

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Investigación  
Programa Universitario de Investigación en Educación



Informe final

## **Implementación de GeoGebra en el curso de Resistencia de Materiales 2**

**PROYECTO No. AP4**

Equipo de investigación

**Coordinador: Hugo Allan García Monterrosa**

William Roberto Gutiérrez Herrera  
María del Mar Girón Cordón  
Flor de María Pérez

Guatemala, enero de 2020

Instituto de Investigaciones de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas

Centro de Investigación de Ingeniería

Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera  
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar  
Coordinador General de Programas

Nombre  
Coordinador del Programa de Investigación

Hugo Allan García Monterrosa  
Coordinador del proyecto

María del Mar Girón Cordón  
Investigador

William Roberto Gutiérrez Herrera  
Investigador

Flor de María Pérez Medina  
Auxiliar de investigación I

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2020. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.63.4.41. durante el año 2020 en el Programa Universitario de Investigación de Educación.

## Índice

1. Resumen.....	6
2. Palabras clave:.....	7
3. Abstract and keywords.....	7
4. Introducción.....	8
5. Planteamiento del problema.....	9
6. Preguntas de Investigación.....	11
7. Delimitación en tiempo y espacio.....	11
8. Marco teórico.....	15
9. Estado del arte.....	19
10. Objetivo general.....	25
11. Objetivos específicos.....	25
12. Hipótesis.....	26
13. Materiales y métodos.....	26
14. Vinculación, difusión y divulgación.....	28
15. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados:.....	30
16. Análisis y discusión de resultados:.....	41
17. Conclusiones.....	52
18. Recomendaciones.....	52
19. Impacto esperado.....	53
20. Referencias.....	53

## Índice de tablas

Tabla 1: Cronograma de actividades.....	11
Tabla 2: Espacio propuesto inicialmente.....	12
Tabla 3: Espacios utilizados durante la Pandemia Mundial.....	14
Tabla 4: Integración de Notas durante la realización del proyecto de investigación.....	16
Tabla 5: Operacionalización de las variables o unidades de análisis.....	27
Tabla 6: Resumen de participación de los estudiantes en los cuestionarios.....	30
Tabla 7: Aplicaciones en GeoGebra.....	36
Tabla 8: Herramientas utilizadas.....	38
Tabla 9: Comportamiento de participación de los estudiantes por sección en el Primer Semestre.....	45
Tabla 10: Comportamiento de participación de los estudiantes por sección en el Segundo Semestre.....	45

## Índice de figuras

Figura 1: Dispositivos de los estudiantes.....	13
Figura 2: Acceso a Internet por parte de los estudiantes.....	14
Figura 3: Porcentaje de participación de los estudiantes en la realización de la Tarea Rica. .....	18
Figura 4: Porcentaje de uso de sistemas operativos utilizados por los estudiantes.....	23
Figura 5: Porcentaje de uso de los programas de ofimática que utilizan los estudiantes.....	23

Figura 6: Porcentajes de conocimiento de softwares aplicados en la carrera de Ingeniería por parte de los estudiantes.....	24
Figura 7: Porcentaje de estudiantes que tienen licencia del software que utiliza.....	25
Figura 8: Seleccionados para participar en los Coloquios del Segundo Semestre de 2020..	29
Figura 9: Anuncio del 19o. Coloquio GeoGebra.....	30
Figura 10: Carreras de los estudiantes.....	31
Figura 11: Repitencia del curso.....	32
Figura 12: Conocimientos sobre el comportamiento de vigas ante cargas.....	33
Figura 13: Identificación de cargas básicas.....	34
Figura 14: Nube de palabras sobre cargas básicas.....	34
Figura 15: Identificación de falla por tipo de columna.....	35
Figura 16: Vista del profesor de actividad “Columnas: Columnas Cortas”.....	37
Figura 17: Vista del estudiante de actividad “Columnas: Columnas Cortas”.....	37
Figura 18: Anuncio de la Evaluación Final del curso de Resistencia de Materiales 2.....	38
Figura 19: Propuesta de Laboratorios Virtuales para Resistencia de Materiales 2.....	38
Figura 20: Participación de los estudiantes en GeoGebra durante el Primer Semestre 2020. .....	39
Figura 21: Participación de los estudiantes en GeoGebra durante el Segundo Semestre 2020.....	40
Figura 22: Participación de los estudiantes por semestre y por fase de la Tarea Rica.....	40
Figura 23: Comparación de resultados generales por semestre en las secciones expuestas a GeoGebra.....	41

Figura 24: Participación de los estudiantes en GeoGebra durante el Primer y Segundo Semestre 2020.....	42
Figura 25: Tendencias de participación de los estudiantes en GeoGebra durante el Primer y Segundo Semestre 2020.....	43
Figura 26: Desempeño en actividades del curso durante el Primer Semestre.....	44
Figura 27: Desempeño en actividades del curso durante el Segundo Semestre.....	44
Figura 28: Comportamiento de participación de los estudiantes por sección en el Primer Semestre.....	46
Figura 29: Comportamiento de participación de los estudiantes por sección en el Segundo Semestre.....	47
Figura 30: Análisis multivariable de las notas de los estudiantes del Primer Semestre.....	48
Figura 31: Análisis multivariable de las notas de los estudiantes del Segundo Semestre....	49
Figura 32: Análisis multivariable de las notas de Laboratorio de los estudiantes del Primer Semestre.....	50
Figura 33: Análisis multivariable de las notas de laboratorio de los estudiantes del Segundo Semestre.....	51

## 1. Resumen

El curso de Resistencia de Materiales 2 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) puede dividirse en cuatro partes: Curva elástica de vigas, introducción al análisis de vigas hiperestáticas, esfuerzos combinados y columnas. Todos estos temas tienen en común la necesidad de un manejo profundo de las matemáticas, aplicando el cálculo simbólico y ecuaciones diferenciales principalmente. Los estudiantes deben ser capaces de crear modelos que les permitan predecir comportamientos físicos. GeoGebra permite crear lecciones de ciencia, tecnología,

ingeniería y matemáticas (CTIM) para cualquier nivel educativo, promoviendo el trabajo en equipo, un aprendizaje práctico, permitiendo identificar contenido relevante, ser creativo, en conclusión un proceso de enseñanza-aprendizaje agradable.

La implementación de GeoGebra en el aula tiene dos funciones básicas, la primera consiste en presentar los temas a tratar en la clase magistral (vigas, estructuras hiperestáticas, esfuerzos combinados y columnas) aplicaciones CTIM que demuestren los mismos, la segunda función consiste en el desarrollo por parte de los estudiantes de sus propias construcciones (creando un banco de construcciones).

La investigación ha permitido conocer si la implementación de un software libre como GeoGebra tiene un impacto en la preparación académica de los estudiantes de Ingeniería, por medio de la manipulación de aplicaciones creadas con el software antes mencionado, y la creación de las mismas. Lo cual se observa con las notas obtenidas por los estudiantes durante estos semestres y otras secciones.

## **2. Palabras clave:**

Software libre, vigas, estructuras hiperestáticas, esfuerzos combinados, columnas.

## **3. Abstract and keywords**

The course of Resistencia de Materiales 2 at the Engineering Faculty of the Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) can be divided into four parts: Elastic curve of beams, introduction to the analysis of hyperstatic beams, combined forces and columns. All these topics have in common the need for a deep management of mathematics, applying mainly symbolic calculus and differential equations. Students must be able to create models that allow them to predict physical behaviors. GeoGebra allows to create science, technology, engineering and mathematics (STEM) lessons for any educational level, promoting teamwork, practical learning, allowing to identify relevant content, be creative, in conclusion a pleasant teaching-learning process.

The implementation of GeoGebra in the classroom has two basic functions, the first is to present the topics to be dealt with in the master class (beams, hyperstatic structures,

combined forces and columns) STEM applications to demonstrate them, the second function consists of the development of the students own constructions (creating a constructions bank).

The research has revealed if the implementation of a free software such as GeoGebra has an impact on the academic preparation of Engineering students, through the manipulation and creation of applications with the aforementioned software. It is noted with the grades obtained by students during these semesters and other sections.

Key words:

Open software, beams, hyperstatic structures, combined forces, columns

#### **4. Introducción**

En el proceso de enseñanza aprendizaje de los futuros ingenieros se incluyen actividades que permitan el contacto con la realidad a través de prácticas de laboratorio, visitas a obras y resolución de casos reales que se observan a nivel nacional (Guatemala) a través del ejercicio profesional supervisado y de tutorías de profesores que trabajan en la industria de la construcción y su gestión, así como la utilización de tecnología de punta, con el objetivo de desarrollar la capacidad de analizar un problema, escoger los métodos de análisis e interpretación, evaluar los mismos, proponer solucionar, en conclusión, desarrollar áreas STEM.

En el año 2019 se propuso la investigación IMPLEMENTACIÓN DE GEOGEBRA EN EL CURSO DE RESISTENCIA DE MATERIALES 2 en la Convocatoria Anual de la Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ganando el financiamiento para su realización. La investigación abarca los dos semestres del año 2020, una sección por semestre, haciendo un total de 76 estudiantes. El curso incluye actualmente una sección de laboratorio, donde se realizó inicialmente las evaluaciones para llevar control de todos los estudiantes que llevan el curso (aproximadamente doscientos estudiantes por semestre), así comparar los resultados de los estudiantes que acompañaron su aprendizaje con GeoGebra, y aquellos que no lo utilizaron.

La implementación de GeoGebra en el aula tiene dos funciones básicas, la primera consiste en presentar los temas a tratar en la clase magistral (vigas, estructuras hiperestáticas, esfuerzos combinados y columnas) aplicaciones CTIM<sup>1</sup> que demuestren los mismos, creándose en total 26 actividades para desarrollarse en diversas modalidades educativas. La segunda función consiste en el desarrollo por parte de los estudiantes de sus propias construcciones (creando un banco de construcciones).

La investigación ha permitido conocer si la implementación de un software libre como GeoGebra tiene un impacto en la preparación académica de los estudiantes de Ingeniería, por medio de la manipulación de aplicaciones creadas con el software antes mencionado, y la creación de las mismas. Lo cual se observa con las notas obtenidas durante estos semestres en comparación de semestres anteriores y otras secciones.

## **5. Planteamiento del problema**

El proceso de enseñanza aprendizaje a nivel superior se ve afectado por diversas limitantes, desde clases magistrales hacinadas y sobrepobladas, falta de equipo y materiales en el laboratorio para realizar prácticas. La implementación de GeoGebra, software libre interactivo para la educación que involucran matemáticas, viene a ser una herramienta ideal para que el estudiante alcance los objetivos de enseñanza eliminando muchas de las limitantes expuestas. GeoGebra permite crear lecciones CTIM para cualquier nivel educativo, permitiendo el trabajo en equipo, un aprendizaje práctico, permitiendo al estudiante identificar contenido relevante, ser creativo, en conclusión un proceso de enseñanza-aprendizaje agradable.

Actualmente los estudiantes del curso de Resistencia de Materiales 2 presentan dificultades al resolver problemas de índole matemática, particularmente lo que se refiere al análisis de vigas, esfuerzos combinados y columnas, temas de vital importancia en el desarrollo profesional de los ingenieros, especialmente de un Ingeniero Civil en el área de Estructuras.

---

<sup>1</sup> CTIM: Acrónimo de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática.

Bajo este perfil los estudiantes deben tener una formación básicamente conceptual y analítica complementada en lo esencial con la teoría numérica, debe buscar el constante desarrollo de actitudes investigativas en aspectos científicos y tecnológicos, ser moderno en la aplicación de la informática para la administración de proyectos de infraestructura y estar dispuesto a autoformarse continuamente en las áreas que las situaciones o el momento demanden.

El curso de Resistencia de Materiales 2 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) puede dividirse en cuatro partes: Curva elástica de vigas, introducción al análisis de vigas hiperestáticas, esfuerzos combinados y columnas. Todos estos temas tienen en común la necesidad de un manejo profundo de las matemáticas, aplicando el cálculo simbólico y ecuaciones diferenciales principalmente, los estudiantes deben ser capaces de crear modelos que les permitan predecir comportamientos físicos. GeoGebra es un software que permite la creación de tales modelos.

En el proceso de enseñanza aprendizaje de los futuros ingenieros se incluyen actividades que permitan el contacto con la realidad a través de prácticas de laboratorio, visitas a obras y resolución de casos reales que se observan a nivel nacional (Guatemala) a través del ejercicio profesional supervisado y de tutorías de profesores que trabajan en la industria de la construcción y su gestión, así como la utilización de tecnología de punta, con el objetivo de desarrollar la capacidad de analizar un problema, escoger los métodos de análisis e interpretación, evaluar los mismos, proponer solucionar, en conclusión, desarrollar áreas CTIM.

GeoGebra es un software libre que permite realizar un análisis cuantitativo de diversas situaciones, desde las más sencillas que se encuentran en la vida cotidiana, hasta las más complejas (creación de modelos). Al tratarse de un software libre presenta muchas facilidades para el estudiante, principalmente uno de los factores más importantes es el económico, ya que no tiene costo. También se debe considerar que es de fácil uso.

GeoGebra es aplicable a cualquier situación en la que se desea realizar un análisis cuantitativo. En el caso del curso de Resistencia de Materiales 2, donde el objetivo principal es proporcionar al estudiante conocimiento teórico y práctico para que pueda desarrollar habilidad para analizar y diseñar elementos de diferentes tipos (vigas y columnas), GeoGebra es una herramienta poderosa, que puede disminuir los efectos adversos de las diversas situaciones del entorno.

Es importante establecer si la utilización de un software como GeoGebra tiene un impacto positivo en el proceso de enseñanza aprendizaje, preferiblemente de manera cuantitativa. Esta investigación determina, de manera cuantitativa, si la aplicación de GeoGebra beneficia al estudiante.

## 6. Preguntas de Investigación

- ¿La implementación de GeoGebra en el salón de clases implica una mejora en el rendimiento de los estudiantes de Resistencia de Materiales 2?
- ¿Es factible la utilización de GeoGebra en el salón de clases desde dispositivos electrónicos (tabletas, celulares, computadoras)?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de GeoGebra en los cursos profesionales?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de software libre en las carreras de Ingeniería?

## 7. Delimitación en tiempo y espacio

### 7.1 Delimitación en tiempo

Las actividades del proyecto se realizaron entre enero de 2020 y enero de 2021.

**Tabla 1**

*Cronograma de actividades.*

PRIMER SEMESTRE 2020	
Inicio de actividades en la USAC	9 de enero

Inicio de clases	20 de enero
Suspensión de actividades presenciales por Pandemia Mundial	14 de marzo
Último día de clases	9 de mayo
Evaluación Final del Curso	17 de mayo
Evaluación de Primera Retrasada	27 de mayo
Evaluación de Segunda Retrasada	9 de julio
SEGUNDO SEMESTRE DE 2020	
Inicio de actividades en la USAC	1 de julio
Inicio de clases	27 de julio
Último día de clases	6 de noviembre
Evaluación Final del Curso	16 de noviembre
Evaluación de Primera Retrasada	27 de noviembre
Evaluación de Segunda Retrasada	15 de enero de 2021

## 7.2 Delimitación del espacio

El proyecto se había planificado inicialmente realizar en las instalaciones de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, debido a la Pandemia Mundial se suspendieron las clases presenciales desde el 14 de marzo de 2020, obligando a realizarlo en otros ambientes.

