

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL USO DEL GEOGEBRA EN RECTAS Y PLANOS EN EL ESPACIO, EN ASIGNATURAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

Florencia M. Alurralde, Claudia M. Tapia, Julia M. Hurtado

Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta - CIUNSA. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta - Unas. (Argentina)

florencialurralde@gmail.com, claudiatapia880@gmail.com, julia_mhurtado@yahoo.com.ar

RESUMEN: Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta, surge de la preocupación por los bajos rendimientos académicos de estudiantes que ingresan a carreras de la Facultad de Ingeniería. Ante la necesidad de contribuir a un aprendizaje significativo de las matemáticas básicas y mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, se incorpora en la enseñanza de la asignatura Álgebra Lineal y Geometría Analítica el uso del software de geometría dinámica Geogebra, y se muestra los resultados de una experiencia realizada en el tema Rectas y Planos en el espacio.

Palabras clave: geogebra, rectas, planos, rendimiento académico

ABSTRACT: This work is part of a research project of Salta National University Research Council. It arises from the concern for the low academic performance of the students who enter the degree courses in the engineering faculty. In order to contribute to basic mathematics significant learning as well as to improve the students' academic performance, Geogebra dynamic geometry software is used. The results of an experience carried out on the topic *Straight lines and Planes* are also shown.

Key words: geogebra, straight lines, planes, academic performance

■ Introducción

Es indudable que la presencia y el uso de la tecnología ha provocado cambios en nuestras vidas, en nuestros hábitos, en la forma de percibir la realidad y en la manera de interactuar con ella. En este escenario de cambio también se ven afectados los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por ello se hace necesario reflexionar, de manera continua y crítica, sobre el efecto de los mismos en nuestras prácticas docentes cotidianas y en las formas de aprendizaje, de allí la importancia de complementar la enseñanza con las tecnologías de la información y la comunicación (TICs), aplicando estrategias que motiven a los estudiantes a desarrollar sus capacidades de creatividad, exploración, verificación y autoevaluación.

Considerando lo anterior y preocupados con los bajos rendimientos académicos de los estudiantes que ingresan a las carreras de ingeniería, surge la necesidad de hacer algún aporte como docentes, a través de cambios en las estrategias de enseñanza, que apunten a mejorar las condiciones para un aprendizaje significativo de las matemáticas básicas y una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes.

En el presente trabajo, que forma parte de un proyecto de investigación del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSa.), se muestra los resultados de una experiencia de incorporación del software de geometría dinámica Geogebra, como herramienta complementaria al papel y lápiz, en el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura Álgebra Lineal y Geometría Analítica (ALGA) de las carreras de Ingeniería, específicamente en el tema Rectas y Planos en el espacio, con el objetivo de contribuir a la mejora del rendimiento académico de los alumnos que cursan la asignatura y favorecer la autonomía en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Son muchos los problemas de enseñanza y aprendizaje de Matemáticas que se presentan en el primer año universitario y constituye el campo de acción en esta investigación. Tanto para la enseñanza como para el aprendizaje de la geometría se presentan dificultades en el tratamiento de resolución de problemas ya que visualizar figuras geométricas, lograr conceptualizar e incorporar propiedades para justificar respuestas a los problemas es una tarea que por lo general ha sido reemplazada por actividades puramente algebraicas y aritméticas.

En la geometría no solo el uso de fórmulas es importante para resolver situaciones problemáticas, sino también visualizar y tener un razonamiento adecuado. En este sentido Sánchez Rosal (2012), recomienda una paulatina incorporación de los recursos tecnológicos como complemento de la enseñanza tradicional en el ámbito universitario y pone énfasis en la importancia de los procesos de visualización, que permite la asimilación de conceptos abstractos en base de imágenes o representaciones que las TICs proporcionan.

Cabe aclarar que si bien la incorporación de la tecnología en la formación de profesionales ingenieros resulta ser muy importante y beneficiosa, de ninguna manera se pretende reemplazar al conocimiento,

sino colaborar e incentivar a la construcción del mismo. Por lo tanto, lo que se busca con la integración de las TIC a la educación universitaria es un aprendizaje significativo, favorecer la adquisición de competencias y aprovecharlas como elementos motivadores para el estudiante.

