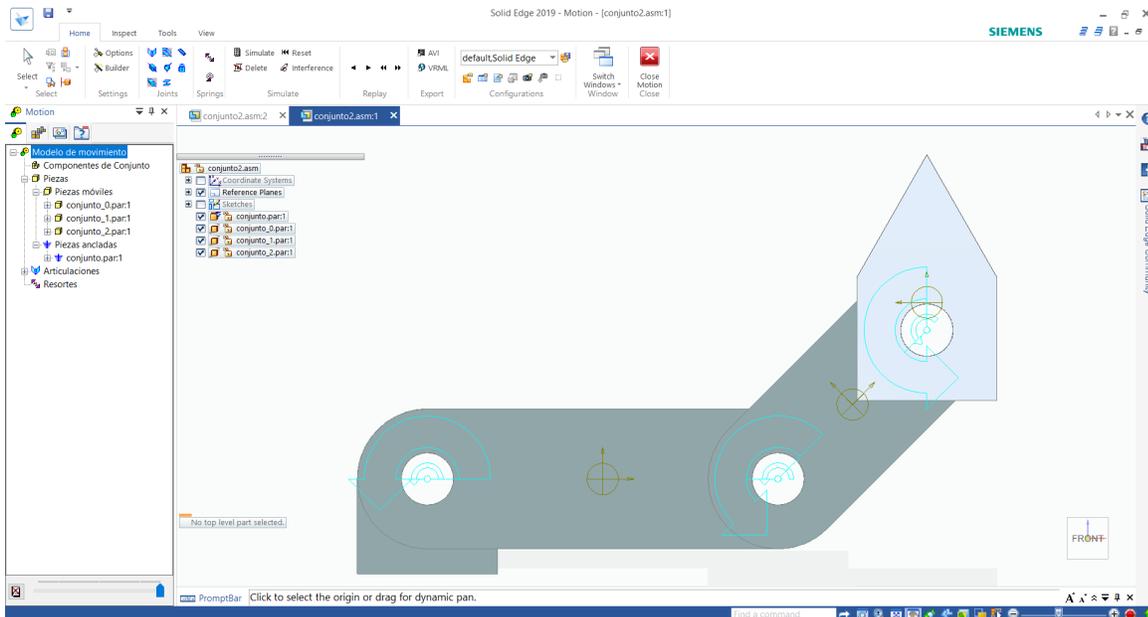


Figura 4. Simulación en software SolidEdge®.

4. Resultados

Los resultados obtenidos en el estudio realizado se dividen en dos partes, la primera es antes de realizar la intervención en el grupo experimental y la segunda en un momento posterior a: la intervención del video, a la visita del docente del área de robótica y del examen final de la asignatura.

Aplicación del primer instrumento

Se aplica el primer instrumento a los dos grupos obteniendo los siguientes resultados, es importante tener en cuenta que en las gráficas a presentar se dio una escala de 1 a 5 donde 1 es bajo y 5 es alto. Frente a la percepción de los estudiantes del grupo de control frente a la utilidad de la asignatura de Álgebra Lineal, el grupo control respondió igual o mayor a 5 un 70.6%. Mientras que en el grupo experimental un 71.4% respondió entre un 3 y 4, lo anterior puede ser observado en la Figura 5

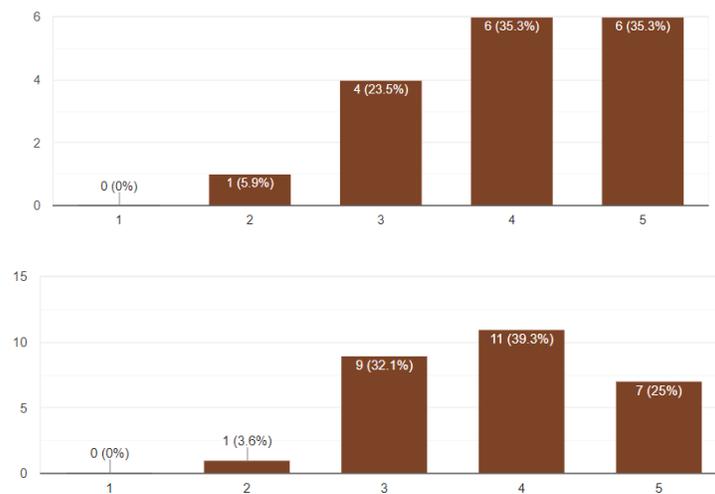
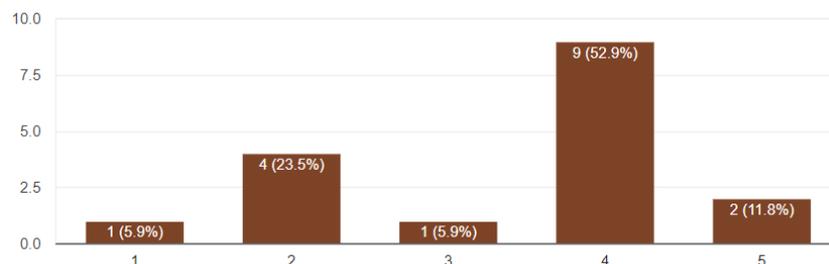