**Tabla 2**

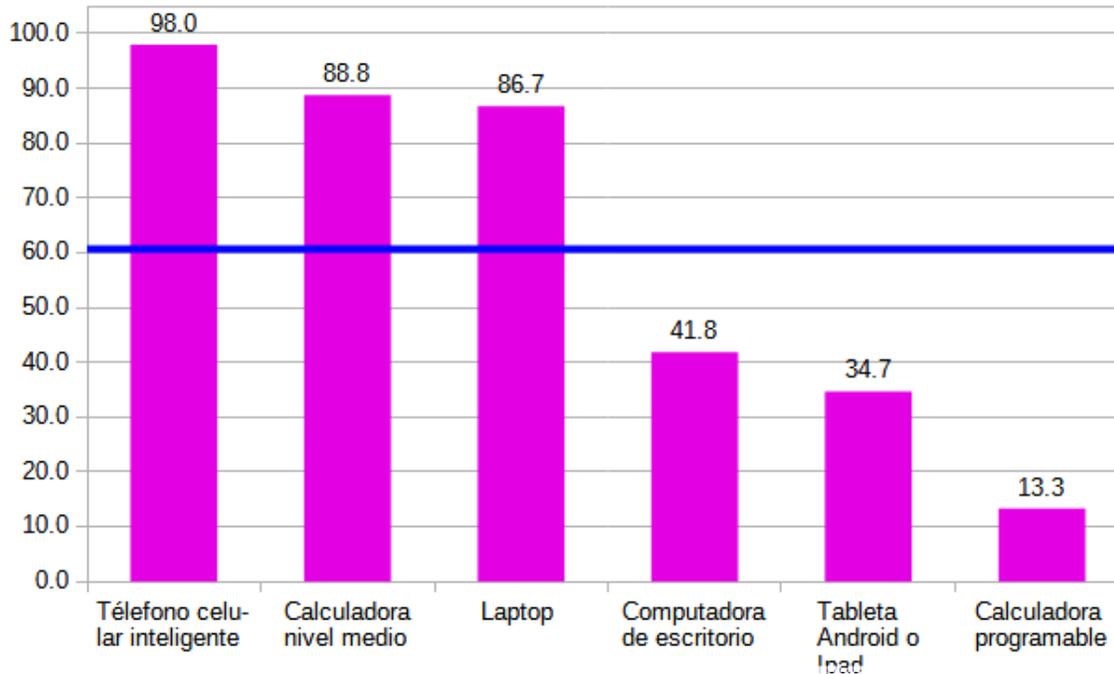
*Espacio propuesto inicialmente*

No.	Elemento	Observaciones
1.	Un aula para un máximo de 50 estudiantes, donde se imparte la clase al grupo base.	Los estudiantes reciben clases presenciales 3 veces por semana. Cada clase tiene una duración de 50 minutos.
2.	Un área designada para atender a los estudiantes, por lo menos una hora	Debido a la falta de un espacio presencial asignado se optó por tener un grupo de

	diaria, durante 5 días a la semana.	Facebook (1), Google Classroom (2) y GeoGebra Group (3) donde los estudiantes comparten su material y dudas, resolviéndose, de forma pública y privada.
3.	Un laboratorio de cómputo para dar un curso de 40 horas sobre GeoGebra.	El espacio fue solicitado al SAE-SAP, sin embargo debido a su espacio y horarios disponibles, se optó por realizar esta actividad de forma virtual.

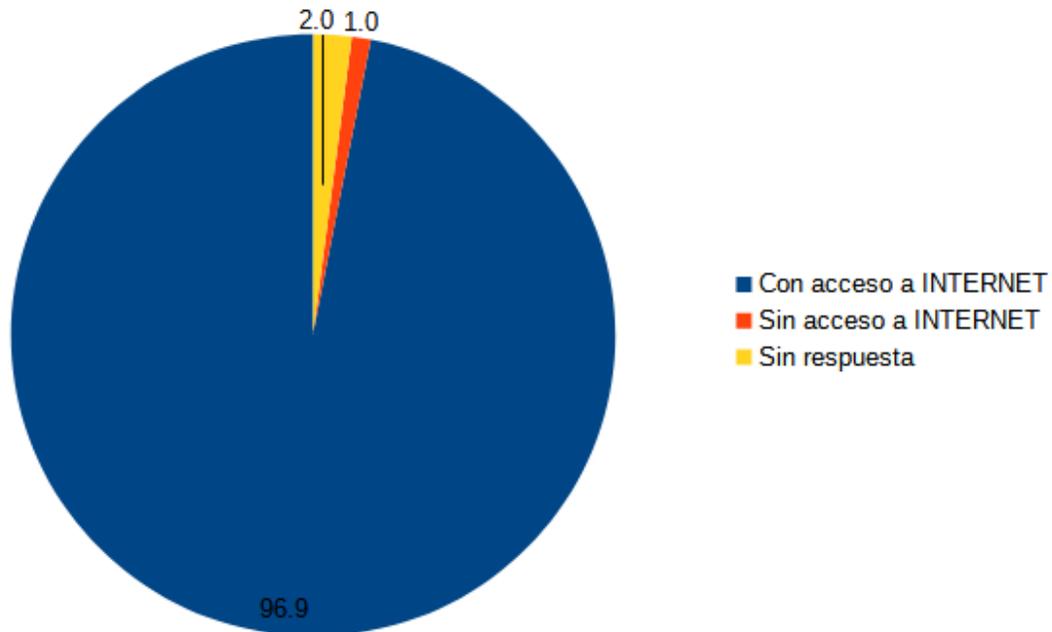
Es importante señalar que los ambientes propuestos debían tener acceso a INTERNET, facilitando la implementación de GeoGebra.

Como parte de las actividades presenciales se realizó un cuestionario a todos los estudiantes del primer semestre de 2020 del curso de Resistencia de Materiales 2<sup>2</sup> con el objetivo de conocer los grupos con los que se estarían trabajando encontrando que los estudiantes poseían teléfono celular inteligente, calculadora nivel medio y laptop y con acceso a internet.



*Figura 1: Dispositivos de los estudiantes.*

<sup>2</sup> En los anexos se encuentra la descripción y resultados de los cuestionarios realizados al inicio del primer semestre del año 2020.



*Figura 2: Acceso a Internet por parte de los estudiantes.*

Los resultados obtenidos facilitaron la toma de decisiones sobre cómo encauzar las actividades programadas en el curso y continuar con el proyecto de investigación.

**Tabla 3**

*Espacios utilizados durante la Pandemia Mundial.*

No.	Elemento	Observaciones
1.	Un dispositivo electrónico con acceso a Internet.	En este caso se fortaleció el uso del grupo de Facebook, Google Classroom y GeoGebra Group, integrándose Google Meet para realizar reuniones virtuales de aprendizaje durante el primer semestre de 2020. Durante el Segundo Semestre se continuó con el grupo de Facebook, GeoGebra Group, reuniones virtuales en Google Meet (lunes, miércoles y viernes, de 16:30 a 17:20), UEDI (Unidad de Educación a Distancia de la Facultad de Ingeniería, Moodle) y GeoGebra Classroom.

## 8. Marco teórico

El Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas (2014, p. 24) de Estados Unidos de América y Canadá indican que la enseñanza efectiva de las matemáticas involucra que los estudiantes hagan conexiones entre representaciones matemáticas para profundizar la comprensión de conceptos y procedimientos matemáticos y como herramientas para la resolución de problemas. El hecho anterior puede ser aplicable en cualquier asignatura que implique a las matemáticas, como es el caso de Resistencia de Materiales 2.

Para impartir el curso se utilizan diversos libros de texto, dentro de los que sobresale el libro de Resistencia de Materiales de Andrew Pytel y Ferdinand Singer (1994), del mismo se obtiene la base teórica y ejercicios para realizar en clase. Además de apoyarse en los libros de Resistencia de Materiales de William Nash (1970), Mecánica de Sólidos de Egor Popov y Toader Balan (2000) y Análisis Estructural de R.C. Hibbeler (2012).

El curso de Resistencia de Materiales 2 abarca cuatro temas básicos:

- Curva elástica, deflexiones en vigas: Relaciones entre curvatura y deformación. Ecuación diferencial de la elástica. Método de integración directa. Principio de Superposición. Método del área del diagrama de momento. Solución de problemas.
- Estructuras hiperestáticas: Enfoque general. Método de integración directa. El método del área del diagrama de momento. Ecuación de momentos. Solución de problemas.
- Esfuerzos combinados y su transformación: La superposición y sus limitaciones. Los miembros cargados excéntricamente. Superposición de esfuerzos cortantes. Ecuaciones de transformación. Esfuerzo plano. Esfuerzo cortante máximo. Circulo de Mohr para esfuerzos.
- Columnas: Clasificación. Carga crítica. Fórmula de Euler para columnas esbeltas. Limitaciones de la fórmula de Euler. Columnas de longitud intermedia, fórmulas empíricas.

Oficialmente, el curso de Resistencia de Materiales 2 tiene diferentes actividades base, las cuales incluyen, una clase magistral (60% de la nota), laboratorio (15% de la nota) y una evaluación final (25% de la nota). La clase magistral incluye tareas, cortos y evaluaciones. Durante esta investigación se planteó agregar una *actividad extra*, una TAREA RICA, definida por Foos (2014, p.17) como un problema planteado a los estudiantes que puede resolverse utilizando variadas estrategias por parte de los alumnos en distintos niveles. Entre las principales características de una TAREA RICA se encuentran que son a menudo abiertas, teniendo muchas soluciones diferentes.

**Tabla 4**

*Integración de Notas durante la realización del proyecto de investigación<sup>3</sup>.*

	Primer Semestre	Segundo Semestre
Evaluaciones Parciales	40	30
GeoGebra	5	18
Lecturas	7.5	6
Tareas	7.5	6
Laboratorio	15	15
Evaluación Final	25	25
Proyecto GeoGebra	10	10
TOTAL	110	110

La TAREA RICA para el curso de Resistencia de Materiales 2 incluyó las siguientes fases:

- FASE 1. Asignación de un problema del libro de texto a cada estudiante interesado en realizar la actividad, para su solución. Se deberá entregar el problema resuelto, explicando detalladamente el mismo, debe ser a computadora, puede ser una presentación o un documento plano. Respondiendo con la versión electrónica (formato .pdf) a un mensaje que se publicará en esta fecha en el grupo en Facebook del curso.
- FASE 2. Realizar con el problema propuesto una aplicación en GeoGebra (<https://www.geogebra.org/?lang=es>), haciendo dinámico el mismo, moviendo puntos de empotramiento, cambiando cargas y/u otros. Crear un usuario en

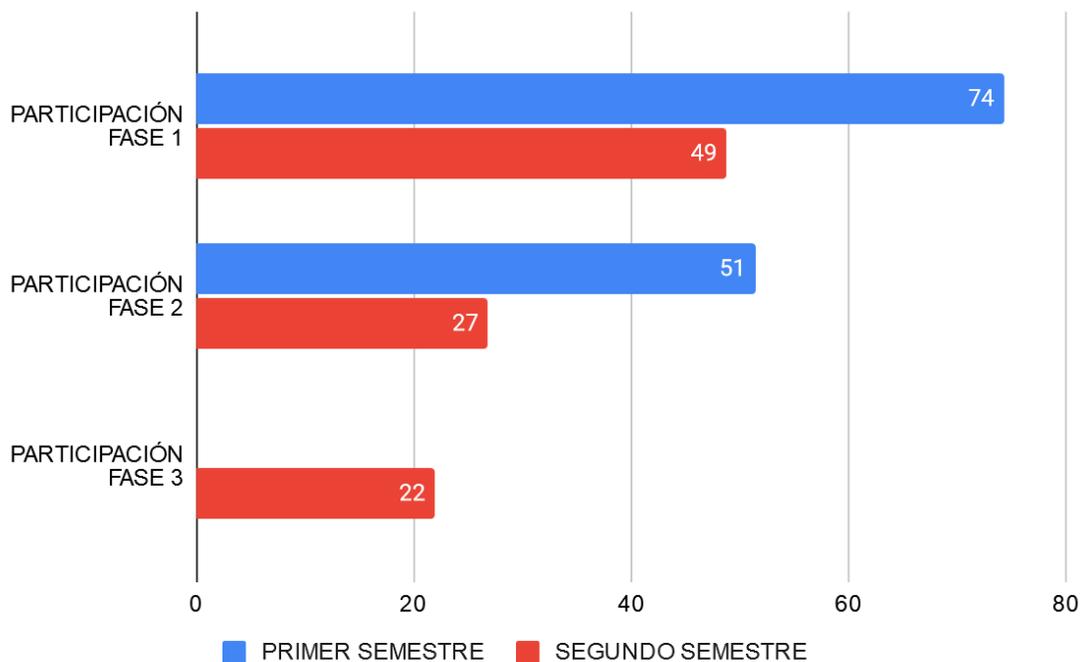
<sup>3</sup> En los anexos se describe la forma de distribución de notas.

GeoGebra y subir su aplicación. Compartir su aplicación como respuesta a un mensaje que se publicará en una fecha específica en el grupo de Facebook.

- FASE 3. Presentación de su aplicación de GeoGebra a la clase. Durante 10 minutos cada estudiante hará la presentación de su aplicación de GeoGebra en clase.

Foos (2014, p.17) señala que la solución de una TAREA RICA es principalmente un proceso dirigido por el estudiante, los profesores sirven como facilitadores del aprendizaje, el proceso ayuda a los estudiantes a comprender las matemáticas subyacentes a la tarea, pero también ayudan a desarrollar y perfeccionar la resolución de problemas.

Para realizar la TAREA RICA, GeoGebra representa grandes ventajas, como lo señalan Gunčaga y Majherová (2012, p. 45), GeoGebra conecta características de álgebra computacional (CAS), geometría interactiva (IGS) y hoja de cálculo, dentro de una interfaz intuitiva y fácil de usar. Los mismos autores señalan que el software proporciona un método para la creación de sitios web HTML dinámicos con imágenes interactivas; los materiales desarrollados en GeoGebra pueden ser alojados libremente en la página de GeoGebra (<https://www.geogebra.org/>).



*Figura 3: Porcentaje de participación de los estudiantes en la realización de la Tarea Rica.*

Durante el primer semestre solamente se realizaron las 2 primeras fases de la Tarea Rica debido principalmente a la reprogramación de actividades por la Pandemia Mundial COVID-19.

En principio, la TAREA RICA es parte de los pasos propuestos (y generalizados) por González (2014), para el uso de un software:

- Realizar un diagnóstico sobre los contenidos precedentes (conocimientos ya adquiridos).
- Incluir como nuevo contenido en la disciplina un curso elemental de GeoGebra.
- Determinar los contenidos que serían tratados con el uso del software.
- Preparar las tareas docentes a desarrollar, incluidas las realizadas por el profesor en el aula, por los alumnos en el aula y para el trabajo independiente de los alumnos, y que tenían como aspecto fundamental la realización de construcciones para variar las condiciones de los fenómenos a estudiar.
- Aplicar las tareas docentes en el proceso de enseñanza aprendizaje.

- Orientar un trabajo independiente sobre la elaboración de una tarea docente para tratar con el software un contenido de estudio no abordado en clase, incluida una discusión de la tarea en el aula. Lo anterior con el fin de comprobar la interiorización de los modos de actuación profesional que se tratan de introducir en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura.
- Realizar una entrevista grupal para conocer las opiniones finales de los estudiantes acerca de los contenidos tratados y de las formas de trabajo utilizadas.

## 9. Estado del arte

Valle (2005) señala que la globalización cambia dramáticamente las prácticas profesionales, aumentando la movilidad profesional, implicando para los ingenieros la necesidad y obligación de relacionarse con personas de diversas disciplinas y culturas, desenvolviéndose en equipos de trabajos dispersos, multidisciplinarios y multiculturales. Por lo anteriormente descrito es necesario obtener una fuente de ventaja competitiva, la cual puede provenir de la capacidad de los profesionales de liderar y trabajar con los grupos antes mencionados, lo cual se puede lograr en parte por amplios conocimientos de tecnología.

Abera y Awgichew (2018) señalan que la tecnología puede dar a los estudiantes la oportunidad de crear conocimiento y explorar nuevos acercamientos para resolver problemas, el conocimiento tecnológico debe ser una habilidad esencial que debe ser promocionada en las clases de matemática (situación que es extendible a diversas asignaturas). Los mismos autores señalan que la tecnología por si misma no debe ser el objetivo final de la instrucción, debe ser tratada como una herramienta para los estudiantes y que puedan profundizar en el aprendizaje de las matemáticas (o la asignatura objetivo).

La Facultad de Ingeniería debe integrar en sus procesos de enseñanza las tecnologías de la información y la comunicación, TIC, dejando atrás el concepto que las mismas son únicamente aplicables a los estudiantes de Ingeniería en Sistemas. *Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) están presentes en los ámbitos y actividades de la sociedad, donde la educación formal no puede ser la excepción, muchas instituciones*

*educativas permanecen distantes de esta revolución tecnológica, y poco articuladas en este aspecto, por lo que la integración de las TIC en las aulas les podría permitir adecuarse y acompañar estos cambios culturales (Del Río et al, 2014).*

Como se muestra en la Imagen 7.2.A., el 98% de los estudiantes encuestados poseían un teléfono celular inteligente y un 87% poseía una Laptop.