Como afirma Castellano (2010), no basta con aprender a operar aparatos ni dominar técnicas, de lo que se trata es de transformar la práctica docente integrando recursos y estrategias originales, pero no para satisfacer un requerimiento de modernización, sino convencidos de que la práctica innovadora provoca un salto de calidad en el aprendizaje, o tiene chances de hacerlo [64].

■ Marco Teórico

La enseñanza constructivista considera que el aprendizaje humano es siempre una construcción interior, aún en caso que el educador acuda a una exposición magistral, pues ésta no puede ser significativa si sus conceptos no encajan ni se insertan en los conceptos previos de los estudiantes. El propósito es precisamente facilitar y potenciar al máximo ese procesamiento interior con miras a su desarrollo.

La acción constructivista, según Ramírez Toledo (2013), se apoya en la estructura conceptual de cada estudiante: parte de las ideas y preconceptos que el estudiante trae sobre el tema de la clase. Así, cuando un individuo enfrenta una situación matemática debe recurrir a sus ideas sobre los conceptos involucrados en ella, haciendo una reconstrucción de su conocimiento como resultado de la reflexión sobre las condiciones del problema planteado. De esta manera puede reestructurar su conocimiento mediante una reorganización de las estructuras en un nivel más elevado, donde el nuevo conocimiento es asimilado.

Por lo tanto, una meta clara dentro de este marco teórico es ayudar a los estudiantes a que construyan las estructuras apropiadas para cada nuevo concepto. El sujeto construye y reconstruye significados de manera personal y en interacción con otros estudiantes y con el docente mismo, y tales construcciones no se pueden desvincular del contexto donde acontecen. Las funciones psicológicas superiores se ven modificadas y mediadas por el uso de instrumentos (entre otros las nuevas tecnologías) y por el lenguaje. (Santos y Stipcich, 2009).

Por otro lado, la enseñanza tradicional de la geometría, basada en nombres de figuras y cuerpos, en desmedro de la significación de los conocimientos, se convierte en una actividad repetitiva que no da lugar al debate de los procedimientos que los estudiantes realizan, ni permite desarrollar procesos cognitivos reflexivos y compartidos, ni a descubrir las diferentes maneras de resolver un mismo problema y mucho menos a validar cada uno de los procedimientos realizados.

A la luz de estas dificultades, se propone una investigación orientada a fortalecer las situaciones del nivel universitario que demandan más atención, en este caso, mediante el enriquecimiento de los contenidos de geometría utilizando las TICs y el estudio de sus efectos sobre el aprendizaje.

■ Objetivos

- Favorecer el aprendizaje significativo y el proceso de autoevaluación en los estudiantes de primer año de ingeniería.
- Contribuir a la mejora del rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería en la asignatura ALGA, en el tema “Rectas y Planos en el espacio”.

■ Descripción de la Experiencia y Metodología

Este trabajo, que forma parte del Proyecto N° 2197 del CIUNSA, se llevó a cabo en la Facultad de Ingeniería de la UNSa, en el segundo cuatrimestre de 2015, en la asignatura Álgebra Lineal y Geometría Analítica (ALGA), que es una materia de régimen cuatrimestral de las carreras de Ingenierías Química, Civil, Industrial y Electromecánica.

Se focaliza en el análisis del efecto producido por la incorporación a las clases teórico-prácticas del software de geometría dinámica "Geogebra", en el rendimiento académico de los estudiantes en el tema Rectas y Planos en el espacio, correspondiente al Trabajo Práctico N° 4 de la asignatura. La experiencia se llevó a cabo en los horarios usuales de clase y participaron dos comisiones de trabajos prácticos.