Figura 5. (Arriba) Resultados pregunta 1 grupo de control, (abajo) Resultados pregunta 1 grupo experimental.

La siguiente pregunta realizada es acerca de la motivación de conocer las posibles aplicaciones del Álgebra Lineal como instrumento para el estudio del curso. El 64.7% del grupo de control respondió entre 4 y 5, pero es importante resaltar que un 23.5% respondió 2, donde este valor refleja una percepción baja a conocer las aplicaciones de la asignatura. El grupo experimental responde en un 67.8% entre 3 y 4. Lo anterior se puede observar en la Figura 6.



**EVALUACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA:
CASO DE ESTUDIO EN ÁLGEBRA LINEAL**

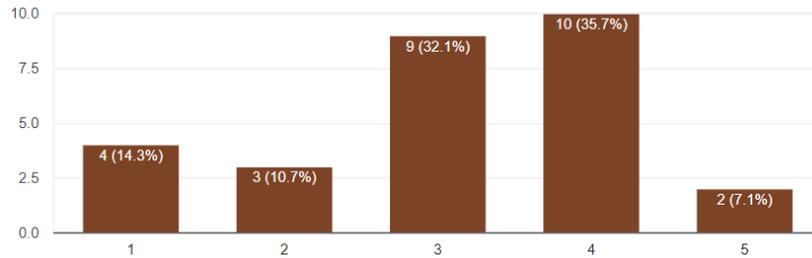


Figura 6. (Arriba) Resultados pregunta 2 grupo de control, (abajo) Resultados pregunta 2 grupo experimental.

Seguido, se cuestiona a los estudiantes acerca de las aplicaciones vistas hasta el momento en el curso y si estos han facilitado la apropiación de los conceptos, en el grupo control se obtuvo un 76.5% entre 3 y 4, con su mayoría (41.2%) en 3. En el grupo experimental se tuvo un 71.4% de las respuestas entre 3 y 4. Lo anterior puede ser observado en la Figura 7.

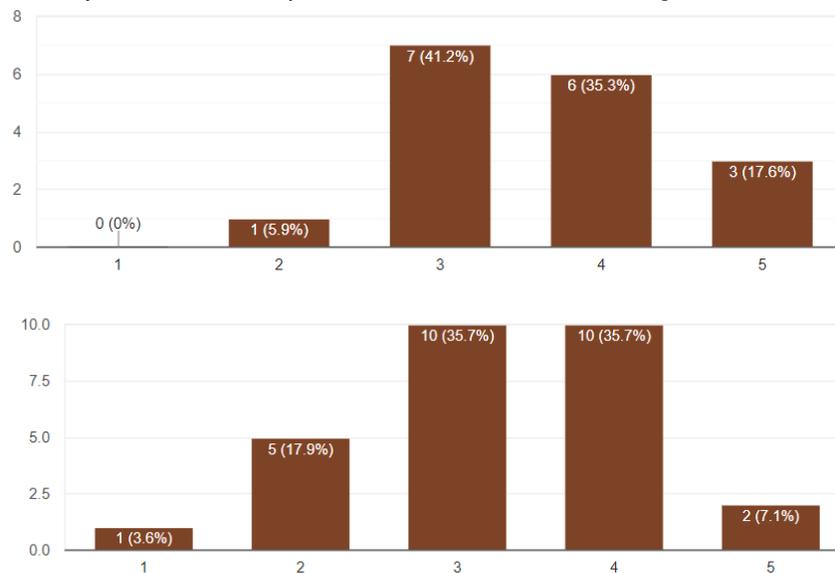


Figura 7. (Arriba) Resultados pregunta 3 grupo de control, (abajo) Resultados pregunta 3 grupo experimental.