Un objetivo básico en el uso de las TIC en la educación superior es integrar los dispositivos que circulan por las aulas (notebooks, tabletas y teléfonos inteligentes) al proceso de enseñanza y aprendizaje, logrando que se inserten en la cotidianidad del aula con la naturalidad con la que se insertaron en otros aspectos de la vida humana, facilitando las tareas. Y como lo indica Laura Del Río y otros (2014) *“es necesario estudiar y analizar el potencial educativo de las TIC, y pensar en las transformaciones que deben realizarse en las prácticas educativas para lograr la adecuación”*.

Actualmente, se está definiendo a la sociedad en este período de la historia como **la sociedad del conocimiento o sociedad en red**. Royero (2006) indica que la misma se caracteriza por las interacciones y flujos de símbolos generalizados de comunicación que sustituyen las determinaciones de uso personal y regional, también señala varias consecuencias de esta sociedad en el proceso educativo superior que valen la pena mencionar:

- La aparición de nuevos proveedores de educación (empresas multinacionales, universidades corporativas y compañías de medios de comunicación).
- Las diversas formas de proporcionar educación, educación a distancia, educación virtual y el aprendizaje en contacto directo (empresas privadas).
- La diversificación de los diplomas y los títulos universitarios.
- El aumento de la movilidad de los estudiantes, los programas, los proveedores de educación y los proyectos por fronteras nacionales.
- El mayor hincapié en la enseñanza permanente, aumentando la demanda de educación postsecundaria.
- El incremento de la inversión privada en el suministro de la educación superior.

Ante tal situación la Universidad de San Carlos debe ver estas consecuencias como oportunidades y aprovechar las mismas en beneficio de los estudiantes y de la población guatemalteca que servirán, lo cual implica la promoción del uso de TIC.

Y es que el uso de las TIC en las aulas universitarias puede dar a los estudiantes un sentimiento de utilidad en sus estudios y sus futuras aspiraciones como profesionales como lo señalan Huapaya y Lizarralde (2009), promoviendo su independencia y autorrealización.

El tema de uso de TIC, no es nuevo, en el año 2011 se llevó a cabo la investigación “Ensayo de metodología participativa en ambientes virtuales de aprendizaje, como apoyo a la educación matemática presencial en carreras de ingeniería”, coordinada por Mayra Castillo, la cual buscaba identificar la incidencia de la implementación de entornos virtuales en la mejora del rendimiento académico en los dos cursos básicos de matemáticas, de carácter obligatorio en todas las carreras de ingeniería de la USAC. En la misma, entre las principales conclusiones se encuentran:

- Los estudiantes tienen un hábito fuerte de utilización de Internet, para descarga de videos, música e información de su interés, pero no lo utilizan con fines de aprendizaje, careciendo de experiencia previa participando en cursos en línea. El 97% de los estudiantes encuestados tienen acceso a Internet.
- El ensayo de sitios virtuales como apoyo y complemento de la formación matemática presencial en carreras de ingeniería, debe promoverse a partir de las características de los grupos estudiantiles meta, privilegiando la utilización de recursos generados específicamente para los cursos en estudio u otros cuyo valor formativo sea previamente evaluado.
- La educación matemática en entornos virtuales para estudiantes de ingeniería, genera una red de interacciones, cuya eficiencia formativa depende del rol asumido por el profesor o tutor, en la guía, orientación y acompañamiento de los procesos individuales y grupales de aprendizaje, mediados por el uso de tecnología.
- La implementación de entornos virtuales para el aprendizaje de la matemática requiere de un equipo de profesionales, que establezcan estrechos vínculos de

relación entre la investigación y la docencia virtual. Para ello se requiere de una actitud docente de aprendizaje continuo del uso de recursos tecnológicos novedosos que se encuentran disponibles en la red.

En el caso descrito, el proyecto se desarrolló con clases generales, cuyo grupo objetivo eran estudiantes de Matemática Básica. En esta oportunidad, el grupo objetivo son grupos ya en áreas profesionales, analizando únicamente el uso de GeoGebra, un Recurso Educativo Abierto.

Un Recurso Educativo Abierto tiene beneficios ya establecidos como: Fomentar el conocimiento y el uso de los recursos educativos abiertos, facilitar un entorno propicio para el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, reforzar el desarrollo de estrategias y políticas de recursos educativos abiertos, promover la comprensión y el uso de marcos de licencias abiertas, apoyar la construcción de capacidades para el desarrollo sostenible de materiales de aprendizaje de calidad, fomentar las alianzas estratégicas para los recursos educativos abiertos, alentar el desarrollo y la adaptación de los recursos educativos abiertos en una variedad de idiomas y contextos culturales, alentar la investigación sobre recursos educativos abiertos, facilitar la búsqueda, obtención e intercambio de recursos educativos abiertos y alentar la publicación con licencias abiertas de los materiales educativos producidos con fondos públicos (Cabero *et al*, 2013).

En la misma prueba diagnóstica mencionada se identificaron los sistemas operativos, programas de ofimática y los programas que utilizan comúnmente los estudiantes, encontrándose que la mayoría se inclina por el uso de programas con licencia privada.

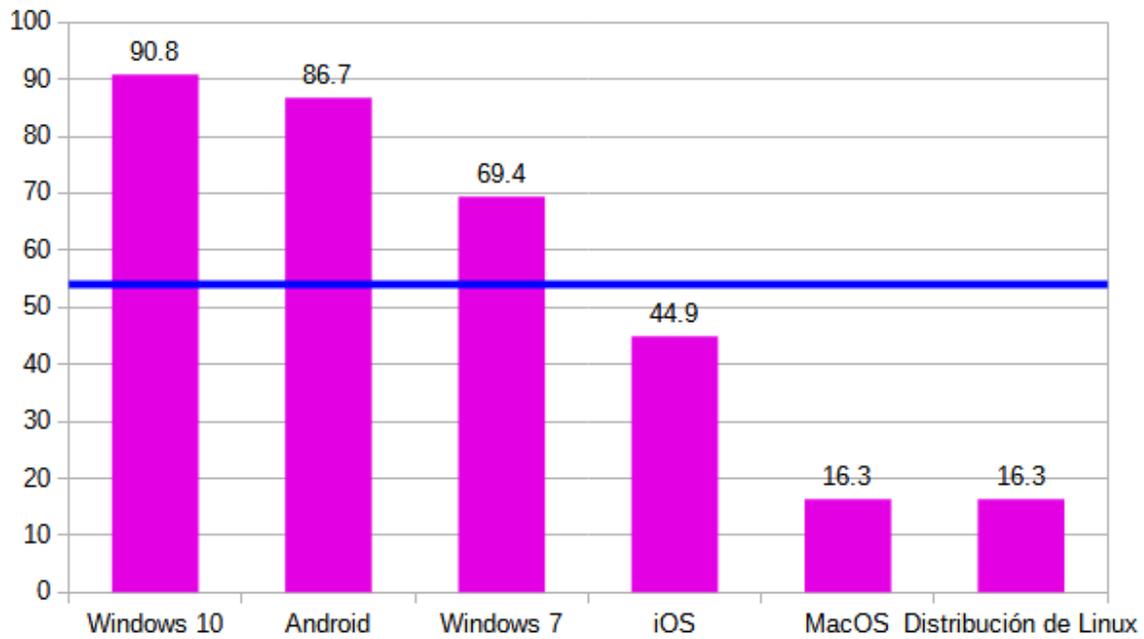


Figura 4: Porcentaje de uso de sistemas operativos utilizados por los estudiantes.

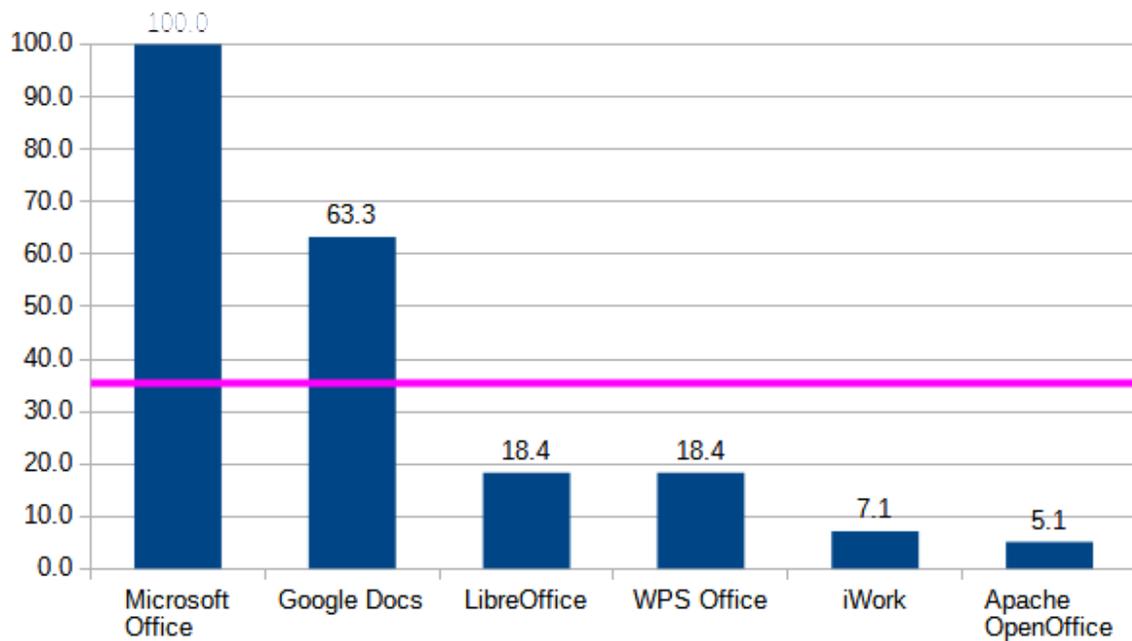
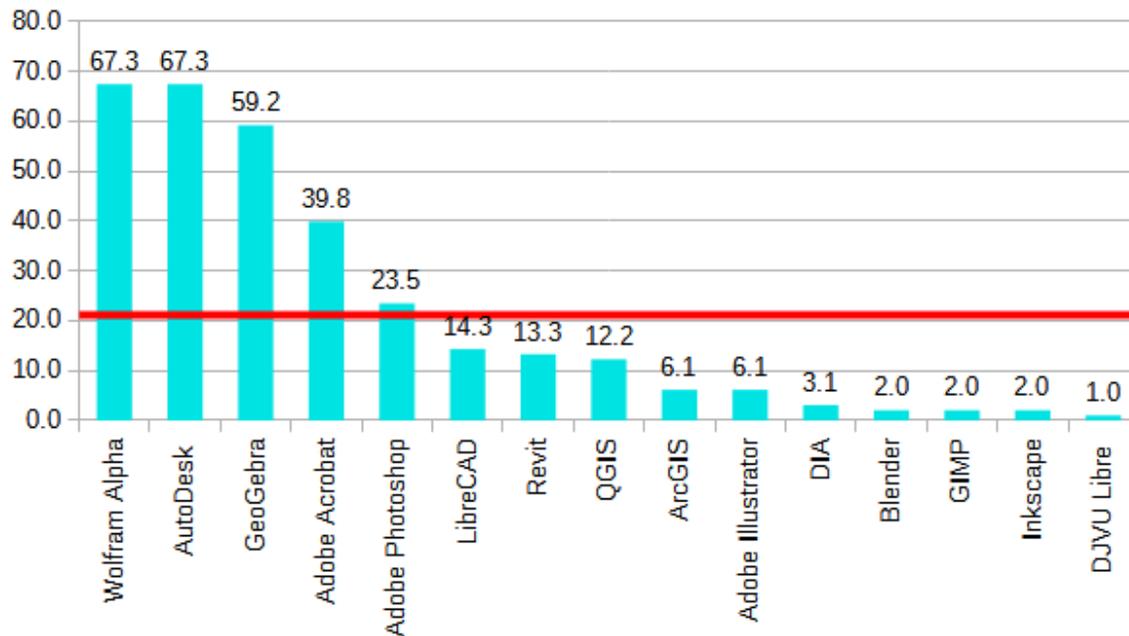


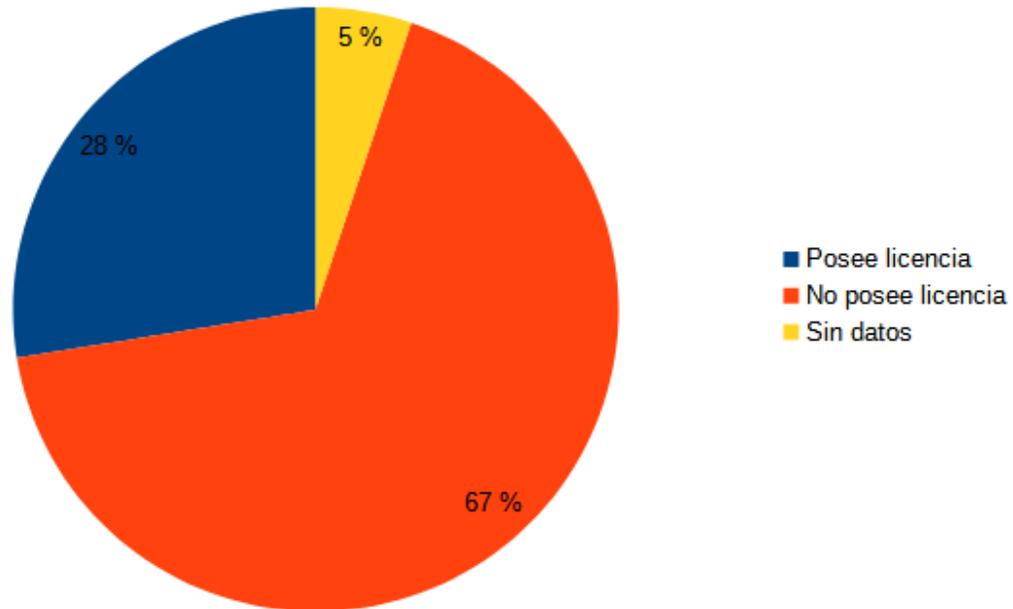
Figura 5: Porcentaje de uso de los programas de ofimática que utilizan los estudiantes.



*Figura 6: Porcentajes de conocimiento de softwares aplicados en la carrera de Ingeniería por parte de los estudiantes.*

El único programa de software libre que los estudiantes utilizan arriba del promedio es GeoGebra, software matemático interactivo libre para la educación implementado actualmente en los cursos de Matemática Básica en la Facultad de Ingeniería.

Al contrastar el uso de los diversos programas con la posesión de licencia para utilizar los mismos, se encuentra que el 67 por ciento de estudiantes no poseen licencia, pudiéndose concluir que están utilizando versiones estudiantiles o piratas de los mismos.



*Figura 7: Porcentaje de estudiantes que tienen licencia del software que utiliza.*

Sobre esta situación

## 10. Objetivo general

EVALUAR SI LA UTILIZACIÓN DE GEOGEBRA EN UN CURSO SUPERIOR, EN EL ÁREA PROFESIONAL, MEJORA EL DESEMPEÑO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES.

## 11. Objetivos específicos

- Identificar las ventajas y desventajas de utilizar GeoGebra en un curso superior del área profesional de la Facultad de Ingeniería.
- Identificar las ventajas y desventajas de utilizar software libre en un curso superior del área profesional de la Facultad de Ingeniería.

## **12. Hipótesis**

EL USO DE GEOGEBRA EN UN CURSO SUPERIOR DEL ÁREA PROFESIONAL MEJORA EL DESEMPEÑO ACADÉMICO DEL ESTUDIANTE.

## **13. Materiales y métodos**

### **13.1. Enfoque y tipo de investigación:**

El enfoque de la investigación es mixto. Se recolectaron datos, notas de los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba final de laboratorio, de manera que se establezcan patrones de comportamiento y probar la hipótesis propuesta. A su vez se describen e interpretan comportamientos, actitudes humanas, con base en descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones, conductas observadas y sus manifestaciones.

La investigación es de tipo exploratoria, descriptiva, explicativa y aplicada. Se entiende como exploratoria ya que se examina lo que sucede al introducir un programa como GeoGebra en los cursos del área profesional, descriptiva ya que se describen los pasos a seguir para la implementación de la herramienta antes mencionada. Es explicativa, ya que como parte de un proceso docente implica argumentar lo realizado, y aplicada, ya que su realización significa aplicar conocimientos básicos ya establecidos (de matemática y física).