Del total de estudiantes que cursaban en esa instancia la asignatura (300), se tomaron dos comisiones de 70 estudiantes cada una. Una de ellas denominada grupo experimental (en la cual se incorporó el uso de Geogebra como herramienta complementaria, en la verificación de los resultados de los problemas propuestos, en la visualización de las gráficas de las rectas y planos, en el estudio de la variación de parámetros y en la observación de los distintos casos y tipos de soluciones) y la otra denominada grupo de control (en la que se trabajó con la metodología clásica, resolución de la guía de trabajos prácticos con lápiz y papel).

Etapas de la experiencia

1. Resolución del Trabajo Práctico N° 4, referido al tema Rectas y Planos en el espacio (teoría y práctica), fue desarrollado en ambas comisiones simultáneamente cada una con su metodología.
2. Finalizada la Unidad se realizó una Evaluación por Temas (cuestionario escrito) idéntica para ambas comisiones. En ésta etapa de la investigación se analizaron los resultados obtenidos por todos los estudiantes, haciendo un análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados, con el objetivo de poder comparar el rendimiento académico que tuvieron los dos grupos, el experimental y el de control. Se procuró determinar así la influencia del uso del Geogebra en el aprendizaje de rectas y planos.

3. Finalizada las 5 primeras unidades de la materia se realizó el Segundo Parcial en el cual se incluye el tema Rectas y Planos en el Espacio. Se analizó el rendimiento de los estudiantes de las dos comisiones en el ejercicio relacionado al tema.
4. Al finalizar el cursado se realizó una encuesta anónima a los estudiantes de la comisión experimental acerca de su opinión sobre el uso del Geogebra en la asignatura ALGA.

■ Resultados

Evaluación por temas

Se indican los puntos evaluados en la Primera evaluación por temas de la asignatura ALGA, realizada a todos los estudiantes, sobre el tema Rectas y Planos en el espacio. Los puntos evaluados fueron:

- 1a) Halle el punto de la recta $X = (1, 2, 1) + t(0, 1, 1)$ más próximo al punto $B = (-1, 1, -1)$
- 1b) Defina proyección vectorial de un vector sobre otro.

Se realizó un análisis cuantitativo y otro cualitativo sobre los resultados obtenidos en ésta evaluación por los dos grupos en estudio.

Análisis Cuantitativo

Para realizar éste análisis se calcularon las notas promedios obtenidas por el grupo experimental y el de control para cada uno de los ejercicios de la evaluación, las cuales se muestran en la tabla 1 y se representan en el gráfico de la figura 1.

Debe tenerse en cuenta que el puntaje máximo de cada ejercicio es:

- 1a) Práctica. 25 puntos
- 1b) Teoría. 25 puntos

Se obtuvieron las siguientes notas promedio en la primera evaluación por temas:

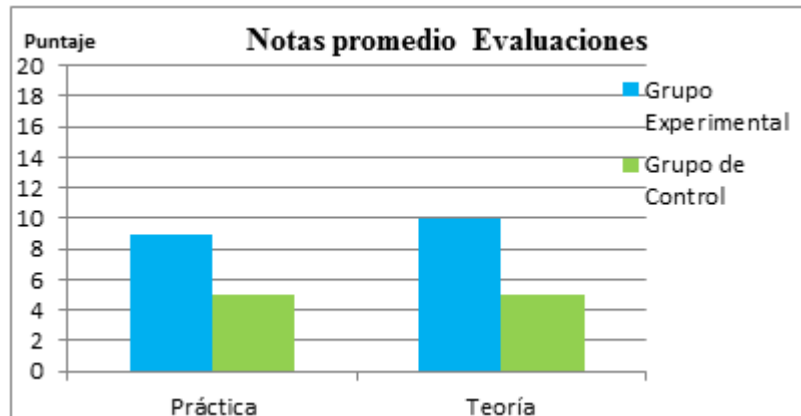


Figura 1. Nota promedio evaluaciones

Tabla 1. Nota Promedio Evaluaciones

Notas Promedio Evaluaciones		
Ejercicios	Grupo Experimental	Grupo de Control
Práctica	9	5
Teoría	10	5

Del análisis cuantitativo se observa que el grupo experimental tuvo en general un mejor rendimiento que el grupo de control, lo cual pudo observarse claramente en los gráficos de barras correspondientes a cada ejercicio.