Finalmente, la última pregunta estaba relacionada con la anterior, pero cuestionaba acerca de la efectividad de los ejemplos y aplicaciones usadas hasta el momento, donde 5 eran muy efectivas y 1 eran poco efectivas. El 52.9% del grupo de control contestó 4 sobre 5, dando una alta efectividad en el uso de ejemplos en la asignatura, mientras que el grupo experimental tuvo una distribución entre 2 y 4 de aproximadamente el 80% de las respuestas, siendo 4 la opción más seleccionada (35.7%). Lo anterior puede ser observado en la Figura 8.

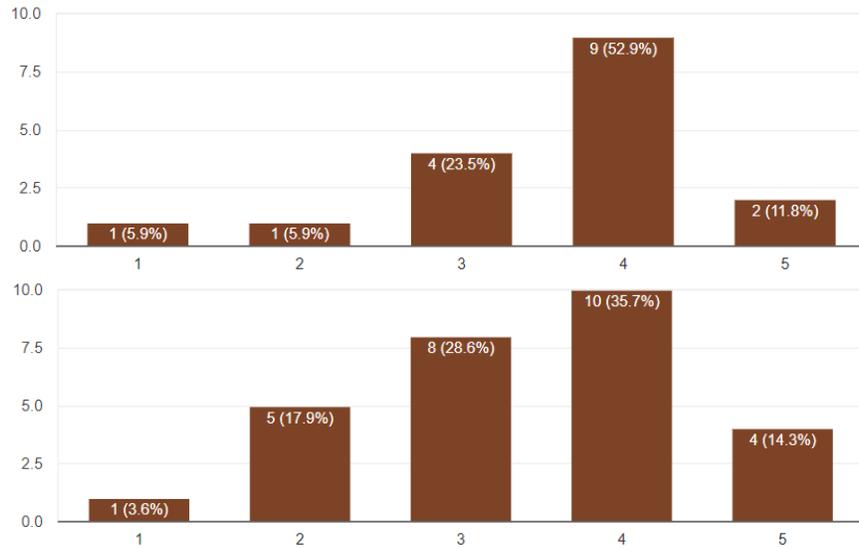


Figura 8. (Arriba) Resultados pregunta 4 grupo de control, (abajo) Resultados pregunta 4 grupo experimental.

Aplicación del segundo instrumento

Una vez realizadas las etapas 3 y 4 de la metodología, se procede a realizar una medición cualitativa en el grupo experimental de la estrategia implementada, se realizan 5 afirmaciones a los estudiantes y estos debían responder si estaban muy de acuerdo (5) o muy en desacuerdo (1). La primera afirmación era “El video de aplicación visto durante la clase, me motivó por aprender el tema de Transformaciones Lineales”, el 75% de los encuestados respondieron entre 4 y 5, el 25% restante respondió 3, lo anterior se puede observar en la Figura 9.

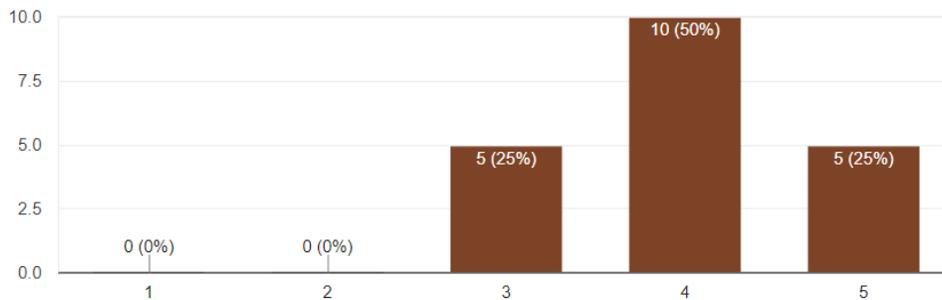


Figura 9. Resultados pregunta 1, segundo instrumento grupo experimental.

La segunda afirmación fue “El video de aplicación visto en clase, me facilitó el aprendizaje del tema”, el resultado fue distribuido entre 2 y 5, donde un 60% contesta entre 4 y 5. Los porcentajes exactos sobre cada valor se pueden observar en la Figura 10.

**EVALUACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA:
CASO DE ESTUDIO EN ÁLGEBRA LINEAL**

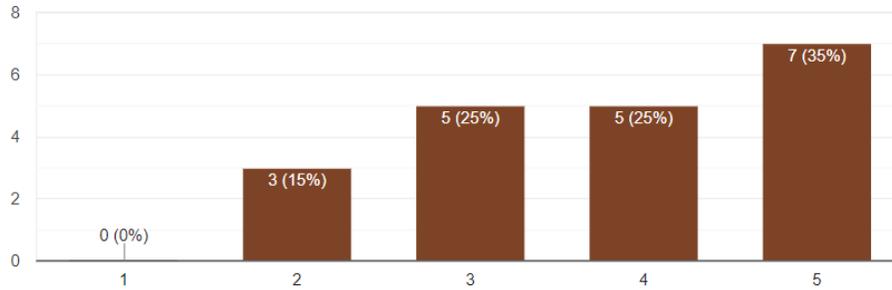


Figura 10. Resultados pregunta 2, segundo instrumento grupo experimental.

La tercera afirmación realizada fue “La demostración de aplicación por parte del profesor del área de robótica, al final del tema, favoreció mi proceso de aprendizaje”, el 85% de las respuestas a esta afirmación se encuentran entre 4 y 5, siendo 5 la respuesta con mayor porcentaje (45%). Lo anterior puede ser observado en la Figura 11.

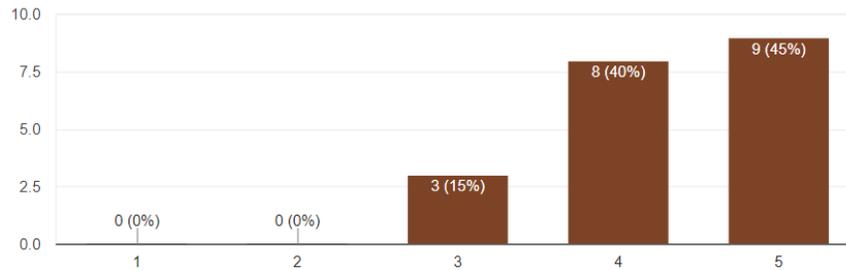


Figura 11. Resultados pregunta 3, segundo instrumento grupo experimental.

La cuarta afirmación realizada fue “La metodología aplicada para el tema de Transformaciones Lineales debería ser aplicada en otros temas y asignaturas de ciencias básicas”, En la Figura 12 se puede observar que el 75% de las respuestas de los estudiantes encuestados respondieron entre 4 y 5.

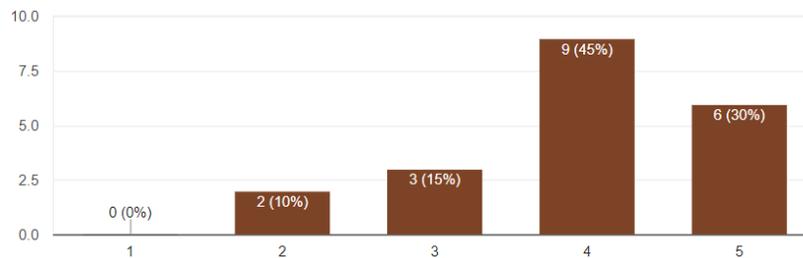


Figura 12. Resultados pregunta 4, segundo instrumento grupo experimental.

Finalmente, se realiza una última afirmación “La robótica y el Álgebra Lineal tienen una alta relación”, en la Figura 13 se puede observar que el 90% de las respuestas obtenidas ubican la afirmación entre 4 y 5, donde 5 tiene el 65% de las respuestas asociadas.

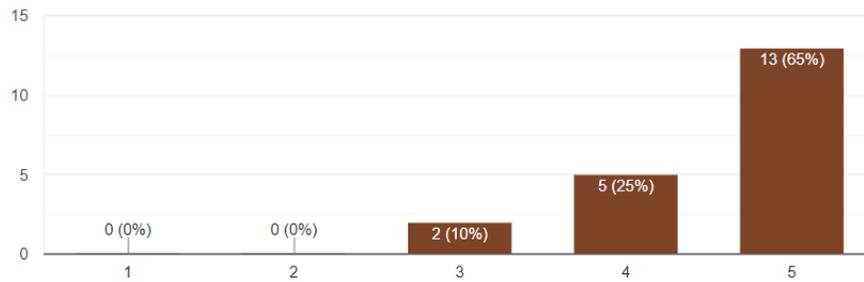


Figura 13. Resultados pregunta 5, segundo instrumento grupo experimental.