### **13.2. Recolección de información:**

- Recopilar los datos de laboratorio, notas de evaluación diagnóstica.
- Recopilación de datos de clase, evaluaciones, tareas y otros.
- Recopilación de datos del PROYECTO FINAL, desarrollada por los estudiantes.
- Recopilar los datos de laboratorio, notas de evaluación final.

### 13.3. Técnicas e instrumentos:

Se utilizaron los siguientes programas (software) para la recolección y análisis de los datos:

- GeoGebra
- LibreOffice
- Google Sheets
- Google Docs
- Google Meets

### 13.4. Operacionalización de las variables o unidades de análisis:

**Tabla 5**

*Operacionalización de las variables o unidades de análisis.*

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Variables o unidades de análisis que serán consideradas</b>	<b>Forma en que se medirán, clasificarán o cualificarán</b>
Evaluar si la utilización de GeoGebra en un curso superior, en el área profesional, mejora el desempeño académico de los estudiantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notas de la prueba diagnóstica de laboratorio.</li> <li>▪ Notas de la prueba final de laboratorio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comparación de las notas de prueba diagnóstica y final.</li> <li>▪ Comparación de las notas entre las diferentes secciones.</li> </ul>
Identificar las ventajas y desventajas de utilizar GeoGebra en un curso superior del área profesional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notas de las pruebas parciales y final del curso.</li> <li>▪ Notas de la tarea enriquecedora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comparación entre resultados de las pruebas parciales y final del curso.</li> <li>▪ Comparación de notas entre parciales y final y tarea enriquecedora.</li> </ul>

### 13.5 Procesamiento y análisis de la información:

Al realizar la prueba diagnóstica, cortos, evaluaciones y otros en el curso se obtuvieron promedios, mediana, moda, varianza y otros datos estadísticos del grupo, los cuales podrán ser comparados con los resultados de la nota final de laboratorio, pudiéndose medir el desempeño académico de los estudiantes.

#### 14. Vinculación, difusión y divulgación

GeoGebra es un software de matemáticas para todo nivel educativo. Reúne dinámicamente geometría, álgebra, estadística y cálculo en registros gráficos, de análisis y de organización en hojas de cálculo. **GeoGebra reúne una Comunidad vital y en crecimiento.** En todo el mundo, millones de entusiastas lo adoptan y comparten diseños y aplicaciones de GeoGebra. Dinamiza el estudio, armonizando lo experimental y lo conceptual para experimentar una organización didáctica y disciplinar que cruza matemática, ciencias, ingeniería y tecnología.<sup>4</sup>

La comunidad GeoGebra está organizada en comunidades más pequeñas por afinidad de idioma, geoposicionamiento y otros (Comunidades e Institutos GeoGebra), ejemplo es la COMUNIDAD GEOGEBRA LATINOAMERICANA<sup>5</sup>, quienes reúnen a los países del continente americano con habla de idiomas derivados del latín (principalmente español y portugués).

La Comunidad GeoGebra Latinoamericana es muy activa, realizando diversas actividades de forma semanal, mensual y anual. Entre estas actividades están los Coloquios GeoGebra, los cuales son un espacio para compartir y discutir sistemáticamente entre educadores matemáticos de Latinoamérica, sobre las formas en que la Educación en la región se está relacionando, interactuando y construyendo en su relación con la Cultura Digital y GeoGebra<sup>6</sup>.

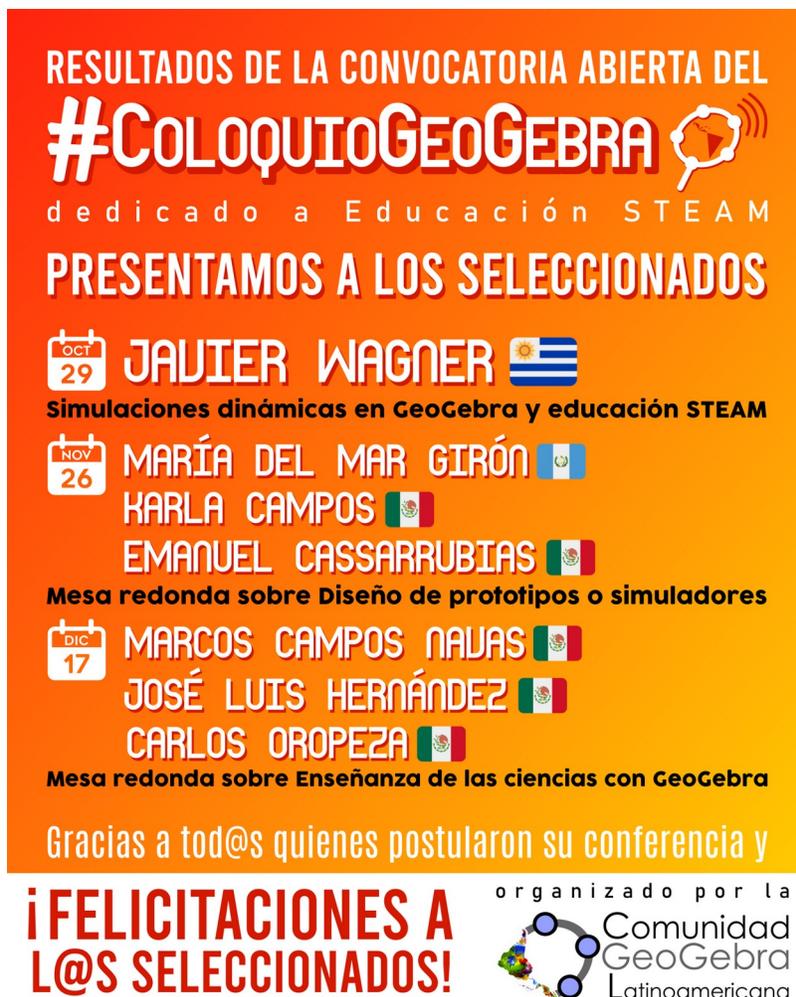
En el primer semestre de 2020 se realizó la Convocatoria Abierta para participar en los Coloquios GeoGebra del segundo semestre de 2020, por lo que en julio del año 2020 se

<sup>4</sup> <https://www.geogebra.org/about>. Enero de 2021.

<sup>5</sup> <https://www.facebook.com/GeoGebraLatino/>. Enero de 2021.

<sup>6</sup> Rubio-Pizzorno, Sergio (2020). Impulsando la Educación Abierta en Latinoamérica desde la Comunidad GeoGebra Latinoamericana. Revista del Instituto GeoGebra de São Paulo, 9(1), pp. 10-25.  
<http://doi.org/10.23925/2237-9657.2020.v9i1p10-25> ISSN: 2316-8889.

envió una propuesta de Conferencia, recibiendo la confirmación de nuestra participación en la misma, enfocándose en presentar los resultados preliminares del proyecto.



RESULTADOS DE LA CONVOCATORIA ABIERTA DEL  
**#COLOQUIOGEOGEBRA**  
dedicado a Educación STEAM  
**PRESENTAMOS A LOS SELECCIONADOS**

**OCT 29** **JAVIER WAGNER** 🇺🇾  
**Simulaciones dinámicas en GeoGebra y educación STEAM**

**NOV 26** **MARÍA DEL MAR GIRÓN** 🇮🇵  
**KARLA CAMPOS** 🇲🇽  
**EMANUEL CASSARRUBIAS** 🇲🇽  
**Mesa redonda sobre Diseño de prototipos o simuladores**

**DIC 17** **MARCOS CAMPOS NAJAS** 🇲🇽  
**JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ** 🇲🇽  
**CARLOS OROPEZA** 🇲🇽  
**Mesa redonda sobre Enseñanza de las ciencias con GeoGebra**

Gracias a tod@s quienes postularon su conferencia y  
**¡FELICITACIONES A L@S SELECCIONADOS!** organizado por la  
Comunidad GeoGebra Latinoamericana

Figura 8: Seleccionados para participar en los Coloquios del Segundo Semestre de 2020.

El 19º Coloquio GeoGebra se realizó el 26 de noviembre de 2020, a las 16 horas. La actividad puede ser accedida en youtube: <https://youtu.be/5IcZkXh4jeQ7>

<sup>7</sup> <https://www.youtube.com/c/GeoGebraLatino/about>. Enero de 2021.



Figura 9: Anuncio del 19o. Coloquio GeoGebra.

## 15. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados:

Las actividades realizadas se pueden agrupar en 4 labores: Cuestionarios, creación de aplicaciones GeoGebra, utilización de las aplicaciones GeoGebra y las aplicaciones de GeoGebra de los estudiantes.

### 15.1 Análisis de cuestionarios del curso de Resistencia de Materiales 2

Se diseñaron 4 cuestionarios a los grupos de GeoGebra, en los anexos se presentan los resultados de los mismos. Los mismos fueron pasados al inicio y final de los semestres en estudio. En la siguiente parte se hace mención de aquellos datos que sobresalen.

**Tabla 6**

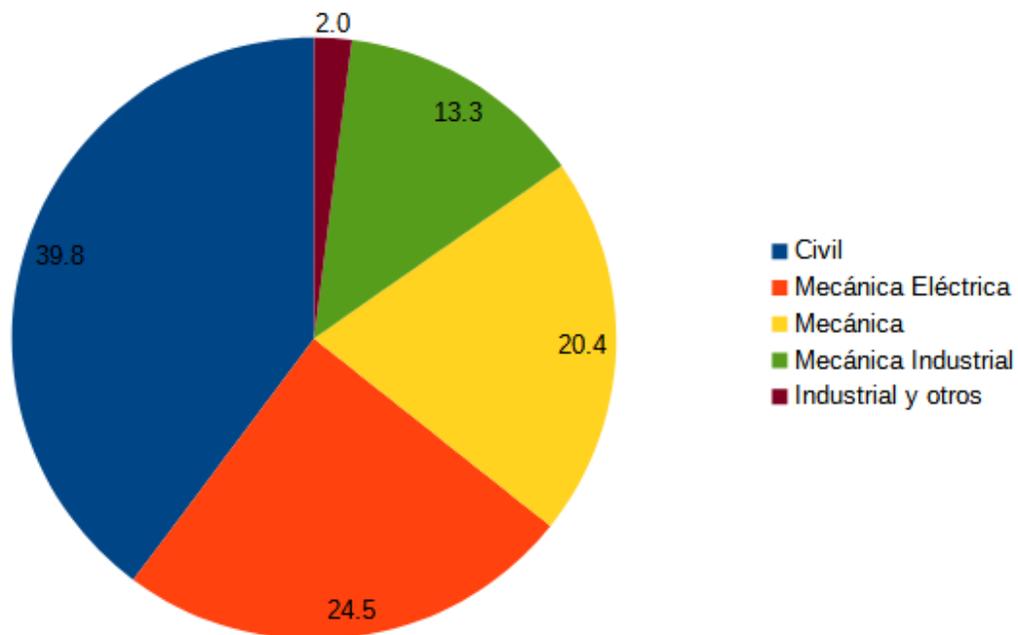
*Resumen de participación de los estudiantes en los cuestionarios.*

	Primer semestre		Segundo semestre	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Cuestionario				
Aplicación	Presencial	Virtual	Virtual	Virtual
Formas	Asistencia a las secciones de laboratorio	Formulario de Google, publicando en Facebook		

Respuestas	98	7	10	11
Estudiantes asignados	98		147	
% de Participación	100.0	7.1	6.8	7.5

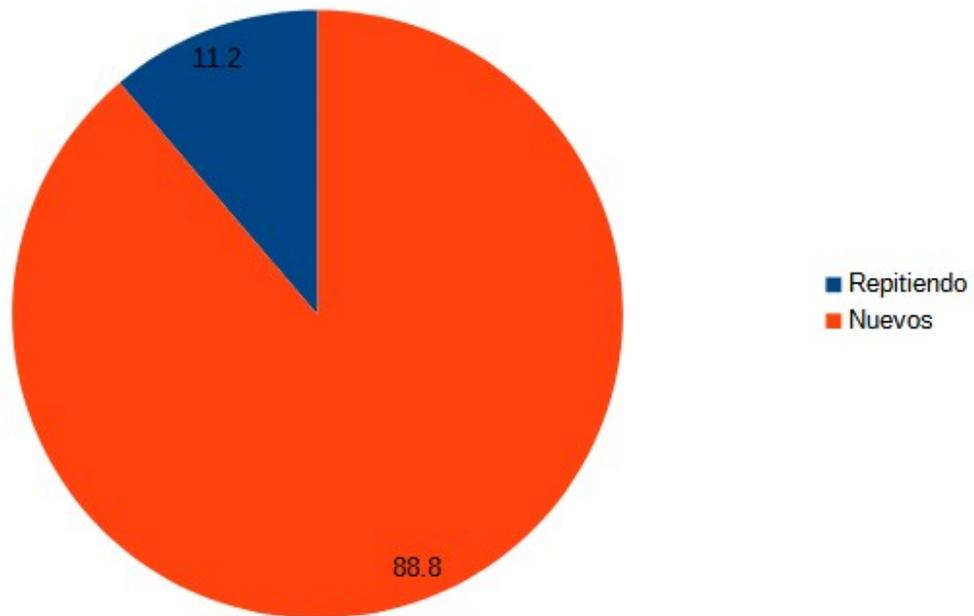
De los cuatro cuestionarios implementados en los grupos de Resistencia de Materiales 2, solamente el primero tiene un grupo representativo, incluyendo la respuesta de todos los involucrados, mientras que el resto no pasa del ocho por ciento de la población.

Las pruebas diagnósticas permiten conocer a los grupos con los que se están trabajando, y proponer actividades con impacto en el proceso educativo. Entre los datos más importantes se encuentra identificar la carrera que están estudiando, lo cual permite desarrollar aplicaciones adaptadas a casos de estudio que podrían presentarse en su profesión.



*Figura 10: Carreras de los estudiantes.*

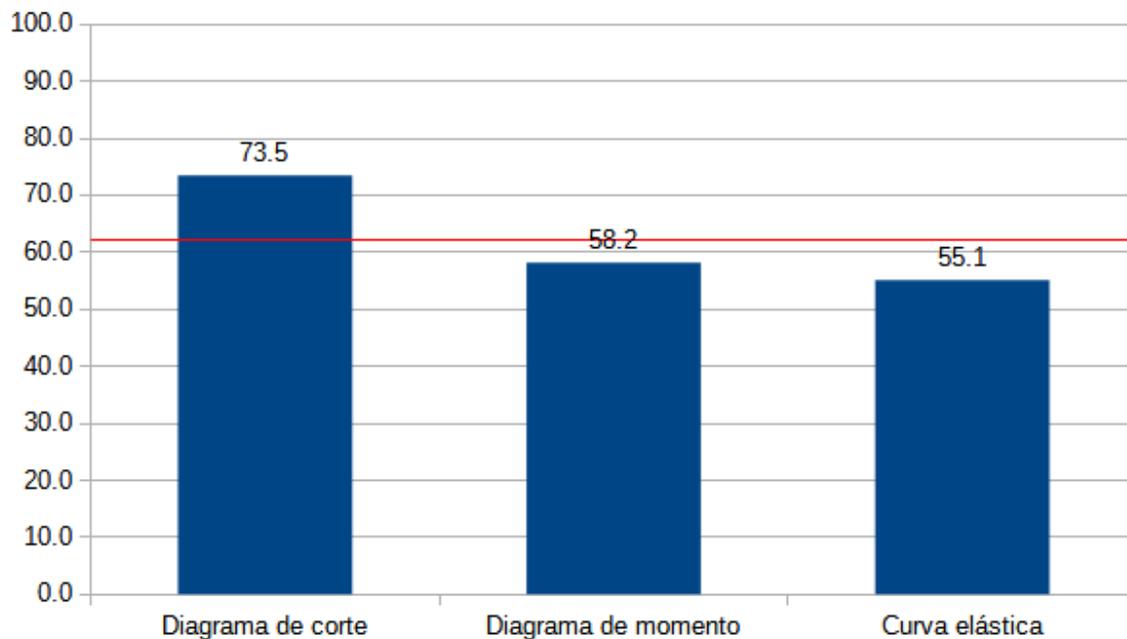
El grupo del primer semestre está conformado en su mayoría por estudiantes de las carreras de Ingeniería Civil, Mecánica-Eléctrica y Mecánica. También se puede concluir que había un diez por ciento del grupo repitiendo el curso.