Análisis Cualitativo

Se analizaron cada uno de los ejercicios de la Evaluación por Temas, como así también los conceptos solicitados en cada inciso de los mismos, adoptándose una escala cualitativa que tiene en cuenta si la respuesta del alumno está mal, regular, bien o muy bien. En el caso de resoluciones correctas y sin errores conceptuales se considera muy bien, si se observa alguna imprecisión simbólica o de

expresión se considera bien, en caso de tener errores de cálculos o simbología pero no conceptuales se considera regular y mal en caso de presentarse errores de concepto.

Se presenta la Tabla 2 y los gráficos de barras 2a y 2b con los resultados obtenidos en ambos grupos.

Tabla 2. Evaluación por Temas

Evaluación por Temas	Ejercicio Práctico		Ejercicio Teórico	
	Grupo Experimental	Grupo de Control	Grupo Experimental	Grupo de Control
Muy bien	21	8	22	9
Bien	5	4	4	3
Regular	3	6	5	4
Mal	25	27	21	14
Vacio	16	25	18	40

Figura 2a. Ejercicio Práctico

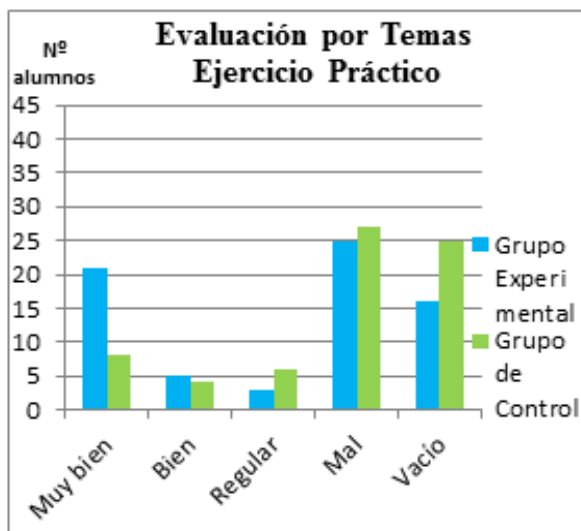
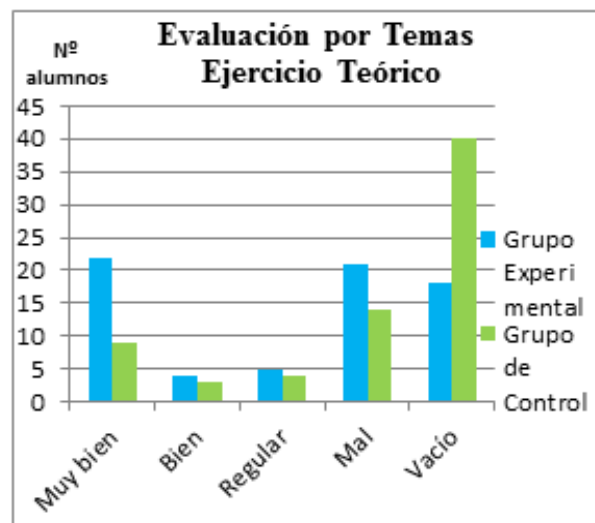


Figura 2b. Ejercicio Teórico



Del análisis cualitativo, se observa que el grupo de los estudiantes que resolvieron los ejercicios, el grupo experimental tuvo un mejor rendimiento que el grupo control.

En ambos grupos, sin embargo fue notorio el gran porcentaje de alumnos que no resolvieron o que lo hicieron mal (aproximadamente 70%), debido a errores de cálculo, de signo y de resolución de ecuaciones, observándose dificultades en el manejo de expresiones algebraicas.

Segundo Parcial

A continuación se indican los puntos evaluados sobre el tema Rectas y Planos en el espacio en el Segundo Parcial de la asignatura realizado a todos los estudiantes. Se tiene en cuenta para el análisis las dos comisiones: de control y experimental.

Los puntos evaluados fueron:

Ejercicio Práctico: Halle la ecuación cartesiana implícita del plano por P (1, 1,0) y que contiene a la recta $2 - x = \frac{2y + 4}{2} = 1 - z$. Indique a qué distancia se encuentra el plano del origen.