Resultados del examen final de la asignatura

El último instrumento de medición, enfocado a la medición del aprendizaje del tema por parte del grupo experimental fue el examen final de la asignatura, en dicho examen se incluyó una ejercicio de transformaciones lineales. Se realiza el mismo examen para ambos grupos obteniendo los siguientes resultados, el grupo control estaba compuesto por 21 estudiantes, de los cuales 1 estudiante contestó adecuadamente este punto, es decir que el 4.8% tuvo una aprobación en esta temática en el examen final. El grupo experimental estaba compuesto por 37 estudiantes, de los cuales 18 aprobaron la sección de transformaciones lineales, es decir que el 48.7% tuvo una aprobación en esta temática en el examen final.

5. Conclusiones

En trabajo futuros, se propone extender el ejercicio a la búsqueda de participación activa del estudiante tanto para la formación como para la acreditación de los aprendizajes significativos, como detonante de una experiencia de aprendizaje que facilite el goce de aprender para un aprendizaje duradero, transferible en el contexto.

Acompañar el proceso de un ejercicio reflexivo que invite al estudiante a participar como agente de su propio proceso de aprendizaje, desde el autoconocimiento y la consciencia de los objetivos y los logros, tal que, él aprenda sobre la dotación cognoscitiva humana, la cual hace imposible el almacenamiento de grandes cantidades de información con asociaciones arbitrarias, mediante ejercicios de aprendizaje por repetición y al pie de la letra. Esto es un aprendizaje que únicamente puede ser retenido por períodos cortos de tiempo a menos que sean sobre aprendidos en una tarea que demanda mucho esfuerzo y repetición, y de cómo la retención lograda es influenciada por efectos de interferencia de materiales repetitivos semejantes, ya sean aprendidos inmediatamente antes o inmediatamente después.

Continuar en la formación docente en el aprendizaje significativo, incluso en conceptos que Ausubel declara como obvios como que el estudiante puede aprender y retener mucha más información si se le pide que asimile únicamente las sustancias de las ideas en lugar de las palabras exactas empleadas para expresarlas.

La participación interdisciplinar, en este caso, de los docentes del área de ciencias básicas y los docentes de áreas específicas, docente del área de automatización y robótica, facilita la construcción de organizadores previos; adicionalmente, contar con la intervención en clase de un

actor diferente, como es el docente de robótica, generó expectativas, captó la atención de los estudiantes, por lo que pudo haber sido detonante de motivaciones para el aprendizaje del tema. Aunque en palabras de Moreira (2016), “es muy difícil decir si un determinado material es o no un organizador previo, pues eso depende siempre de la naturaleza del material de aprendizaje, del nivel de desarrollo cognitivo del aprendiz y de su grado de familiaridad previa con la tarea de aprendizaje”, se propone evaluar el efecto de los organizadores previos diseñados, a partir de instrumentos que fuera de valorar la motivación del estudiante, procuren la medición de la posesión de significados claros, precisos, diferenciados y transferibles.

6. Referencias

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H., Sandoval Pineda, M., & Botero, M. (2016). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México, D.F.: Trillas.
- Colorado, H., Álvarez, D., & Ospina, L. (2011). Aprendizaje significativo en el área de matemáticas: una experiencia pedagógica. *Memorias del 12º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa*, 611-621.
- Craig, J. J. (2006). *Robótica*. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.
- Díaz Godino, J. (2004). *Didáctica de las matemáticas para maestros*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- Moreira, M. A. (2016). *ORGANIZADORES PREVIOS Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO*. 10.

Sobre los autores

- **Juan C. Tejada Orjuela:** Ingeniero Mecánico, Maestría en ingeniería, Universidad EIA. Profesor auxiliar. juan.tejada@eia.edu.co
- **Javier Sierra:** Matemático, Máster en matemática aplicada, Universidad EAFIT. Profesor asistente. javier.sierra@eia.edu.co
- **Geoffrey Acevedo González:** Ingeniero Electrónico, Máster en educación, Instituto Tecnológico de Monterrey. Profesor auxiliar. geoffrey.acevedo@eia.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)