*Figura 11: Repitencia del curso.*

Otro de los objetivos de la prueba diagnóstica era determinar los conocimientos previos de los estudiantes sobre los temas a profundizar, vigas, esfuerzos combinados y columnas.

En el caso de vigas se propuso una viga genérica, presentándose los posibles diagramas de corte, momento y deflexión de la misma. El 73 por ciento de los estudiantes respondieron correctamente sobre el diagrama de corte, el 58 por ciento pudo identificar el diagrama de momento y un 55 por ciento ya tenía idea de cuál sería la curva elástica.



*Figura 12: Conocimientos sobre el comportamiento de vigas ante cargas.*

Para el curso de Resistencia de Materiales 2 se requiere que el estudiante tenga conocimiento de los diagramas de corte y momento de vigas. El hecho de tener un 27 % de estudiantes que no manejen diagramas de corte y un 42% que no manejen diagramas de momento hace necesario apartar un espacio en las actividades para recordar los conceptos mencionados, así como facilitar material para el estudio de los mismos, y no entorpecer el desarrollo del curso.

En el caso de esfuerzos, los estudiantes deben reconocer como cargas básicas para cálculos de esfuerzos a las cargas axiales de tensión y compresión y torsión. Solamente cinco por ciento de los estudiantes pudieron identificar las cargas básicas, un 18% reconoce dos cargas básicas, un 63% reconoce una carga básica y un 13% no contestó la pregunta.

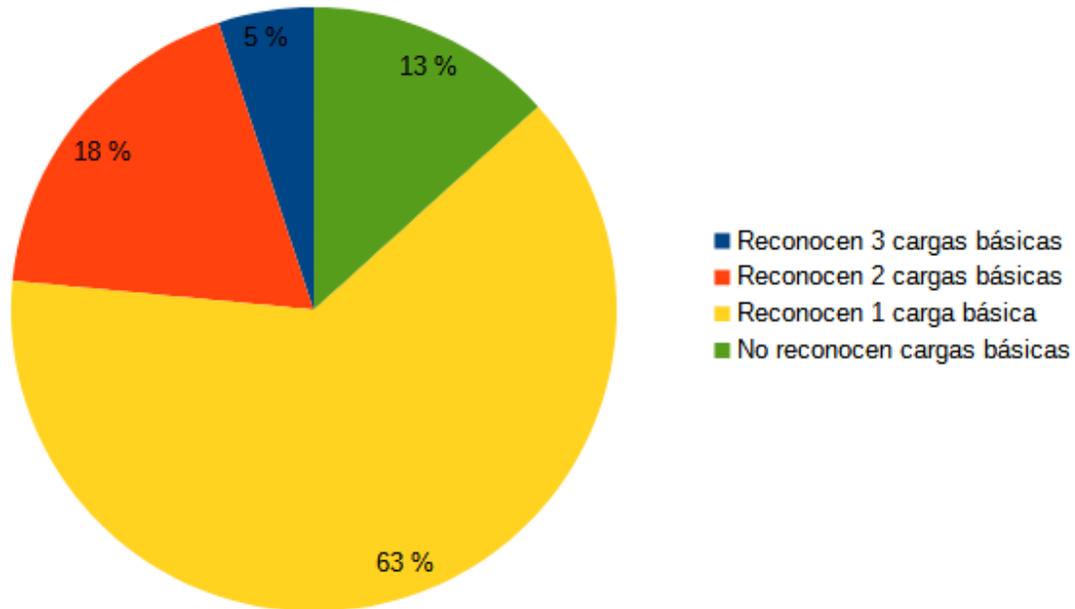


Figura 13: Identificación de cargas básicas.

Al realizar un análisis de palabras en la pregunta sobre cargas básicas se puede obtener la siguiente **nube de palabras**<sup>8</sup>, la cual presenta la carga axial como la más reconocida.



Figura 14: Nube de palabras sobre cargas básicas.

La misma nube muestra que los estudiantes relacionaron la pregunta de cargas básicas con la forma de aplicación de las cargas.

El tema de columnas es nuevo para los estudiantes, en el diagnóstico los estudiantes debían indicar el tipo de falla para una columna corta, intermedia y esbelta. Un 54 % de los estudiantes identificó correctamente la falla de la columna corta a compresión. La columna

<sup>8</sup> <https://tagcrowd.com/#tagcloud>. Enero de 2021.

intermedia puede fallar a flexión o compresión, el 43% de estudiantes reconoció la falla por flexión y un 27% como compresión. El caso de la columna esbelta presentó la menor participación y solamente un 39% del grupo reconoció la falla por flexión.

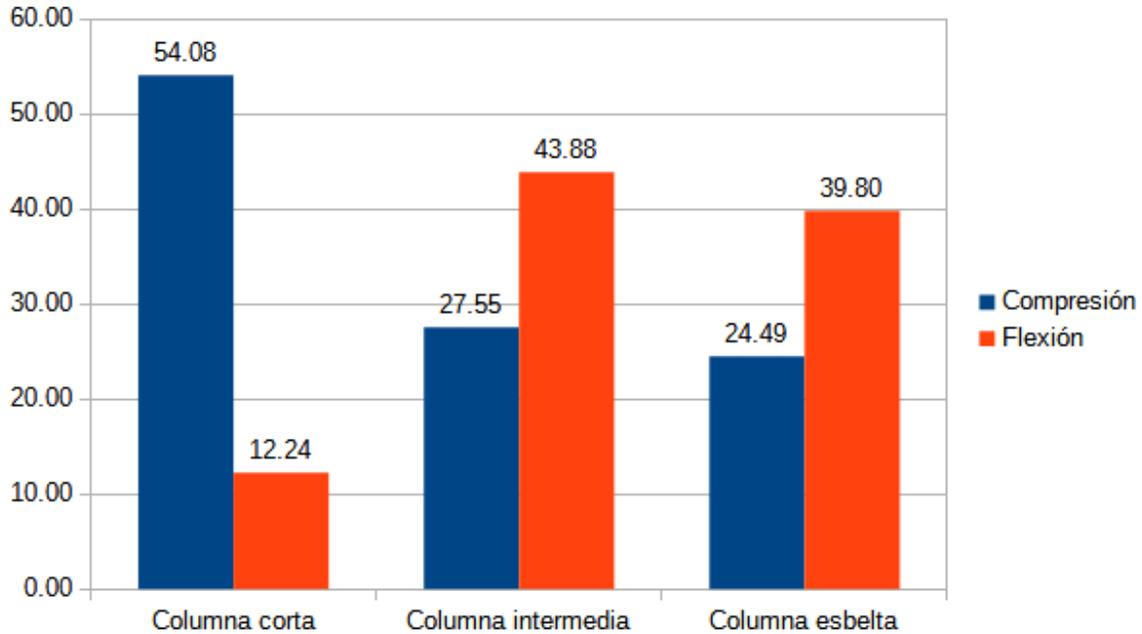


Figura 15: Identificación de falla por tipo de columna.

## 15.2. Elaboración de aplicaciones en GeoGebra

GeoGebra es un software de matemáticas para todo nivel educativo, reúne dinámicamente geometría, álgebra, estadística y cálculo en registros gráficos, de análisis y de organización en hojas de cálculo. El software permite la armonización de lo experimental y lo conceptual para percibir una organización didáctica y disciplinar que cruza matemática, ciencias, ingeniería y tecnología (CTIM).

Para el caso de Resistencia de Materiales 2 se crearon 26 actividades GeoGebra.

**Tabla 7**

*Aplicaciones en GeoGebra.*

1	Puente de paletas de helado.	<a href="https://www.geogebra.org/m/urjcw2u">https://www.geogebra.org/m/urjcw2u</a>
2	Método del Área de Momento	<a href="https://www.geogebra.org/m/xkvt66yr">https://www.geogebra.org/m/xkvt66yr</a>

3	Ecuación de la curva elástica de una viga con carga triangular	<a href="https://www.geogebra.org/m/b7zj7mww">https://www.geogebra.org/m/b7zj7mww</a>
4	APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL ÁREA DE MOMENTOS. Diagramas de momentos por partes	<a href="https://www.geogebra.org/m/myavkvnk">https://www.geogebra.org/m/myavkvnk</a>
5	Estructuras Estáticamente Indeterminadas: Método de la doble integración	<a href="https://www.geogebra.org/m/uwv7epk4">https://www.geogebra.org/m/uwv7epk4</a>
6	Estructuras Estáticamente Indeterminadas: Método del Área de Momentos	<a href="https://www.geogebra.org/m/fcxw2rzz">https://www.geogebra.org/m/fcxw2rzz</a>
7	Diseño de una viga hiperestática por deflexión	<a href="https://www.geogebra.org/m/se3veja5">https://www.geogebra.org/m/se3veja5</a>
8	Vigas Continuas: Ecuación de los Tres Momentos	<a href="https://www.geogebra.org/m/efsjsjshfr">https://www.geogebra.org/m/efsjsjshfr</a>
9	Segunda Evaluación Parcial de Resistencia de Materiales 2	<a href="https://www.geogebra.org/m/mvygzxnf">https://www.geogebra.org/m/mvygzxnf</a>
10	Introducción a los esfuerzos combinados	<a href="https://www.geogebra.org/m/vj7nsjub">https://www.geogebra.org/m/vj7nsjub</a>
11	Problema 910 (Singer, 1994), RM2	<a href="https://www.geogebra.org/m/n8vnuqry">https://www.geogebra.org/m/n8vnuqry</a>
12	Esfuerzos en UN PUNTO	<a href="https://www.geogebra.org/m/kbsrzy2p">https://www.geogebra.org/m/kbsrzy2p</a>
13	Círculo de Mohr	<a href="https://www.geogebra.org/m/tGk2X9Kq">https://www.geogebra.org/m/tGk2X9Kq</a>
14	Problema 963 (Singer, 1994), RM2	<a href="https://www.geogebra.org/m/yfwnm4ma">https://www.geogebra.org/m/yfwnm4ma</a>
15	Esfuerzos y Deformaciones	<a href="https://www.geogebra.org/m/vnvkhnmh">https://www.geogebra.org/m/vnvkhnmh</a>
16	Tercera Evaluación Parcial de Resistencia de Materiales 2	<a href="https://www.geogebra.org/m/qvgfnaww">https://www.geogebra.org/m/qvgfnaww</a>
17	Columnas: Columnas Cortas	<a href="https://www.geogebra.org/m/wfd74ehf">https://www.geogebra.org/m/wfd74ehf</a>
18	Columnas: Columnas Esbeltas	<a href="https://www.geogebra.org/m/yqhcyqkr">https://www.geogebra.org/m/yqhcyqkr</a>
19	Columnas: Columnas Intermedias	<a href="https://www.geogebra.org/m/hp4pv8wg">https://www.geogebra.org/m/hp4pv8wg</a>
20	Evaluación Final de Resistencia de Materiales 2	<a href="https://www.geogebra.org/m/ncpe6yab">https://www.geogebra.org/m/ncpe6yab</a>
21	EV. de Primera Retrasada, RM2	<a href="https://www.geogebra.org/m/g35dyjrq/pe/780786">https://www.geogebra.org/m/g35dyjrq/pe/780786</a>
22	EV. de Segunda Retrasada, RM2	<a href="https://www.geogebra.org/m/mpx3zchm">https://www.geogebra.org/m/mpx3zchm</a>
23	Lab. No. 1. Dureza	<a href="https://www.geogebra.org/m/huyw9xdz">https://www.geogebra.org/m/huyw9xdz</a>
24	Lab. No. 2. Deflexión en vigas	<a href="https://www.geogebra.org/m/c7tavwr6">https://www.geogebra.org/m/c7tavwr6</a>
25	Lab. No. 3. Columnas	<a href="https://www.geogebra.org/m/aze4fkag">https://www.geogebra.org/m/aze4fkag</a>
26	Lab. No. 4. Trabajos virtuales	<a href="https://www.geogebra.org/m/v7y7wtg4">https://www.geogebra.org/m/v7y7wtg4</a>

### 15.3. Implementación de aplicaciones en GeoGebra

Las actividades GeoGebra desarrolladas se pueden dividir en 3 grupos:

- **Actividades generales:** Son 17 actividades destinadas para desarrollar el curso, las mismas son realizadas en GeoGebra Classroom, se trata de una plataforma virtual con la cual maestros pueden asignar tareas interactivas y atractivas para estudiantes, ver el progreso actualizado en vivo de los estudiantes que trabajan en una tarea específica, ver qué tareas han comenzado (o no) los estudiantes, hacer preguntas a toda la clase y ver todas las respuestas de los estudiantes al instante, ocultar los nombres de los estudiantes al mostrar las respuestas de los estudiantes a las preguntas de las tareas, facilitar discusiones enriquecedoras e interactivas entre todos los estudiantes, grupos de estudiantes y de forma individual.

GeoGebra Classroom F5KA NWX8

---

**Columnas: Columnas Cortas**

Únete a la clase en [www.geogebra.org/classroom/f5kanwx8](http://www.geogebra.org/classroom/f5kanwx8)  
o ingresa este código en [www.geogebra.org/classroom](http://www.geogebra.org/classroom)

**F5KA NWX8**

24 estudiante(s) en la clase PAUSAR OCULTAR NOMBRES

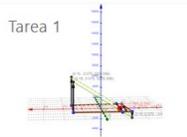
<p>Tarea 1</p>  <p>201404274_FERNAND...</p> <p>1 de 3</p>	<p>Tarea 3</p> <p>Solo hay compresión</p> <p>201114372_Pablo_Ortiz</p> <p>3 de 3</p>	<p>Tarea 3</p> <p>Con la carga en el centro se obtiene la compresión pura, en el cual obtenemos un esfuerzo axial.</p> <p>201701774_Leonardo_...</p> <p>3 de 3</p>	<p>Tarea 3</p> <p>Se presentan unicamente esfuerzos de compresion en toda la seccion de la columna.</p> <p>200917550_Sergio Cas...</p> <p>3 de 3</p>
--	--	--	--

Figura 16: Vista del profesor de actividad “Columnas: Columnas Cortas”.

GeoGebra CREA UNA CLASE

---

**Columnas: Columnas Cortas**

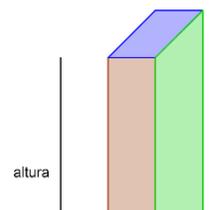
Autor: María del Mar Girón Cordón

ACTIVIDAD 01. Introducción

Por su falla las columnas pueden ser clasificadas como:

- COLUMNA CORTA: Al estar cargada excéntricamente, tiene una flexión lateral despreciable. Falla por aplastamiento.
- COLUMNA INTERMEDIA: Estas pueden fallar por aplastamiento y pandeo.
- COLUMNA ESBELTA: Estas pueden fallar por pandeo (flexión lateral).

¿Cómo se puede identificar el tipo de columna?  
Si la altura de la columna es mayor a diez veces su lado menor, se tratará de una columna intermedia o larga. **De lo contrario será una columna corta.**



altura

Figura 17: Vista del estudiante de actividad “Columnas: Columnas Cortas”.

- **Evaluaciones:** Se realizaron 5 evaluaciones para el curso en GeoGebra, las cuales fueron aplicadas durante el Primer Semestre de 2020.

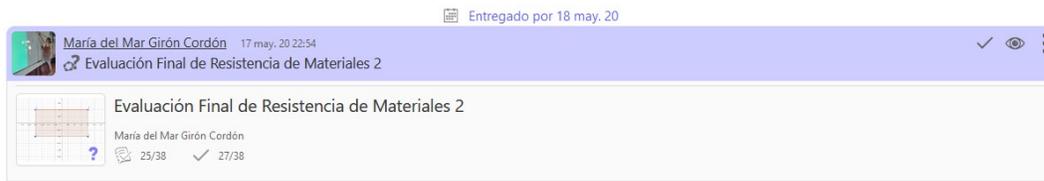


Figura 18: Anuncio de la Evaluación Final del curso de Resistencia de Materiales 2.