Ejercicio Teórico: Defina producto vectorial y deduzca una regla práctica para su cálculo.

Análisis Cuantitativo

Para realizar este análisis se calcularon las notas promedios obtenidas por el grupo experimental y de control para cada uno de los ejercicios de la evaluación, las cuales muestran en la tabla 3 y se representan en el gráfico de la Figura 3.

El puntaje máximo de cada ejercicio fue:

1a. Práctica. 13 puntos

1b. Teoría. 12 puntos

Se obtuvieron las siguientes notas promedio en el Segundo Parcial:

Tabla 3. Nota promedio Parcial

Notas Promedio de Parciales		
Ejercicios	Grupo Experimental	Grupo de Control
Practica	7	5
Teoría	4	3
Total	11	8

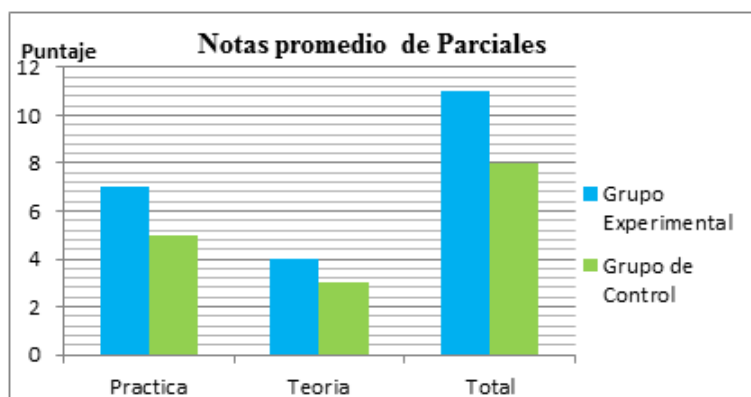


Figura 3. Nota promedio Parcial

Del análisis cuantitativo se observa que el grupo experimental tuvo en general un mejor rendimiento que el grupo de control, lo cual pudo observarse claramente en los gráficos de barras correspondientes a cada ejercicio.

Análisis Cualitativo

Se analizaron cada uno de los ejercicios del Parcial, considerándose la interpretación del problema, los conceptos solicitados en cada inciso y la resolución de los mismos, adoptándose una escala cualitativa que tiene en cuenta si lo que el estudiante contestó está: mal, regular, bien o muy bien de manera análoga a la evaluación por temas.

Se presenta la Tabla 4 y los gráficos de barras 4a y 4b con los resultados obtenidos en ambos grupos.

Tabla 4. Examen Parcial

Examen Parcial	Ejercicio Práctico		Ejercicio Teórico	
	Grupo Experimental	Grupo de Control	Grupo Experimental	Grupo de Control
Muy bien	28	20	12	11
Bien	4	6	4	3
Regular	7	6	3	3
Mal	24	22	29	29
Vacío	7	16	22	24

Figura 4a. Ejercicio Práctico

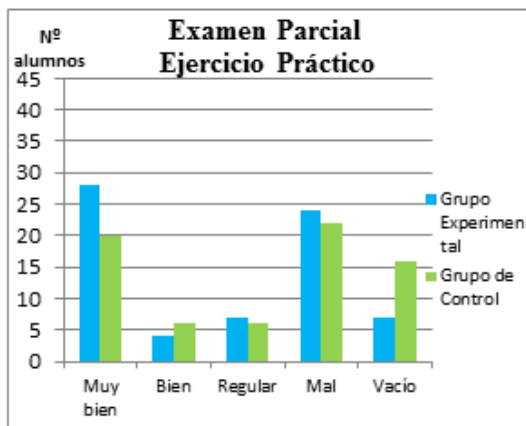
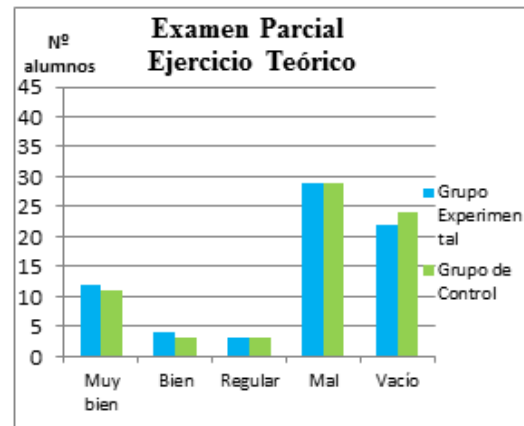


Figura 4b. Ejercicio Teórico



El análisis cualitativo permite observar que, de los que contestaron, el mejor rendimiento estuvo en el grupo experimental, sin embargo fue notorio el gran porcentaje (75%) de estudiantes de ambos grupos que no resolvieron o hicieron mal la parte teórica, debido a falta de estudio de las definiciones y dificultad para realizar deducciones.

En el análisis cualitativo se destaca en el grupo experimental mejor dominio conceptual y un porcentaje mayor de interpretación correcta de los enunciados propuestos en relación al grupo control. El 95% de los estudiantes del grupo experimental realizaron un gráfico para interpretar la situación planteada, en cambio solo el 40% de los estudiantes del grupo control lo hizo. Confusión en los distintos tipos de

producto entre vectores y errores acerca de las distintas formas de ecuaciones de la recta en el espacio, solo se observaron en el grupo control.

■ Conclusiones

El análisis de los resultados indica que los objetivos se cumplieron parcialmente ya que los estudiantes que utilizaron Geogebra durante la realización del trabajo práctico de Rectas y Planos tuvieron un mejor rendimiento en el tema, tanto en las evaluaciones como en el parcial, además interpretaron mejor los enunciados con la ayuda de un gráfico para visualizar el problema, de lo que se podría inferir la importancia del uso del software en la mejor visualización de los problemas relacionados con rectas y planos en el espacio.

Una aportación importante observada en la realización de los trabajos prácticos con la ayuda del Geogebra, fue la posibilidad que tuvieron los estudiantes de verificar los resultados obtenidos trabajando con lápiz y papel, además de observar las infinitas soluciones que se podían presentar en algunos problemas propuestos y que son imposibles de visualizar sin la ayuda del software. Esto facilitó el tema de corrección de los prácticos a los docentes ya que los alumnos pudieron constatar sus resultados de manera autónoma.

La utilización del Geogebra resultó motivante según los comentarios vertidos en la encuesta final realizada a los estudiantes de la comisión experimental. El 98% de los encuestados remarcaron como muy positivo el uso del Geogebra en su aprendizaje, indicando la importancia de la vista gráfica en la comprensión del tema, lo que les permitió relacionar ideas sobre los conceptos involucrados.

Por ello se podría pensar que el uso del Geogebra favoreció la reconstrucción del conocimiento, y se espera el logro de un aprendizaje significativo. Esto alienta a seguir extendiéndolo a todos los temas de la asignatura y de otras asignaturas de primer año de las carreras de Ingeniería, como así también a proponer nuevas actividades en clase para lograr que los estudiantes obtengan mejores resultados y aprovechen eficientemente los recursos tecnológicos actuales.

■ Referencias Bibliográficas

- Castellano, H. M. (2010). *Integración de la tecnología educativa en el aula enseñando con las TIC*. Buenos Aires, Argentina: Cengage Learning.
- Ramírez Toledo, A. (2012). *El Constructivismo pedagógico*. Recuperado de <http://www.educarchile.cl/Userfiles/P0001%5CFile%5CEI20>.
- Sánchez Rosal, A. (2012). Incorporación de las TIC en el aprendizaje de las matemáticas en el sector universitario. *Revista de Educación Matemática*, 27(3), 23-28. Unión Matemática Argentina. Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Universidad Nacional de Córdoba.

Santos, N. & Stipcich, M. (07/2011). *La resolución de problemas de matemática y física con TIC*. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta. Curso dictado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta. Resolución N° 439 Consejo Directivo. Salta, Argentina: Universidad Nacional de Salta.