- **Laboratorios:** Debido a la Pandemia del Covid, se suspendieron actividades presenciales, entre ellas la realización de laboratorios. Para el caso de Resistencia de Materiales 2 se realizan 4 laboratorios normalmente, por lo que se propusieron 4 actividades en GeoGebra que cubrieran las mismas para ser realizadas de forma virtual.



Figura 19: Propuesta de Laboratorios Virtuales para Resistencia de Materiales 2.

Durante el Primer Semestre se utilizaron las primeras 22 actividades, incluyéndose las evaluaciones. En el Segundo Semestre, se optó por continuar utilizando las 22 actividades, incluyéndose las 4 actividades de laboratorio, como actividades de preámbulo y las evaluaciones se realizaron en otra plataforma.

**Tabla 8**  
*Herramientas utilizadas.*

Semestre	GeoGebra	Complementarias
Primer	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GeoGebra Groups: <a href="https://www.geogebra.org/groups">https://www.geogebra.org/groups</a>, código de ingreso <u>PNYAX</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Google Classroom: <a href="https://classroom.google.com">https://classroom.google.com</a>, código de ingreso <u>xp5skze</u></li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>● FaceBook Group: <a href="https://www.facebook.com/groups/1034109619983723">https://www.facebook.com/groups/1034109619983723</a></li> </ul>
Segundo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GeoGebra Groups: <a href="https://www.geogebra.org/groups">https://www.geogebra.org/groups</a>, código de ingreso <b>BWEUE</b></li> <li>● GeoGebra Classroom: Creación y aplicación del libro virtual RESISTENCIA DE MATERIALES 2, <a href="https://www.geogebra.org/m/dktdbm">https://www.geogebra.org/m/dktdbm</a> <a href="https://www.geogebra.org/m/dktdbm">mc</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● UEDI: Plataforma educativa de Moodle, administrada por la Facultad de Ingeniería de la USAC</li> <li>● FaceBook Group: <a href="https://www.facebook.com/groups/1034109619983723">https://www.facebook.com/groups/1034109619983723</a></li> </ul>

### 15.3.1. Primer Semestre 2020

Se presenta un resumen de los resultados obtenidos durante el Primer Semestre. En las actividades de GeoGebra se tuvo una participación del 52%, tomando en cuenta el número de actividades realizadas por estudiante. De las 17 actividades, 11 de ellas están sobre el promedio de realización, es decir el 65 por ciento de actividades fueron realizadas.

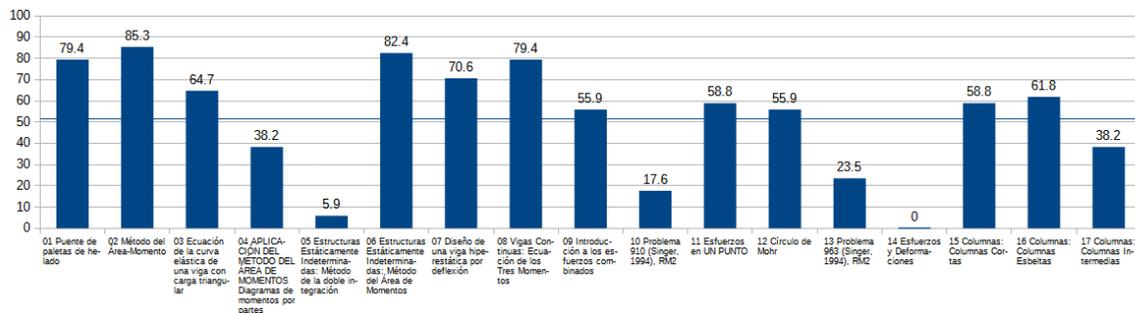


Figura 20: Participación de los estudiantes en GeoGebra durante el Primer Semestre 2020

### 15.3.2. Segundo Semestre 2020

En las actividades de GeoGebra se tuvo una participación del 46%, tomando en cuenta el número de actividades realizadas por estudiante. De las 17 actividades, 11 de ellas están sobre el promedio de realización, es decir el 65 por ciento.

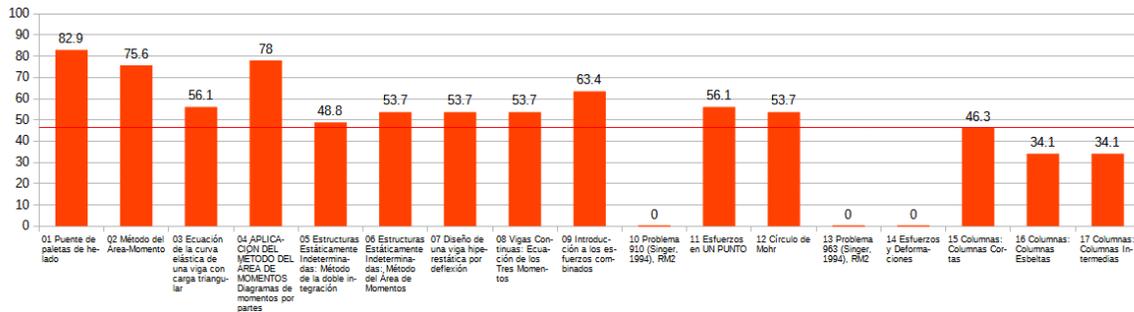


Figura 21: Participación de los estudiantes en GeoGebra durante el Segundo Semestre 2020.

#### 15.4. Creación de aplicaciones en GeoGebra por parte de los estudiantes

La Tarea Rica, que consiste en la creación de aplicaciones GeoGebra por parte de los estudiantes fue realizada en su totalidad el Primer Semestre por 18 estudiantes y en el Segundo Semestre por 9 estudiantes.

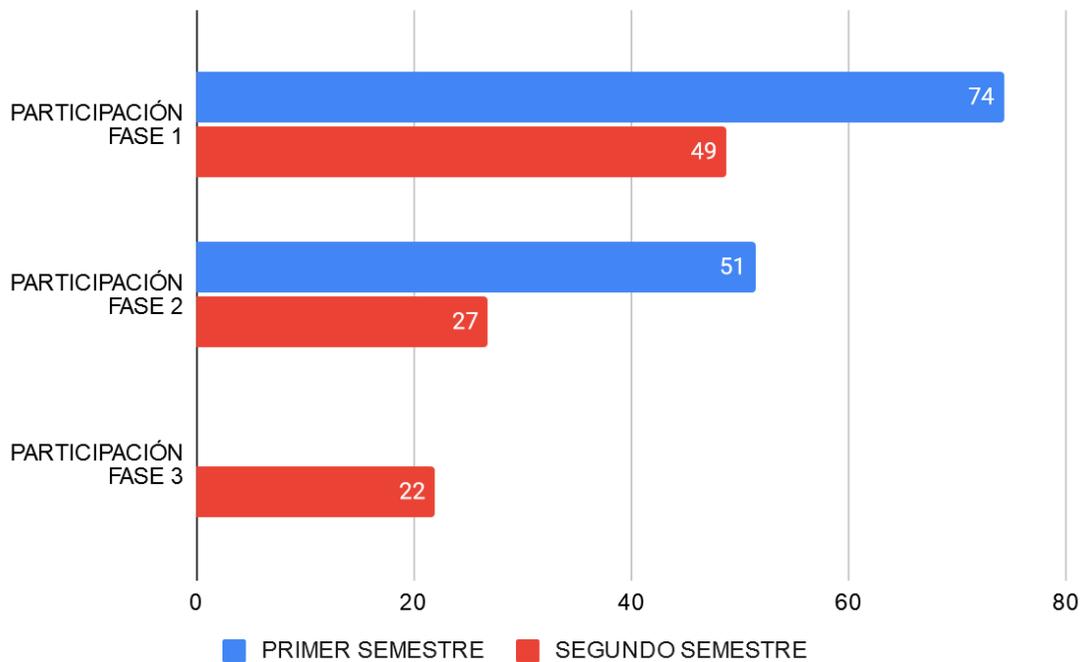


Figura 22: Participación de los estudiantes por semestre y por fase de la Tarea Rica.

Se puede observar:

- Es evidente con esta actividad que los estudiantes, conforme avanza el semestre van participando menos de las actividades.
- Durante el Primer Semestre se realizaron únicamente dos fases del proyecto, debido principalmente al ajuste de actividades por la Pandemia Mundial del Covid. El grupo que presentó una mayor actividad en la realización de la Tarea Rica, iniciando con un 74% y finalizando la misma un 51%.
- Durante el Segundo Semestre se realizaron las tres fases del proyecto, pero con una menor participación, iniciando el 49% de los estudiantes y finalizando la misma el 22%.

## 16. Análisis y discusión de resultados:

### 16.1. Comparación de notas generales del curso por semestre.

Durante el primer semestre se asignaron en el curso 35 estudiantes y en el segundo semestre 41 estudiantes. El comportamiento de notas de ambos grupos se describen en la siguiente imagen.

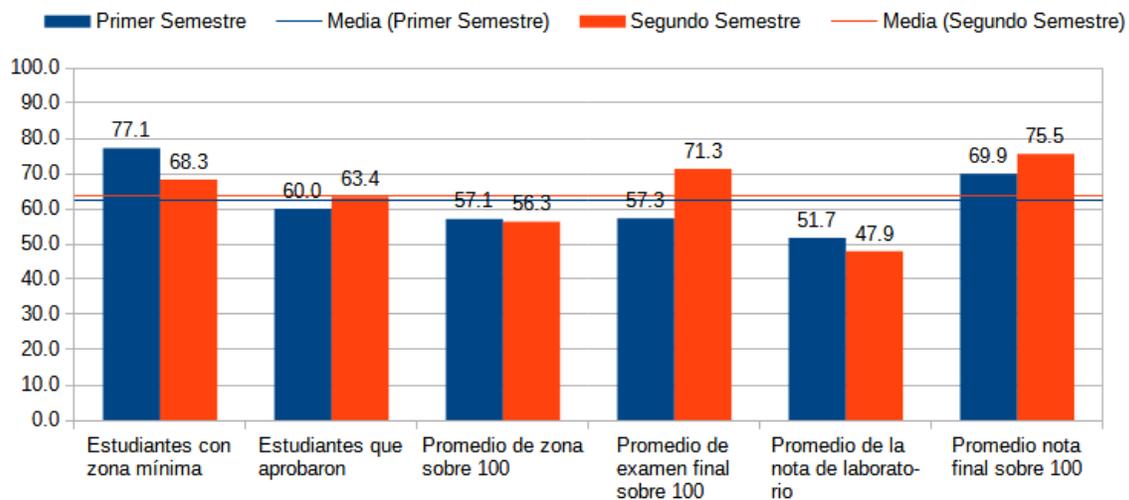


Figura 23: Comparación de resultados generales por semestre en las secciones expuestas a GeoGebra.

De la misma se puede concluir:

- Se tuvo 17% más estudiantes durante el Segundo Semestre.
- El promedio de aprobación del curso está entre 62 y 63 por ciento por semestre, valores muy similares, con una desviación estándar está entre 9 y 10 por ciento, respectivamente, mostrando un comportamiento homogéneo entre ambos grupos.
- La actividad que muestra dificultad para el grupo es el laboratorio del curso, el cual es realizado con otro profesor.

## 16.2. Comparación de participación en actividades de GeoGebra.

Considerando 17 actividades en GeoGebra para el desarrollo en clase, durante ambos semestres se observan comportamientos similares, con un promedio de participación entre 46 y 50 por ciento (realización de actividades).

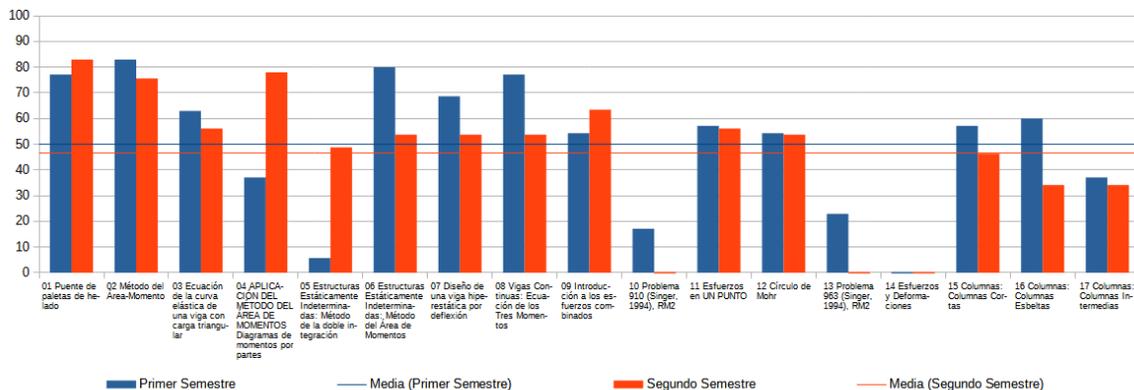
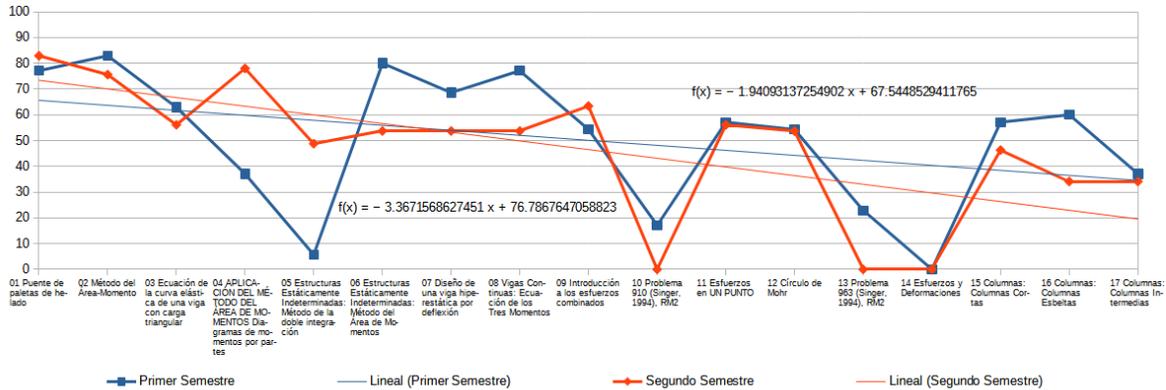


Figura 24: Participación de los estudiantes en GeoGebra durante el Primer y Segundo Semestre 2020.

Se puede concluir:

- Se pueden identificar claramente 4 actividades en las que no hubo una participación significativa:
  - Actividad 5: Estructuras Estáticamente Indeterminadas: Método de la Doble Integración

- Actividad 10: Problema 910 (Singer, 1994), RM2
- Actividad 13: Problema 963 (Singer, 1994), RM2
- Actividad 14: Esfuerzos y Deformaciones
- Conforme avanza el curso los estudiantes van disminuyendo su participación en las aplicaciones, lo cual se evidencia con las líneas de tendencia de cada semestre.



*Figura 25: Tendencias de participación de los estudiantes en GeoGebra durante el Primer y Segundo Semestre 2020.*

### 16.3. Realización de la Tarea Rica, Aplicación de GeoGebra

A continuación se presentan dos gráficas de red sobre las 4 actividades básicas que se realizan en el curso y que son parte de la nota final del curso de Resistencia de Materiales

2. Las 4 actividades están valuadas sobre 100 puntos.

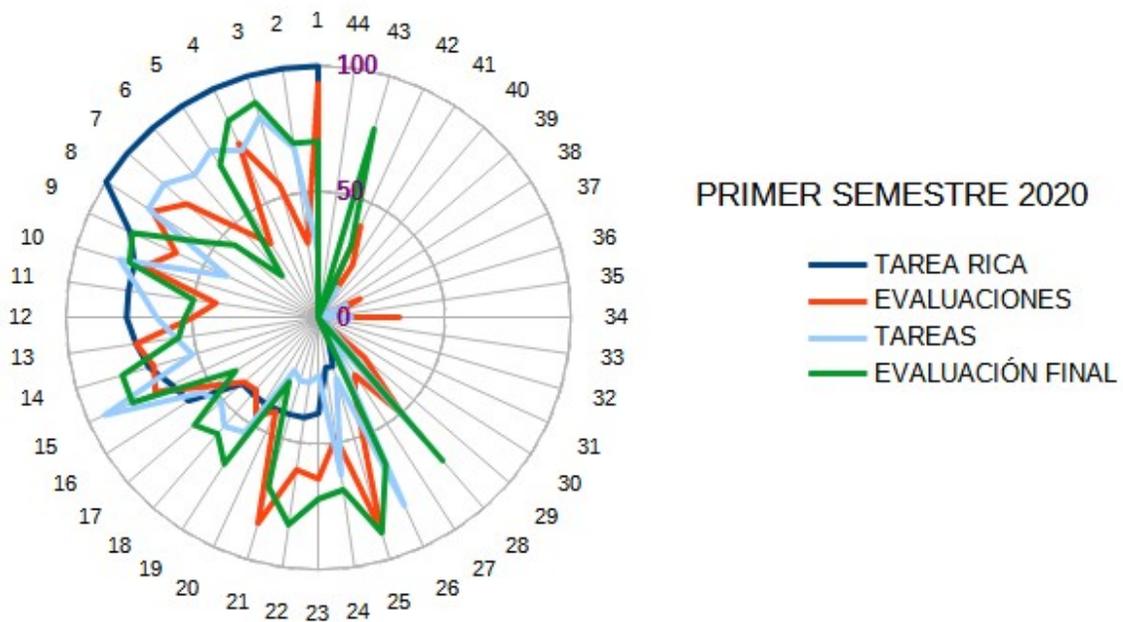


Figura 26: Desempeño en actividades del curso durante el Primer Semestre.

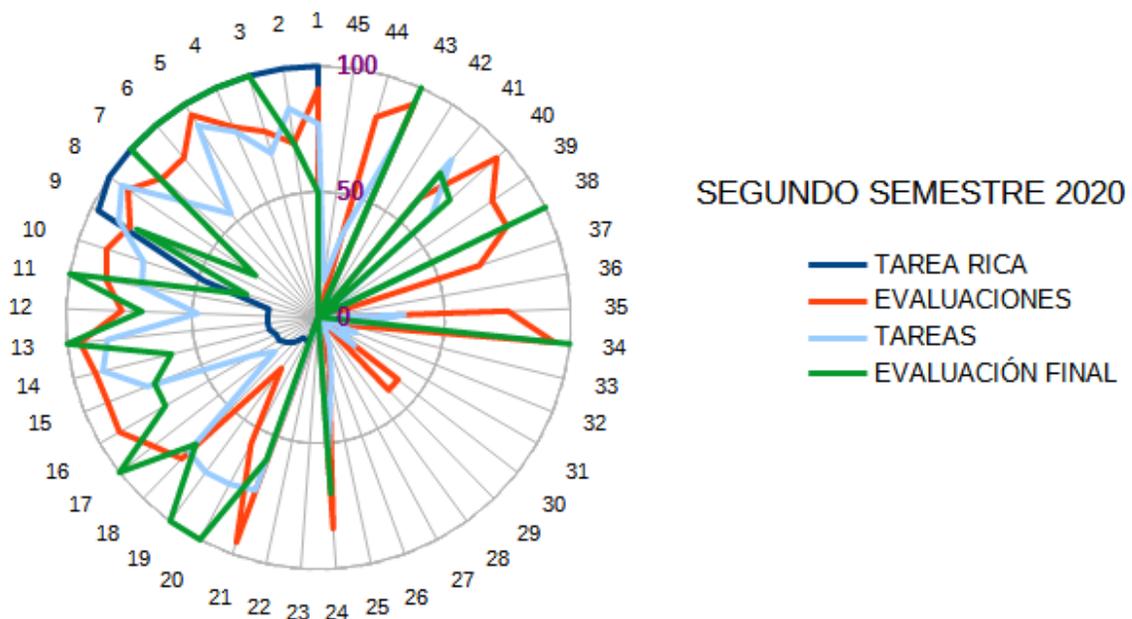


Figura 27: Desempeño en actividades del curso durante el Segundo Semestre.

Al comparar ambas gráficas se observa que el grupo del Primer Semestre fue más homogéneo en la realización de sus actividades, los mismos estudiantes realizaron las 4

actividades básicas, mientras que durante el Segundo Semestre hay heterogeneidad, prestando prioridad a las evaluaciones parciales.

#### 16.4. Resultados entre secciones.

Por semestre se abrieron 5 secciones, en ambos semestre la sección N+ estuvo expuesta al curso de GeoGebra.

**Tabla 9**

*Comportamiento de participación de los estudiantes por sección en el Primer Semestre.*

Sección	Asignados oficialmente en las fechas autorizadas para el efecto	Asignados después del proceso de Desasignación	Continuidad %	Estudiantes que terminaron el curso	Finalización %
A	31	29	93.5	22	75.9
N-	14	13	92.9	9	69.2
N+	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>100.0</b>	<b>27</b>	<b>79.4</b>
P	5	5	100.0	4	80.0
Q	18	17	94.4	10	58.8
<b>TOTALES</b>	102	98	96.1	72	73.5

**Tabla 10**

*Comportamiento de participación de los estudiantes por sección en el Segundo Semestre.*

Sección	Asignados oficialmente en las fechas autorizadas para el efecto	Asignados después del proceso de Desasignación	Continuidad %	Estudiantes que terminaron el curso	Finalización %
A	24	24	100.0	12	50.0

N-	28	28	100.0	6	21.4
N+	39	39	100.0	26	66.7
P	37	36	97.3	16	44.4
Q	20	20	100.0	7	35.0
<b>TOTALES</b>	148	147	99.3	67	45.6

La sección N+ sobresale por agrupar a la cantidad más grande de estudiantes (35% del grupo en el primer semestre y 27% en el segundo), tener una desasignación nula y una finalización arriba del promedio.

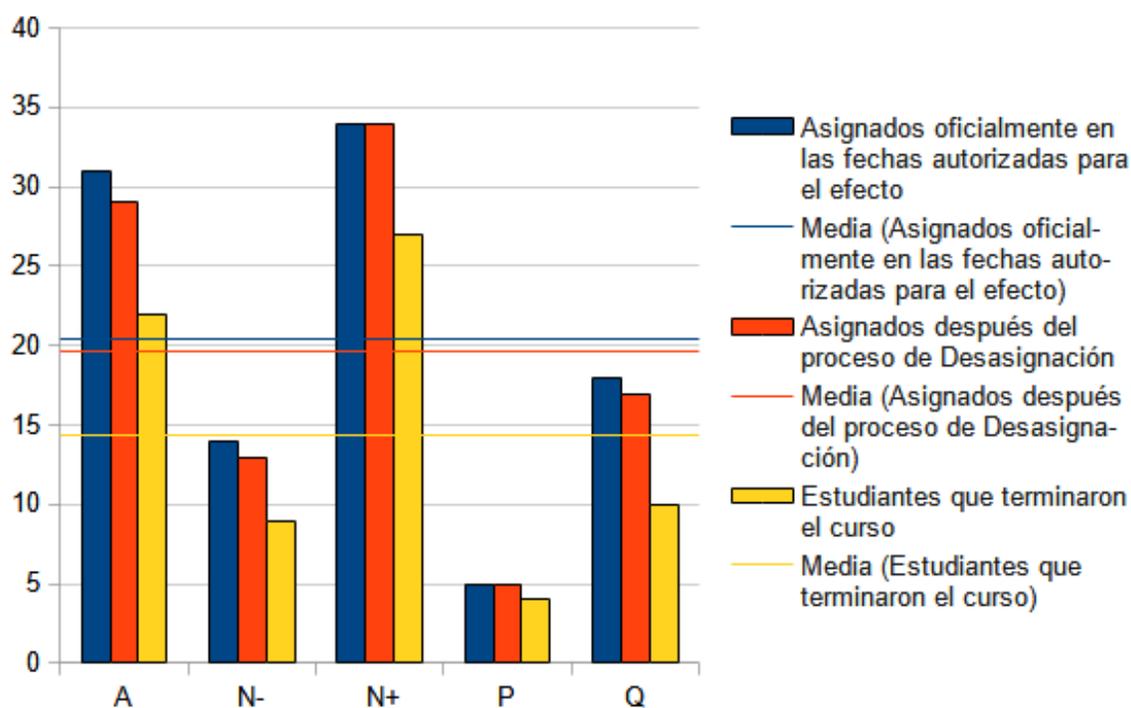
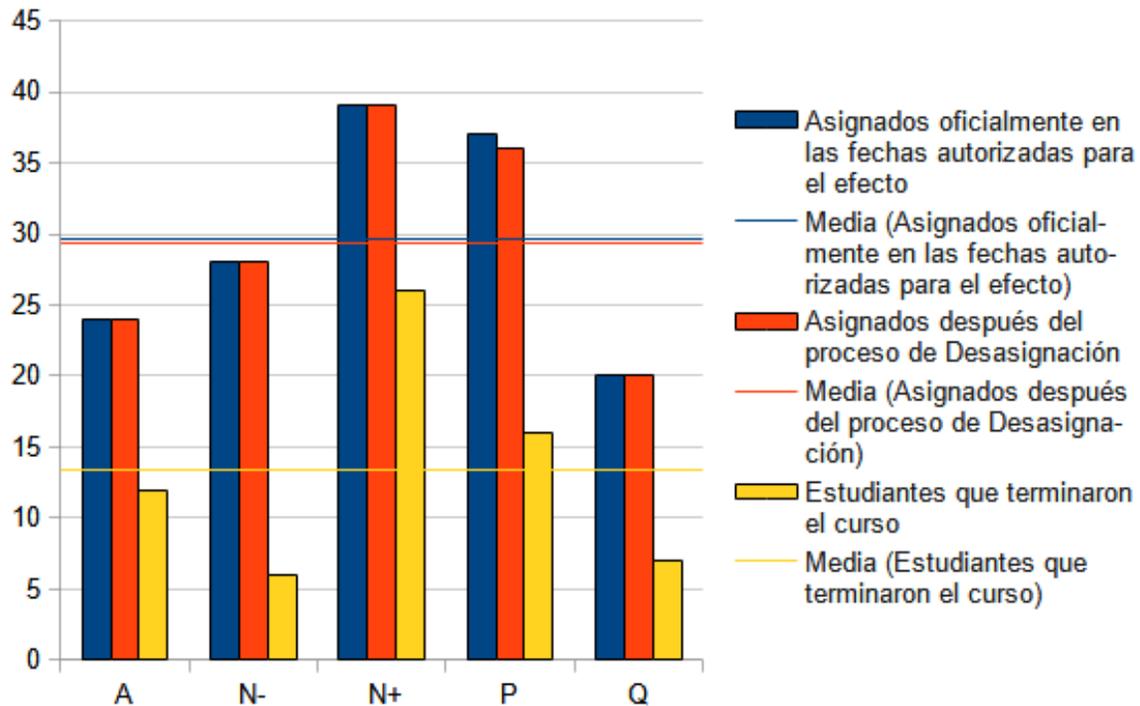


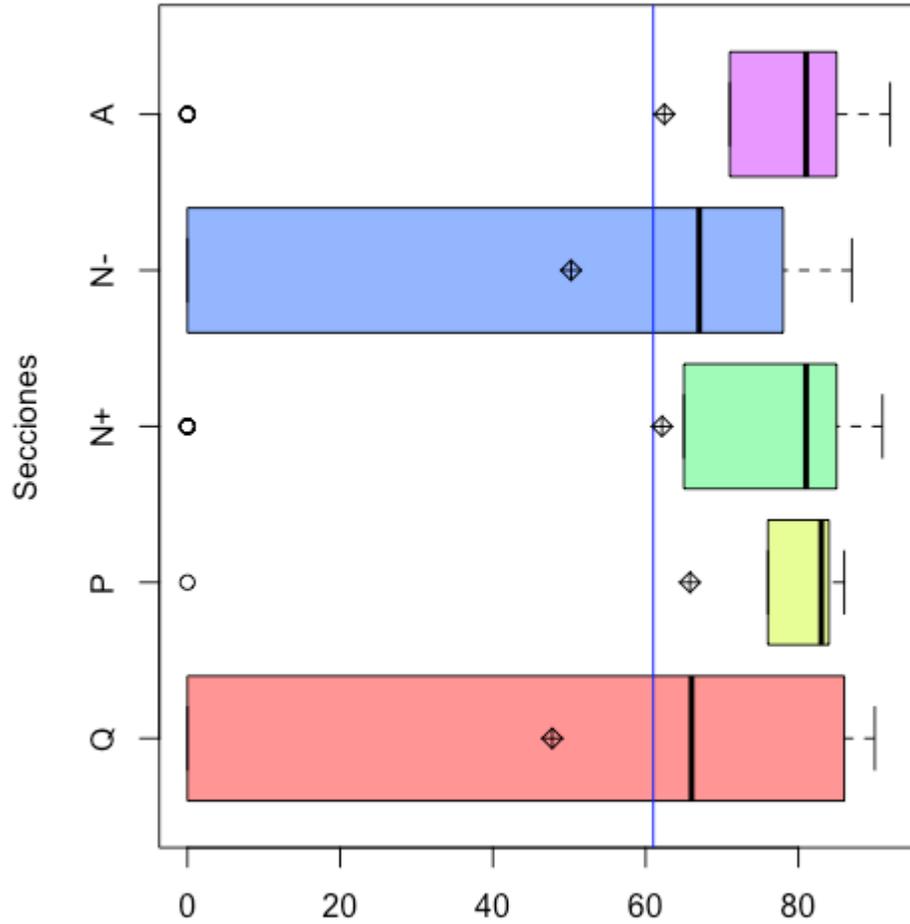
Figura 28: Comportamiento de participación de los estudiantes por sección en el Primer Semestre.



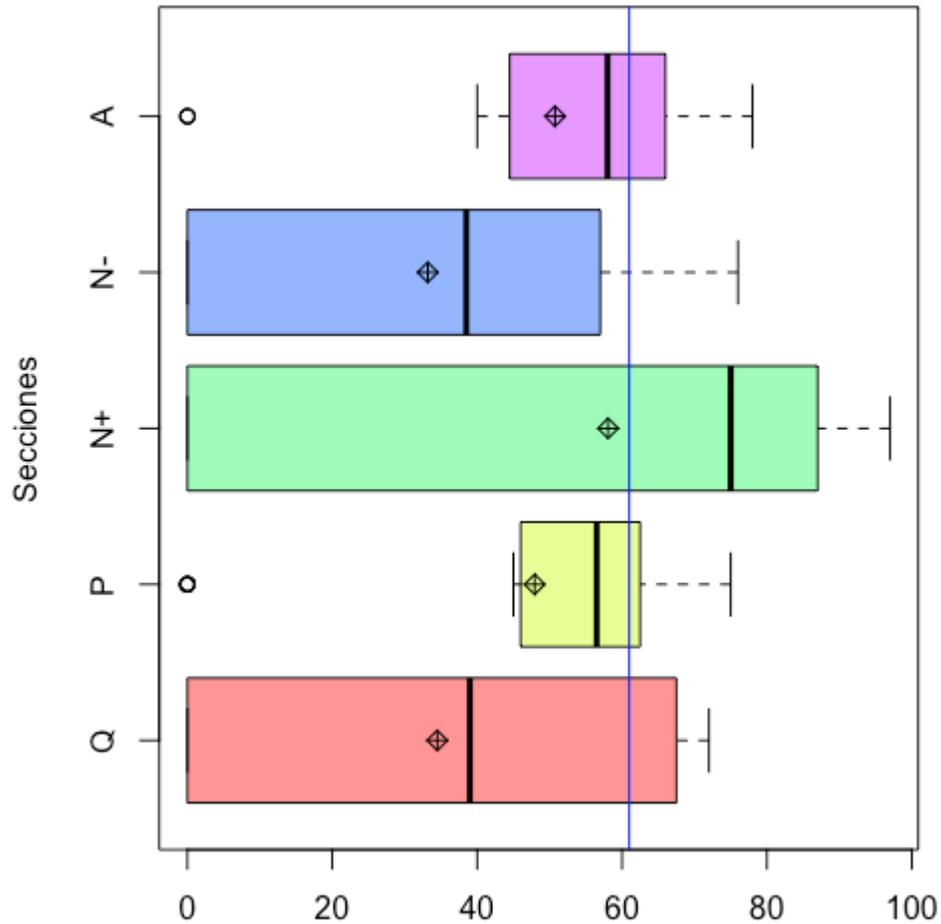
*Figura 29: Comportamiento de participación de los estudiantes por sección en el Segundo Semestre.*

Al realizar un análisis multivariable de las notas obtenidas en la clase magistral, los estudiantes de la Sección N presentan promedios arriba de los 61 puntos, con la mitad de los estudiantes aprobando el curso. Durante el primer semestre, la Sección N+ se destacó por un comportamiento bastante compacto, homogéneo, encontrándose todas sus notas arriba de los 61 puntos. En el segundo semestre, el grupo se comportó de manera heterogénea, sin embargo, a comparación de las otras secciones, se obtuvieron las mejores notas, desde la nota máxima, promedio y porcentaje de estudiantes que aprobaron el curso.

En las siguientes imágenes de diagramas de cajas las medias de las notas están representados por los rombos en negro.

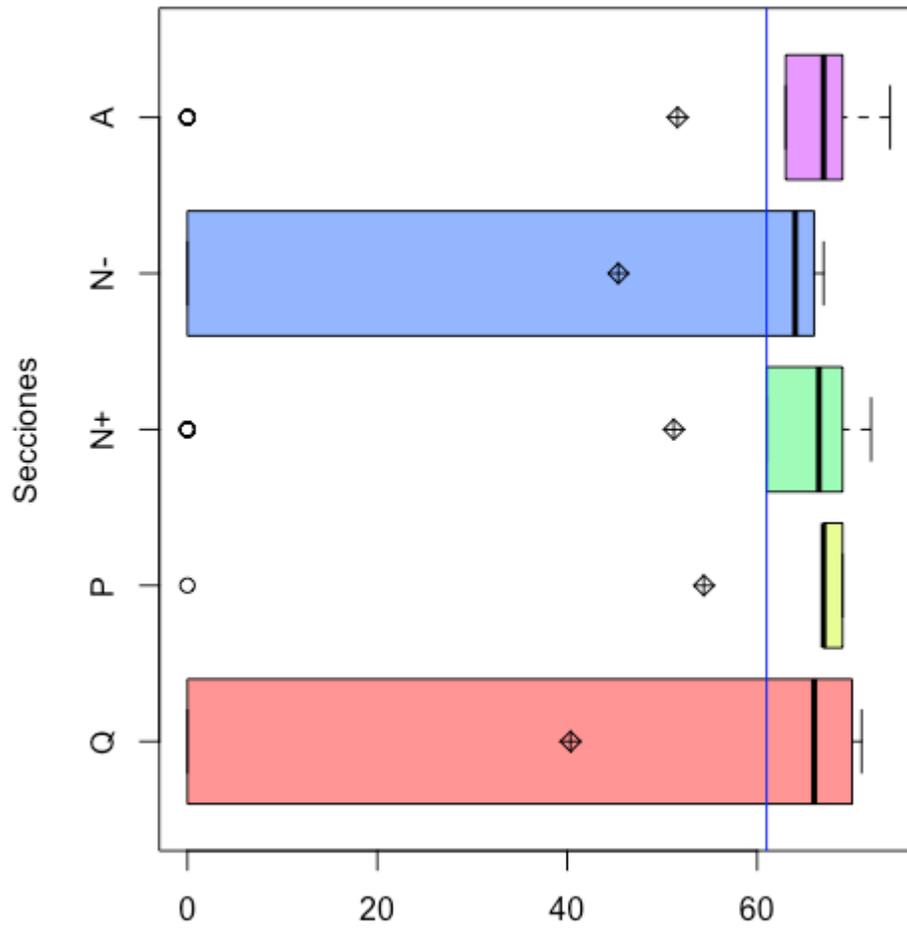


*Figura 30: Análisis multivariable de las notas de los estudiantes del Primer Semestre.*

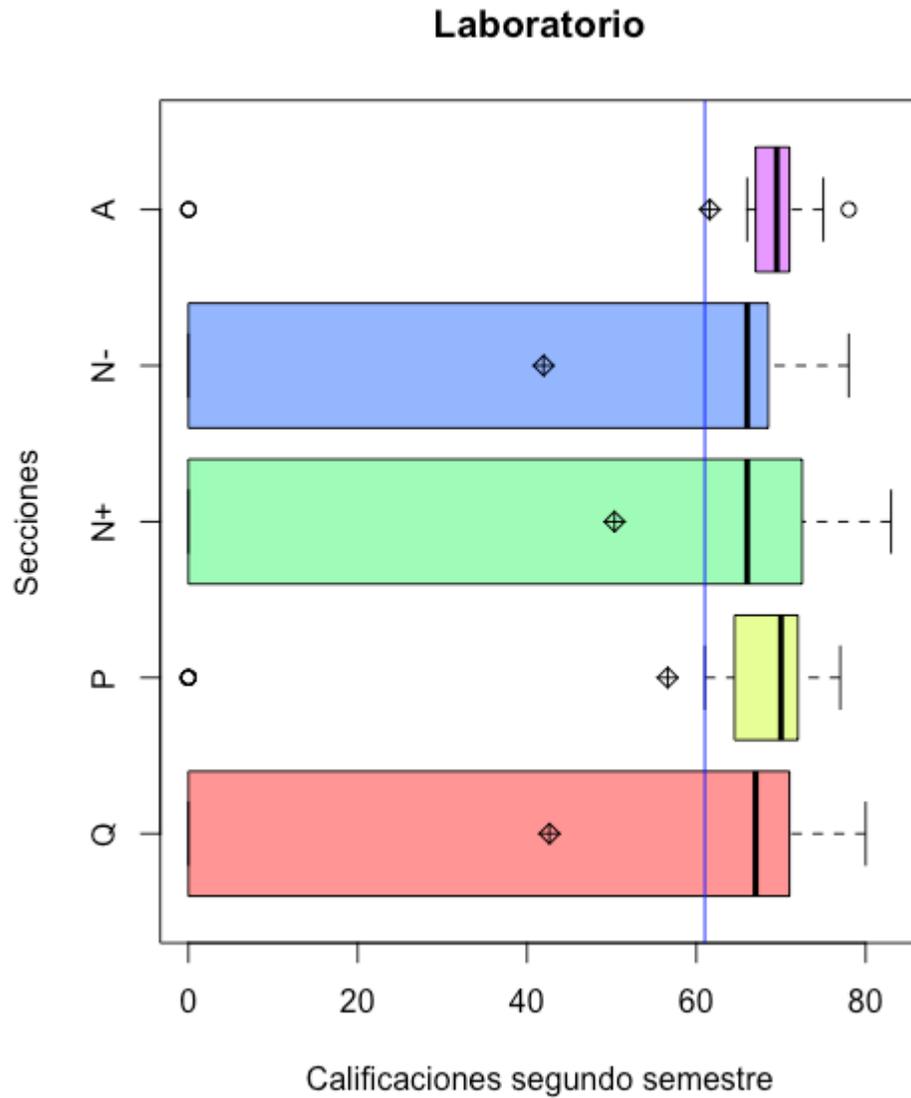


*Figura 31: Análisis multivariable de las notas de los estudiantes del Segundo Semestre.*

Es importante resaltar que cada sección tiene diferente profesor con evaluaciones diferentes, por lo que es necesario comparar los resultados de los estudiantes en un espacio homogéneo, presentándose esto en la realización del Laboratorio de clases, impartida por el mismo profesor, con las mismas prácticas y evaluaciones.



*Figura 32: Análisis multivariable de las notas de Laboratorio de los estudiantes del Primer Semestre.*



*Figura 33: Análisis multivariable de las notas de laboratorio de los estudiantes del Segundo Semestre.*

Realmente, se observa un comportamiento muy similar entre la clase magistral y el laboratorio, pudiéndose concluir que se trata de un comportamiento reflejo, el desempeño que se ve en clase, se refleja en el laboratorio.

## 17. Conclusiones

- La utilización de GeoGebra en un curso superior, en el área profesional, mejora el desempeño académico de los estudiantes, utilizándose como herramienta de introducción de contenido y manipulación por parte de los mismos.
- Entre las principales ventajas que presenta GeoGebra es que se trata de SOFTWARE LIBRE y gratuito, permitiendo al estudiante una manipulación completa de la herramienta sin afectar su economía.
- Con GeoGebra el estudiante puede interpretar matemáticamente los comportamientos físicos de materiales, estructuras y otros.
- Frente a otros programas y plataformas educativas, como Moodle, la fase de evaluación con GeoGebra debe mejorarse. Actualmente GeoGebra solamente ofrece 2 formas de pregunta, opción múltiple y pregunta abierta, debiendo realizar la calificación por parte del profesor “manualmente”.
- La realización de pruebas diagnósticas y su análisis al inicio de clases permiten crear o adaptar las actividades al grupo objetivo, con impactos positivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## 18. Recomendaciones

- a. Hacer una revisión exhaustiva de los programas básicos de computación que se imparten en la Universidad de San Carlos de Guatemala, tomando en cuenta la realidad tecnológica en la que viven los estudiantes. En el caso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos debe revisarse los contenidos y forma en que se está impartiendo el curso de Programación (090).
- b. Implementación de software libre en los diversos cursos de las diversas carreras profesionales. Esto creará un sistema virtuoso. El software libre presenta las siguientes características y ventajas:
  - i. La libertad de usar el programa, con cualquier propósito (uso).
  - ii. La libertad de estudiar cómo funciona el programa y modificarlo, adaptándolo a las propias necesidades (estudio).

- iii. La libertad de distribuir copias del programa, con lo cual se puede ayudar a otros usuarios (distribución).
- iv. La libertad de mejorar el programa y hacer públicas esas mejoras a los demás, de modo que toda la comunidad se beneficie (mejora).
- c. Realizar jornadas de capacitación sobre software libre, especialmente para profesores y auxiliares.
- d. Continuar con la implementación de GeoGebra en los cursos del área profesional, tomando en cuenta las ventajas que ofrece el software libre.
- e. Utilizar las ventajas de las TIC para realizar evaluaciones (diagnósticas , formativas, sumativas y otras), que permitan obtener datos pertinentes, precisos y certeros.

## 19. Impacto esperado

Las principales repercusiones que se esperan de esta investigación son:

- La inclusión del uso de Software Libre en la Facultad de Ingeniería, específicamente en la Escuela de Ingeniería Civil.
- La mejora académica de los estudiantes, lo que implica una mejora en la calidad de profesionales egresados de la Facultad de Ingeniería.
- Formalizar el tema del uso de software libre en el aprendizaje a nivel universitario como línea de investigación.

## 20. Referencias

- Abera, Y., & Awgichen, Z. . (2018, 23 de noviembre). Capabilities and Contributions of the Dynamic Math Software, GeoGebra---A Review . North American GeoGebra Journal, 7, 19. Julio de 2019, <https://geogebrajournal.miamioh.edu/index.php/ggbj/article/view/149>.
- Cabero, J., Vázquez-Martínez, A. I., Alducin-Ochoa, J. M., & Llorente, M. C. (2013). Proyecto OpenCourseWare: implantación en universidades andaluzas. Revista Iberoamericana De Educación, 63(2), 6. <https://doi.org/https://doi.org/10.35362/rie632646>

- Castillo, M., De La Rosa, F., Girón, M., Bracamonte, E., & Gutiérrez, W.. (2011). Ensayo de metodología participativa en ambientes virtuales de aprendizaje, como apoyo a la educación matemática presencial en carreras de ingeniería.. Julio de 2019, de Dirección General de Investigación de la USAC Sitio web: <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puie/INF-2011-019.pdf>
- Egor, P. & Balan, T. (2000). Mecánica de los Sólidos. México: Pearson Educación.
- Foos, L. (2014). Artistic Symmetry: Finding Richness In Tattoo Design Using Geogebra To Explore Symmetry And Create Symmetric Designs For A High School Geometry Course. North American GeoGebra Journal, 3, 7. 2018, julio, De North American GeoGebra Journal Base de datos.
- González, J. (2014). Formación inicial de profesores en geometría con GeoGebra. Revista Iberoamericana De Educación, 65, 161-172. <https://doi.org/https://doi.org/10.35362/rie650400>
- Gunčaga, J. & Majherová, J.. (2012). GeoGebra as a motivational tool for teaching and learning in Slovakia. North American GeoGebra Journal, 1, 4. 2018, julio, <https://geogebrajournal.miamioh.edu/index.php/ggbj/article/view/4>.
- Gutiérrez, R., Prieto, J., & Ortiz, J.. (2017). Matematización y trabajo matemático en la elaboración de simuladores con GeoGebra. Educación Matemática, 29(2), 37-68. <https://www.revista-educacion-matematica.org.mx/revista/2017/07/28/matematizacion-y-trabajo-matematico-en-la-elaboracion-de-simuladores-con-geogebra/>
- Hibbeler, R. (2012). Análisis Estructural. México: Pearson Educación.
- Huapaya, C., & Lizarralde, F. (2009). Un enfoque de la formación en ingeniería basada en computadora. Revista Iberoamericana De Educación, 48(4), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.35362/rie4842170>
- Nash, W. (1970). Resistencia de Materiales. México: McGraw-Hill.
- National Council of Teachers of Mathematics (2014). Principles to actions: Ensuring mathematical success for all. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Río, L. , González, A, & Búcarí, N.. (2014). La integración de las TIC en las clases de Matemática en el nivel universitario: ¿cómo afrontar este desafío?. Julio de 2019, de

Repositorio Nacional de la UNLP Sitio web:

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/45261>

Royero, J.. (Octubre de 2006). Las redes de I+D como estrategia de uso de las TIC en las universidades de América Latina. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, 3, 15. Julio de 2019, De [www.uoc.edu/rusc](http://www.uoc.edu/rusc) Base de datos.

Singer, F. & Pytel. A. (1994). Resistencia de Materiales. México: HARLA.

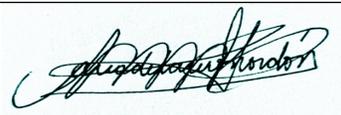
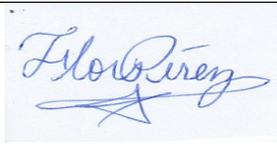
Valle Barra, M. (2005). Base de comparación de mallas curriculares de carreras de ingeniería civil. Revista Iberoamericana De Educación, 36(6), 1-13.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.35362/rie3662786>

**Listado de los integrantes del equipo de investigación (en una sola hoja)**

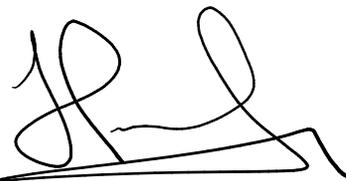
**Contratados por contraparte y colaboradores**

Nombre	Firma
Hugo Allan García Monterrosa	
William Roberto Gutiérrez Herrera	

**Contratados por la Dirección General de Investigación**

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago		Firma
			SI	NO	
María del Mar Girón Córdón	Investigador	20041018	X		
Flor de María Pérez Medina	Auxiliar de Investigación I	20180244	X		

Guatemala, 09 de febrero de 2021



Lic. Hugo Allan García Monterrosa  
Implementación de GeoGebra en el Curso de Resistencia de Materiales 2

Lic. León Roberto Barros  
Programa Universitario de Investigación




Ing. MARN Julio Rufino Salazar Pérez  
Coordinador General de Programas  
Digi USAC

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar  
Coordinador General de Programas

Guatemala, 08 de febrero, 2021

Señor Director  
Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera  
Director General de Investigación  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Adjunto a la presente el informe final “**Implementación de GeoGebra en el curso de Resistencia de Materiales 2**” con partida presupuestal 4.8.63.4.41, coordinado por el Licenciado Hugo Allan García Monterrosa y avalado por el Instituto de Investigaciones de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Este informe final fue elaborado con base en la guía de presentación de la Dirección General de Investigación, el cual fue revisado su contenido en función del protocolo aprobado, por lo que esta unidad de investigación da la aprobación y aval correspondiente.

Así mismo, el coordinador(a) del proyecto, se compromete a dar seguimiento y cumplir con el proceso de revisión y edición establecido por Digi del **informe final y del manuscrito científico**. El manuscrito científico debe enviarse, por el coordinador(a) del proyecto, para publicación al menos en una revista de acceso abierto (*Open Access*) indexada y arbitrada por expertos en el tema investigado.

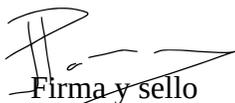
Sin otro particular, suscribo atentamente.

“Id y enseñad a todos”



Firma

Hugo Allan García Monterrosa  
Coordinador del proyecto de investigación



Firma y sello

Instituto de Investigaciones  
Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas