

**LA VISUALIZACIÓN CON *WxMAXIMA* EN EL CURSO DE ÁLGEBRA Y SU
EFECTO EN LA MOTIVACIÓN, ENTENDIMIENTO
Y APROVECHAMIENTO ACADÉMICO DEL ESTUDIANTE**

Por:

Rosa Elena Padilla Torres

Disertación Doctoral sometida al Programa Graduado de Educación
de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán
para optar por el grado de
Doctor en Educación con especialidad en Educación Matemática

11 de mayo de 2022

LA VISUALIZACIÓN CON Wxmaxima EN EL CURSO DE ÁLGEBRA Y SU EFECTO EN LA MOTIVACIÓN, ENTENDIMIENTO Y APROVECHAMIENTO ACADÉMICO DEL ESTUDIANTE

Nosotros, los miembros del Comité de Disertación Doctoral y del Comité de Defensa del estudiante Rosa Elena Padilla Torres certificamos que la investigación sometida por este cumple con los requisitos para las disertaciones doctorales establecidos por el Programa Doctoral en Educación del Recinto de San Germán, de la Universidad Interamericana de Puerto Rico y, para que así conste, firmamos, certificando la aprobación de la misma.

Aprobada: 11 de mayo de 2022
Fecha

Alvaro Lecompte
Álvaro Lecompte Montes, Ph. D.
Presidente del Comité

Carmen N. Ossorio
Carmen N. Ossorio Sánchez, Ed. D
Miembro del Comité

Balbino García
Balbino García Becerra, Ph. D.
Miembro del Comité

Carlos M. Martínez Bonilla
Carlos M. Martínez Bonilla, Ed. D.
Lector de Defensa

Koby H. Bonilla Maya
Koby H. Bonilla Maya, Ed. D.
Lector de Defensa

Mary L. Martínez Aldebol
Mary L. Martínez Aldebol, Ed. D
Coordinador Programa Doctoral en Educación

Kenneth DiLorenzo Baker
Kenneth DiLorenzo Baker, Ed. D
Director Departamento de Ciencias Sociales, Educación y Humanidades

Carlos E. Irizarry Guzmán
Carlos E. Irizarry Guzmán, D.B.A.
Director Escuela de Estudios Graduados e Investigación

Vilma S. Martínez Toro
Vilma S. Martínez Toro, M. Sc.
Decana de Asuntos Académicos

10 de junio de 2022

Fecha

10 de junio de 2022

Fecha

10 de junio de 2022

Fecha

13 de junio de 2022

Fecha

Certificación de Autoría

Yo, Rosa Elena Padilla Torres certifico que la disertación doctoral TITULADA La Visualización con $WxMaxima$ en el Curso de Álgebra y su Efecto en la Motivación, Entendimiento y Aprovechamiento Académico del Estudiante la cual presento como requisito para optar por el Grado de Doctor en Educación Matemática del Recinto de San Germán de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, es el producto de mi labor investigativa. Asimismo, doy fe que este trabajo es uno original e inédito.



Firma legible del estudiante

Prefacio

Prefacio

Agradecimientos

Agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de poder alcanzar las metas forjadas, por la perseverancia, capacidad y paciencia para completar este trabajo.

Agradezco a mi Presidente de Comité, el Dr. Álvaro Lecompte Montes por su paciencia para conmigo, conocimientos compartidos y apoyo incondicional. A la Dra. Carmen N. Ossorio Sánchez por siempre estar ahí cuando la necesito, ser de apoyo emocional y compartir tantos conocimientos de gran importancia para poder completar la investigación.

Agradezco también al Dr. Balbino García por ser mentor y el primero en mostrarme *WxMaxima*. Al comité de expertos, Dr. Koby Bonilla Maya, Dr. Carlos Martínez Bonilla, Dr. Juan Vélez Rodríguez, Dr. Alexander Quinta.

Agradezco a mi esposo e hijos por el apoyo incondicional, por compartir mis alegrías y celebrar mis logros. A mi amiga, la Dra. Joane Marie De Jesús Dátiz por estar conmigo en las buenas y en las malas, por ser el apoyo emocional y compañera de estudios por muchos años.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mi esposo, Enrique Pérez Martínez y a mis hijos, Stephanie Marie y Edison Javier. También dedico el mismo a todos aquellos que de una forma u otra me ayudaron durante este proceso.

Resumen

El propósito de esta investigación fue encontrar herramientas tecnológicas que pudieran ser integradas en el curso de Álgebra para aumentar la motivación en los estudiantes. A través de estas herramientas también lograr aumentar el entendimiento de los conceptos discutidos en la clase, logrando así el mejoramiento en el aprovechamiento académico de los alumnos. La herramienta tecnológica utilizada fue el programado de distribución gratuita *WxMaxima*. En el marco teórico se hizo referencia fue la teoría del aprendizaje y enseñanza de Skinner (1954) y la metodología de aprendizaje por descubrimiento de Jerome Bruner (1960). Skinner mostraba sumo interés en la tecnología y enseñanza programa. Se le atribuye el desarrollo de la tecnología educativa. Bruner por su parte, planteó que cada individuo deber ser el protagonista de su aprendizaje, promoviendo el aprender por sí mismo y descubrir qué es lo que se quiere aprender. El aprendizaje según Bruner, debe ser motivador de la solución de problemas concretos, retar al estudiante.

Esta investigación que respondió a ¿puede la visualización con *WxMaxima* utilizado en el curso de Álgebra tener algún efecto en la motivación, entendimiento y aprovechamiento académico del estudiante? Se utilizó un enfoque cuantitativo. Se desarrolló un cuestionario. El instrumento se estructuró de cuatro sub preguntas asociadas a las variables de investigación: visualización, problema, entendimiento, motivación y aprovechamiento académico. El cuestionario fue compartido en línea a los maestros de matemáticas de Puerto Rico. A cada alternativa del cuestionario se le asignó un valor numérico de 1 a 4. Estos valores se utilizaron para el cálculo de estadística descriptiva a un 95%. La estadística paramétrica se utilizó para responder las preguntas de investigación. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó *Microsoft Excel* y *Gretl*.

Los resultados indicaron que: (1) Existe un problema con la integración de la tecnología en el curso de Álgebra por parte de los maestros. (2) Se gana motivación por aprender matemáticas en los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima*. (3) Se logra entendimiento del Álgebra a través de la visualización con *WxMaxima*. (4) Se evidencia diferencia en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima*. Luego de esto, se constata que la visualización con este programado en el curso de Álgebra puede tener efecto en la motivación, entendimiento y aprovechamiento académico del estudiante.

Dentro de las recomendaciones para esta investigación incluyen el capacitar a los maestros sobre programados que puedan ser integrados en la sala de clase y participar en talleres innovadores que reten al maestro a motivar a sus estudiantes. Se recomienda además, una transición a una sociedad tecnológica, fomentar el aprendizaje por descubrimiento y pertinencia. Deben diseñarse currículos que fomenten la integración de recursos tecnológicos.

Tabla de contenido

Hoja de aprobación	ii
Certificación de autoría	iii
Prefacio	iv
Resumen	v
Tabla de contenido	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Índice de gráficas	ix
Índice de appendices	x
I. Introducción	1
Antecedentes del problema	1
Exposición del problema de investigación	3
Justificación del problema	8
Propósito de la investigación	6
Objetivos de la investigación	8
Marco teórico	8
Teoría del aprendizaje y enseñanza de Skinner	9
Metodología del aprendizaje por descubrimiento de Bruner	10
Resumen	13
Pregunta de investigación	14
Sub preguntas de investigación	14
Delimitaciones de la pregunta de investigación	15
Definiciones conceptuales de las variables	15
Definiciones operacionales de las variables	16
II. Revisión de Literatura	19
III. Método	36
Introducción	36
Logística del estudio	38
IV. Resultados	43
V. Discusión	106
Referencias	114
Apéndices	119

Índice de tablas

Tabla 1.	Aportaciones de teorías para el estudio	13
Tabla 2.	Asociación de variables con premisas del cuestionario	46
Tabla 3.	Resumen de preguntas del cuestionario	49
Tabla 4.	Estadística descriptiva para pregunta 1	52
Tabla 5.	Estadística descriptiva para pregunta 2	53
Tabla 6.	Estadística descriptiva para pregunta 3	54
Tabla 7.	Estadística descriptiva para pregunta 4	56
Tabla 8.	Estadística descriptiva para pregunta 5	57
Tabla 9.	Estadística descriptiva para pregunta 6	58
Tabla 10.	Estadística descriptiva para pregunta 7	59
Tabla 11.	Estadística descriptiva para pregunta 8	61
Tabla 12.	Estadística descriptiva para pregunta 9	62
Tabla 13.	Estadística descriptiva para pregunta 10	63
Tabla 14.	Estadística descriptiva para pregunta 11	64
Tabla 15.	Estadística descriptiva para pregunta 12	65
Tabla 16.	Estadística descriptiva para pregunta 13	67
Tabla 17.	Estadística descriptiva para pregunta 14	68
Tabla 18.	Estadística descriptiva para pregunta 15	69
Tabla 19.	Estadística descriptiva para pregunta 16	70
Tabla 20.	Estadística descriptiva para pregunta 17	72
Tabla 21.	Estadística descriptiva para pregunta 18	73
Tabla 22.	Estadística descriptiva para pregunta 19	74
Tabla 23.	Estadística descriptiva para pregunta 20	75
Tabla 24.	Tabla de correlación entre ítems	76
Tabla 25.	Asociación de variables con ítems	87
Tabla 26.	Resultados ítems asociados con variable visualización	89
Tabla 27.	Resultados ítems asociados con la variable problema	91
Tabla 28.	Análisis de datos variables visualización versus problema (<i>Gretl</i>)	91
Tabla 29.	Resultados ítems asociados con la variable motivación	94
Tabla 30.	Análisis de datos variables visualización versus motivación (<i>Gretl</i>)	94
Tabla 31.	Resultados ítems asociados con la variable entendimiento	97
Tabla 32.	Análisis de datos variables visualización versus entendimiento (<i>Gretl</i>)	97
Tabla 33.	Resultados ítems asociados con la variable aprovechamiento académico	100
Tabla 34.	Análisis de datos variables visualización versus aprovechamiento académico (<i>Gretl</i>)	101

Índice de figuras

Figura 1.	Resumen Marco Teórico	14
Figura 2.	Logística del estudio	41
Figura 3.	Enfoque	42
Figura 4.	Correlación entre ítems del cuestionario P3	77
Figura 5.	Correlación entre ítems del cuestionario P4	77
Figura 6.	Correlación entre ítems del cuestionario P7	79
Figura 7.	Correlación entre ítems del cuestionario P8	80
Figura 8.	Correlación entre ítems del cuestionario P9	81
Figura 9.	Correlación entre ítems del cuestionario P10	82
Figura 10.	Correlación entre ítems del cuestionario P11	83
Figura 11.	Correlación entre ítems del cuestionario P12	84
Figura 12.	Correlación entre ítems del cuestionario P13	85
Figura 13.	Correlación entre ítems del cuestionario P16	85
Figura 14.	Correlación entre ítems del cuestionario P17	86

Índice de gráficas

Gráfica 1.	Resultados ítem 1	51
Gráfica 2.	Resultados ítem 2	53
Gráfica 3.	Resultados ítem 3	54
Gráfica 4.	Resultados ítem 4	55
Gráfica 5.	Resultados ítem 5	56
Gráfica 6.	Resultados ítem 6	58
Gráfica 7.	Resultados ítem 7	59
Gráfica 8.	Resultados ítem 8	60
Gráfica 9.	Resultados ítem 9	61
Gráfica 10.	Resultados ítem 10	62
Gráfica 11.	Resultados ítem 11	64
Gráfica 12.	Resultados ítem 12	65
Gráfica 13.	Resultados ítem 13	66
Gráfica 14.	Resultados ítem 14	68
Gráfica 15.	Resultados ítem 15	69
Gráfica 16.	Resultados ítem 16	70
Gráfica 17.	Resultados ítem 17	71
Gráfica 18.	Resultados ítem 18	73
Gráfica 19.	Resultados ítem 19	74
Gráfica 20.	Resultados ítem 20	75
Gráfica 21.	Resultados ítems variable visualización	88
Gráfica 22.	Resultados ítems variable problema	90
Gráfica 23.	Diagrama de dispersión de variables visualización versus problema (<i>Gretl</i>)	92
Gráfica 24.	Resultados por ítem variable motivación	93
Gráfica 25.	Diagrama de dispersión de variables visualización versus motivación (<i>Gretl</i>)	95
Gráfica 26.	Resultados por ítem variable entendimiento	96
Gráfica 27.	Diagrama de dispersión de variables visualización versus entendimiento (<i>Gretl</i>)	98
Gráfica 28.	Resultados por ítem variable aprovechamiento académico	99
Gráfica 29.	Diagrama de dispersión de variables visualización versus aprovechamiento académico (<i>Gretl</i>)	101

Índice de apéndices

Apéndice A.	Carta de aprobación
Apéndice B.	Documento de consentimiento / asentimiento para participantes
Apéndice C.	Carta de colaboración
Apéndice D.	Formato de acuerdo de colaboración
Apéndice E.	Acuerdo de colaboración 1
Apéndice F.	Acuerdo de colaboración 2
Apéndice G.	Acuerdo de colaboración 3
Apéndice H.	Instrumento de investigación
Apéndice I.	Aviso de participación
Apéndice J.	Integración de la tecnología a la clase de Álgebra utilizando <i>WxMaxima</i>

I. Introducción

Tecnología es definida por RAE (2018), como un conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. También corresponde al conjunto de instrumentos y procedimientos de un determinado sector o producto. Para esta investigación, la tecnología corresponde a las computadoras y a los sistemas de proceso de información asociados con éstas. La tecnología se ha vuelto una herramienta imprescindible en el diario vivir de todo ser humano hoy día, ¿por qué no utilizarla para despertar la motivación en el estudiante para aprender matemáticas de forma profunda?

Antecedentes del problema

Durante el paso de los años, es notable la apatía y falta de motivación por parte de los estudiantes hacia los cursos de matemáticas en todos los niveles académicos. El curso de Álgebra, ofrecido en el Nivel Superior es una de las materias que más difícil se les hace entender a los alumnos. Las puntuaciones en las pruebas estandarizadas para admisión universitaria (*College Board*) muestran resultados bajos en el área de Matemáticas, tanto para escuelas públicas (Departamento de Educación de Puerto Rico), así como para las escuelas privadas.

Al observar los resultados de las evaluaciones y pruebas administradas a los estudiantes en años recientes es evidente la baja en aprovechamiento académico en el área de las matemáticas. En Puerto Rico en el 2011, el *College Board* realizó un estudio en donde sale a relucir que, a consecuencia de la baja en puntuaciones obtenidas en el

examen de ingreso universitario o Prueba de Aptitud Académica, los promedios del Índice General de Solicitud (IGS) disminuyeron considerablemente para facilitar el proceso de admisión a las universidades de la Isla. Generalmente, las escuelas privadas tienden a obtener mejor puntuación en esta prueba, en comparación con los estudiantes del Departamento de Educación de Puerto Rico o sistema público. En esta ocasión, se refiere a la baja de entre 6 a 18 puntos en los resultados de estudiantes de escuelas privadas. En el área de razonamiento matemático el promedio fue de 450 puntos, donde el valor del examen fue de 800 puntos (Rivera, 2011). Se puede notar que el promedio obtenido por los estudiantes corresponde a solo un 56.25%, puntuación que, en cualquier examen corresponde a una calificación de fracaso.

Según el Anuario Estadístico del Sistema Educativo (2017) correspondiente a los años 2012 a 2015 se comparan los resultados tanto de las Pruebas META PR entre las escuelas del Departamento de Educación, así como la comparación entre los resultados de las pruebas estandarizadas del *College Board* entre las escuelas privadas y el sistema de educación pública. Allí podemos identificar que el porcentaje de nivel de proficiencia en matemáticas de nivel superior durante el año escolar 2014-2013 fue de solo un 9% y para el año escolar 2014-2015 era de solo un 5%. Estas pruebas no son administradas en escuelas privadas (Disdier y Jara, 2017).

Al observar el Anuario Estadístico del Sistema Educativo con los resultados de las pruebas META PR, se evidencia que el nivel de proeficientes en el año 2015 en los grados de octavo y undécimo grados es de un 6 a 7% de los estudiantes. Para el año 2016, ese porcentaje aumenta hasta un 10%, con los estudiantes de octavo grado, mientras que undécimo sigue en un 7% (Disdier y Cruz, 2019).

Estos datos de resultados de las pruebas estandarizadas en el Departamento de Educación son mostrados en la página de Internet de este. Allí se desglosan los resultados globales, así como filtros por regiones y por escuelas. Se evidencia en la misma que durante el paso de los años, el nivel de proeficiencia principalmente en grados de nivel secundario ha disminuido considerablemente (Departamento de Educación de Puerto Rico, 2022). Adicional a esto, cada maestro del Departamento de Educación tiene acceso al expediente del estudiante para analizar tanto los resultados de las pruebas estandarizadas, así como también su aprovechamiento académico por separado en plataformas especializadas (Departamento de Educación de Puerto Rico, 2022).

Con relación a los resultados de las pruebas de Aprovechamiento Académico (PEAU *College Board*) de grado 12, la puntuación promedio en el sector público en 2012 era de 467 puntos bajando a 446 puntos para el año escolar 2014-2015 lo que corresponde a la categoría de “bajo”. Las estadísticas del sector privado mostraron un leve aumento en la puntuación promedio en esta área de un 530 para el año 2012-2013 a 531 para el año 2015-2015. En el área de Razonamiento Matemático, en el Sector Público redujo de 457 a 431, mientras que el Sector Privado reflejó un aumento de 526 a 530 entre los años 2012 a 2015 (Disdier y Jara, 2017).

Exposición del problema de investigación

El problema de investigación responde a la problemática de falta de motivación en los estudiantes de todos los niveles académicos para el aprendizaje de las matemáticas, el cual se ve reflejado en el pobre entendimiento del curso, así como el bajo aprovechamiento académico. A nivel superior, este problema se agrava aún más. Esto se evidencia tanto en los resultados de las Pruebas META PR, donde pueden ser

comparados los resultados por grado, así como también los resultados de las pruebas estandarizadas de *College Board*, en las cuales se puede comparar estos resultados entre escuelas del sistema público y el privado (Disdier y Jara, 2017).

El problema de investigación propuesto radica en la falta de motivación por aprender matemáticas en los alumnos. Se pretende ver cómo se puede lograr un mejor entendimiento de los temas discutidos en el curso de Álgebra con el fin de aumentar el aprovechamiento académico en los estudiantes. ¿Puede acaso la integración de computadoras y/o teléfonos inteligentes al curso de Álgebra alcanzar un aumento en la motivación por aprender a los estudiantes?

A lo largo de los años, los currículos en Estados Unidos han sido revisados con el fin de preparar a los estudiantes para una educación para el Siglo 21. Además de la motivación por aprender, se pretende el desarrollo de lógica, razonamiento, literacia funcional y operacional, así como también el entendimiento en estadísticas (Uchida, 2003).

Justificación del problema

El Siglo XXI se ha convertido en una era tecnológica. En todos los hogares se cuenta con algún dispositivo tecnológico, ya sea computadora, tableta, teléfonos inteligentes. La mayoría de los estudiantes muestran un gran interés por el uso de la tecnología, ¿por qué no puede ser integrada en la sala de clases?, ¿por qué no se integran herramientas tecnológicas en los cursos de matemáticas?

Esta propuesta de investigación sobre *La Visualización con WxMaxima en el Curso de Álgebra y su Efecto en la Motivación, Entendimiento y Aprovechamiento*

Académico del Estudiante, busca intentar minimizar la problemática de la poca motivación para aprender matemáticas y apatía hacia la clase identificada en los estudiantes, principalmente en el curso de Álgebra. De esta forma, se espera poder obtener un aumento en la motivación para el aprendizaje y entendimiento de los temas discutidos en Álgebra a través de la integración de la tecnología en la sala clase y, por ende, aumentar así el aprovechamiento académico de los estudiantes participantes.

Se utiliza la integración de la tecnología en la sala de clases para demostraciones, creación de algoritmos de programación simples, así como también solución de problemas a través del programado de distribución gratuita *WxMaxima*. El mismo es una plataforma que permite la programación haciendo uso de comandos derivados de LOGO, lenguaje de programación utilizado por Papert en sus investigaciones. Éste utiliza el lenguaje de programación LOGO para la solución de problemas simples correspondientes a temas del curso de Geometría, mientras trabajaba con su Teoría Constructivista y Tecnología Educativa (Urbino, 1999). Los estudiantes participarán en clases donde se integre el uso de tecnología, en las cuales se espera que los mismos logren un entendimiento de forma más fácil que con la conferencia expositiva típica. A través del uso de los programados y sus simulaciones se espera que el alumno pueda aumentar el entendimiento de los temas de mayor dificultad del curso de Álgebra, en el tema relacionado con las propiedades de las funciones cuadráticas. Con la integración de la tecnología se espera lograr motivación y facilitar el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de nivel secundario para así poder alcanzar un aumento en el aprovechamiento académico, así como un mejor desempeño en los resultados en las pruebas estandarizadas en las cuales participan.

El enfoque STEM (*Science, Technology, Engineering & Mathematics*) se integra en las salas de clases, para así preparar a los estudiantes para un futuro profesional. Al integrarse la estrategia educativa de STEM, se promueve el desarrollo del pensamiento científico y matemático. Éste, además provee oportunidad para los estudiantes a que, a través del aprendizaje, descubran habilidades y preferencias educativas. Esto es de suma importancia para preparar al estudiante al mundo laboral altamente tecnológico. El despertar el interés en los estudiantes por aprender es parte importante del rol del educador. Si los temas discutidos en la sala de clase no son del interés del estudiante, éste no adquiere un conocimiento pertinente y permanente. No es lo mismo aprender para una evaluación, que aprender para la vida (Organizaciones de Estados Iberoamericanos, 2009).

Propósito de la investigación

La propuesta de investigación sobre *La Visualización con WxMaxima en el Curso de Álgebra y su Efecto en la Motivación, Entendimiento y Aprovechamiento Académico del Estudiante*, tiene como propósito encontrar herramientas tecnológicas que sean de ayuda para aumentar la motivación en el estudiante para mejorar el entendimiento del tema y de una vez así, también el aprovechamiento académico. Con el fin de alcanzar un grado de discusión concreta, la investigación se limitará a un tema particular: las funciones cuadráticas en el curso de Álgebra, o matemática de nivel avanzado.

El objetivo principal es poder identificar herramientas y recursos tecnológicos en la sala de clases con las cuales pueda lograrse un aumento en el entendimiento del tema de funciones cuadráticas en el curso de Álgebra, con la ambición posterior de generalizar a otros temas del currículo de Álgebra, desde el punto de vista del maestro. Con la

integración de la tecnología en la sala de clases, se utilizan conocimientos previos los cuales son aplicados a situaciones no tradicionales para lograr resolver un problema relacionado al curso de Álgebra a través de un lenguaje de programación simple, el cual será mostrado por el maestro de la sala de clase, junto con las demostraciones de diseño de módulos y uso de los mismos. Esta investigación fomenta la integración del currículo en espiral, constructivismo, aprendizaje por descubrimiento, esquemas de respuesta activa, reformulación de problemas, aprender de errores y aceptar que, porque un problema no tenga solución, no implica que tenga un procedimiento incorrecto (Urbina, 1999).

Cuando un estudiante alcanza un nivel de razonamiento y entendimiento matemático superior, puede ver más allá de los problemas relacionados al tema particular con el cual se está trabajando, en este caso el de funciones cuadráticas, de esta forma podrá construir algoritmos de programación para la solución de problemas y ejercicios de práctica para otros temas de la clase de Matemáticas. Así podrá construir algoritmos para solucionar otro tipo de problemas como lo son en Ciencias, Ciencias Sociales, Psicología, entre otras (Urbina, 1999).

No se trata de generar programadores de computadoras, se trata de generar estudiantes capaces de utilizar conocimientos previos en beneficio de la solución de un problema que quizás se le pueda dificultar o se les hace aburrido y poco retante resolver de forma manual. A la vez se prepara a los mismos con destrezas y herramientas tecnológicas básicas que faciliten su desempeño eficiente en la vida laboral del Siglo XXI.

Objetivos de la investigación

La investigación se centra en diferenciar la enseñanza de Álgebra utilizando la integración de la tecnología en la sala de clases de una tradicional desde el punto de vista del maestro. El maestro tendrá acceso a un cuestionario sobre la visualización de los temas mediante el uso de algoritmos de programación de computadoras simples de forma remota, a través de una computadora o dispositivo móvil.

Los objetivos de la investigación son los siguientes:

Diferenciar si existe algún problema con la integración de la tecnología entre los maestros de Álgebra.

Diferenciar la motivación por aprender matemáticas en los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima* desde el punto de vista del maestro.

Diferenciar el entendimiento del Álgebra a través de la visualización con *WxMaxima* entre los estudiantes con integración de la tecnología desde el punto de vista del maestro.

Diferenciar el aprovechamiento académico de los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima* entre los estudiantes con integración de la tecnología y desde el punto de vista del maestro.

Marco teórico

Al observar las problemáticas de la falta de motivación por aprender matemáticas, pobre entendimiento y, por ende, bajo aprovechamiento académico de los estudiantes en el curso de Álgebra, y el interés de éstos por el uso de dispositivos tecnológicos surge la

idea de la integración de tecnología en la sala de clases. En este caso, se enfocará el tema de funciones cuadráticas, el cual, por experiencia, es uno de los temas más difíciles de entender. Para esta propuesta sobre *La Visualización con WxMaxima en el Curso de Álgebra y su Efecto en la Motivación, Entendimiento y Aprovechamiento Académico del Estudiante* vienen a la mente las lecturas previas de BF Skinner con la tecnología educativa y teoría del aprendizaje, así como las de Bruner con el aprendizaje por descubrimiento.

Teoría del aprendizaje y enseñanza de Skinner

A Skinner, se le atribuye el desarrollo de la tecnología educativa (1954). Skinner se caracterizó por su interés en la tecnología, la enseñanza programada y el desarrollo de máquinas para enseñar. También demostró su interés en la tecnología en su obra *Tecnología de la enseñanza*, publicada en 1968. El enfoque de Skinner es conductista. Sus teorías fueron utilizadas para explicar los cambios en las personas de cultas a instruidas a través de varias metáforas. En ella se examinan temas de “La ciencia del aprendizaje y el arte de enseñar”, “La tecnología de la enseñanza”, “Motivación, creatividad, autocontrol, disciplina” bajo una perspectiva reflexiva (Smith, 1999). Las obras de Skinner en la educación han sido de suma importancia. Entre los conceptos más importantes, se pueden mencionar la enseñanza programada, la enseñanza individualizada y la evaluación continua.

A través de una visita a la sala de clase de su hija quien presentaba dificultades de aprendizaje, Skinner notó que la maestra enseñaba de forma tradicional, utilizando amenazas y castigos más que respuestas o consecuencias positivas por su comportamiento. En sus publicaciones, él indica que es más beneficioso el uso de

refuerzos positivos. Para Skinner, el aprendizaje corresponde a un cambio en conducta, resultado de una experiencia entre conexiones de estímulo y respuesta (Carrasco y Prieto, 2016).

Skinner enfatizó el esquema de estímulo y respuesta, esto es la fijación de secuencias de estímulos o señales que son portadoras de información y las respuestas asociadas. Para él, la enseñanza es programada, con énfasis en una respuesta activa. Es decir, se puede desarrollar una máquina para enseñar. Skinner formó este marco teórico por su definición de aprendizaje como: hacer, experimentar y ensayar (Urbina, 1999).

En esta investigación, con la integración de aplicaciones que permiten la programación de algoritmos simples a ser utilizados en el curso de Álgebra, el estudiante puede hacer o construir sus algoritmos con comandos simples para realizar las operaciones matemáticas. De esa forma, puede experimentar con conocimientos tecnológicos nuevos, así como poder ensayar, tantear y aprender de los errores cometidos.

Metodología del aprendizaje por descubrimiento de Jerome Bruner

A diferencia de la teoría anterior, la metodología de aprendizaje por descubrimiento (1960) plantea que el individuo debe ser el protagonista de su propio desarrollo cognitivo. A través de esta metodología, el maestro presenta las herramientas necesarias a los estudiantes para que éste pueda descubrir por sí mismo lo que se debe o desea aprender (Argelia, 2011).

Para Bruner, el aprendizaje se puede motivar mediante la solución de problemas que representan una información concreta, los cuales suponen un reto para el estudiante.

Señala la importancia de la enseñanza de conceptos para ayudar al estudiante a moverse de un pensamiento concreto a un estadio de representación conceptual y simbólica (Araujo y Chadwick, 1998, citado por Urbina, 1999). Con esta metodología, se evita la simple memorización, la mecanización de procesos y se promueve el aprender haciendo cosas, manipulando objetos, imitando y actuando. Se logra una estimulación cognitiva mediante materiales que entrenan en las operaciones lógicas básicas, como lo es el uso de tecnología y la creación de algoritmos de programación simple (Urbina, 1999).

En el proceso de maduración de ir de lo concreto hasta lo abstracto, Bruner señala que el descubrimiento favorece el desarrollo mental del estudiante. A la vez que se posibilitan experiencias nuevas para los alumnos se integra la aplicación de conocimientos previos (Currículo en Espiral). Al estructurar el material discutido de forma adecuada, se logra captar la atención del estudiante y se fomenta el aprendizaje a través del descubrimiento (Urbina, 1999).

Para Bruner, el aprendizaje tiene como objetivo el estimular a los estudiantes para el aprendizaje, la autoestima y la seguridad, el desarrollo de estrategias metacognitivas y superar las limitaciones del aprendizaje mecánico. Como parte de los principios de la teoría de aprendizaje por descubrimiento, se indica que las personas poseen una capacidad para descubrir conocimiento, el descubrimiento final al que se llega es una realización que se hace a través de la reconstrucción de un significado existente junto con nuevos elementos. Así también, se señala como el aprendizaje por descubrimiento se inicia mediante el reconocimiento de problemas, sigue con un desarrollo de proceso de resolución de conflictos, lleva a descubrir la lógica durante la verificación de hipótesis, implica una actividad autorregulada y creativa que pueda ser identificada como

descubrimiento y asociación de este aprendizaje con la producción de errores (Ibanco, s.f.).

Entre los beneficios del aprendizaje por descubrimiento enumerados por la Universidad Internacional de Valencia en su página web titulada *El aprendizaje por descubrimiento de Bruner (2018)* se encuentra el superar las limitaciones del aprendizaje tradicional o mecánico, estimula a pensar por sí mismos, aprender a aprender, estimula la autoestima y seguridad, estimula la solución creativa de problemas, entre otras (VIU, 2018).

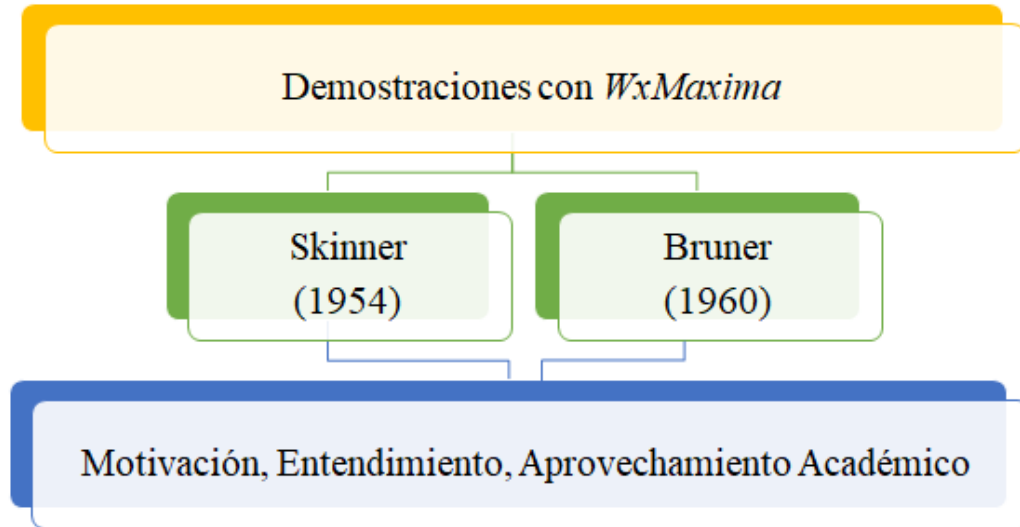
La metodología de aprendizaje por descubrimiento de Bruner forma parte de este marco teórico por sus aportaciones relacionados a la solución de problemas, el salir de una enseñanza de las matemáticas de forma expositiva y mecánica a una de aprendizaje a través de descubrir estrategias y algoritmos de programación de computadoras simples que puedan mejorar el aprendizaje y el entendimiento de los temas de mayor dificultad utilizando los intereses de los estudiantes del siglo XXI. En esta metodología se motiva a un aprendizaje permanente, en lugar de la memorización solo para obtener una buena calificación, además de proveer oportunidad de integrar conocimientos previos de los temas de matemáticas. Por ejemplo, el orden de operaciones para poder “escribir” un algoritmo de programación es muy importante para realizar una operación matemática que tenga un resultado correcto. En la tarea de crear algoritmos se evita la frustración por no obtener la solución de un problema de forma inmediata mediante la búsqueda de estrategias nuevas para hallar la misma, hasta la satisfacción de haberlo logrado, Esto ayuda al aprendizaje permanente, la motivación y el aumento de la autoestima de nuestros estudiantes.

Resumen del marco teórico

Tabla 1
Aportaciones de teorías para el estudio

Skinner	Bruner
• Tecnología educativa • Teoría del aprendizaje • Conductista • Fijación de secuencias de estímulos o señales • Esquema estímulo- respuesta • Enseñanza programada • Aprendizaje: hacer, experimentar y ensayar • Respuesta activa • Máquina de enseñar	• Aprendizaje por descubrimiento • Solución de problemas • Representación de información de forma concreta • Evitar la memorización • Currículo en espiral • Integración de conocimientos previos • Estimulación cognitiva • Descubrimiento favorece el desarrollo mental • De lo concreto a lo abstracto • Posibilitar experiencias

Figura 1
Resumen Marco Teórico



Pregunta de investigación

La pregunta a la cual responde este proyecto de investigación es la siguiente:

¿Puede la Visualización con WxMaxima utilizado en el Curso de Álgebra tener algún Efecto en la Motivación, Entendimiento y Aprovechamiento Académico del Estudiante?

Sub preguntas de investigación

Entre las sub preguntas que surgen a raíz de la formulación de la pregunta de investigación, están las siguientes:

- ¿Existe algún problema con la integración de la tecnología entre los maestros de Álgebra?

- ¿Se gana motivación por aprender matemática en los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima* desde el punto de vista del maestro?
- ¿Se logra entendimiento del Álgebra a través de la visualización con *WxMaxima* desde el punto de vista del maestro?
- ¿Se evidencia diferencia en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima* desde el punto de vista del maestro?

Delimitaciones de la pregunta de investigación

La pregunta de investigación está delimitada a maestros de escuelas tanto públicas como privadas de Puerto Rico que ofrezcan un curso de Álgebra o Matemática Avanzada en el cual se discuta el tema de propiedades de funciones cuadráticas. Esto es con el fin de facilitarles material y recursos para facilitar el proceso de enseñanza - aprendizaje a través de la visualización del tema haciendo uso del programado de distribución gratuita *WxMaxima*.

Definiciones conceptuales de las variables

Como parte de este estudio sobre *La Visualización con WxMaxima en el Curso de Álgebra y su Efecto en la Motivación, Entendimiento y Aprovechamiento Académico del Estudiante* se tienen las siguientes variables dependientes: problema, motivación, entendimiento y aprovechamiento académico. La variable independiente es: visualización con *WxMaxima*.

- La variable independiente es visualización con tecnología, en específico con *WxMaxima*. Éste es lo que se conoce como un *software* (programado) de plataforma de programación algebraica e interfaz gráfica. El mismo provee para manipulación numérica, algebraica, de funciones, operaciones de cálculo, ecuaciones diferenciales y operaciones con matrices, entre otras. Posee una interfaz de usuario simple y de fácil acceso al menú de funciones (Mohd, 2014).
- Problema es definido como planteamiento de una situación cuya respuesta desconocida debe obtenerse a través de métodos científicos (RAE, 2018).
- Para la variable motivación, el Diccionario de la Real Academia Española (2018) provee la definición como cosa que anima a una persona a actuar o realizar algo. Entendimiento es definido por El Diccionario de la Real Academia Española (2018) como potencia del alma, en virtud de la cual concibe las cosas, las compara, las juzga, e induce y deduce otras de las que ya conoce.
- El aprovechamiento académico (rendimiento) es definido como la evaluación del conocimiento adquirido en el ámbito escolar (Definición de, 2018).

Definiciones operacionales de variables

Dentro de las definiciones operacionales de las variables correspondiente al estudio, se definen las variables operacionales para este estudio.

- Visualización con *WxMaxima* se define como el uso del programado, con el cual se escriben algoritmos o módulos que resuelven un problema en específico al permitir realizar cálculos simples y gráficas.
- Problema es definido como el conjunto de hechos que dificultan la enseñanza del tema de funciones cuadráticas en la clase de Álgebra.
- La motivación se define como la percepción del maestro y los mismos estudiantes de su ánimo hacia la materia.
- El entendimiento es definido como la capacidad para adquirir conocimiento y aplicar el mismo con mínima o ninguna dificultad.
- El aprovechamiento o rendimiento académico es definido de forma operacional como la calificación o nota obtenida en la clase de Álgebra.

En resumen, el problema de investigación propuesto anteriormente pretende identificar si a través de la integración de la tecnología en el curso de Álgebra puede lograr un aumento en la motivación por aprender y aumentar el conocimiento de los estudiantes. Para esto, se utilizaría la visualización de *WxMaxima* con el tema de funciones cuadráticas y sus propiedades. Este programado puede ser utilizado en computadoras como en un dispositivo móvil.

Para lograr este propósito de encontrar herramientas tecnológicas para despertar esta motivación en los estudiantes, se trabajaría un enfoque mixto con maestros de nivel superior, los cuales estén ofreciendo un curso de Álgebra o relacionado, en el cual se discuta el tema de las funciones cuadráticas. Los mismos serán sometidos a un cuestionario sobre su punto de vista sobre el tema y serán provistos de herramientas a

integrar en la sala de clase, tales como módulos instruccionales y recursos virtuales para el beneficio de sus estudiantes.

El tratamiento consiste en completar un cuestionario en línea en el cual se evidencie su sentir sobre la integración de la tecnología en la clase de matemáticas, aprovechamiento académico y motivación en los estudiantes al integrarse el uso del programado *WxMaxima* en su clase. Además, se incluyen preguntas sociodemográficas generalizadas. El maestro tendrá acceso a un documento informativo en el cual se explica el funcionamiento del programado *WxMaxima* y la integración de este en el tema de discusión. Entre estos temas, se incluyen los siguientes: los ceros o raíces de la función, diferentes técnicas de factorización, transformaciones, valores máximos y mínimos, eje de simetría, entre otros. Este documento se encuentra enlazado con el cuestionario, de forma tal que con un solo enlace puedan tener acceso a los mismos.

Se contó con la participación de 59 maestros los cuales, de forma voluntaria, anónimamente completarán el cuestionario previamente validado por un comité de expertos. Será realizado de forma remota o virtual para salvaguardar la seguridad del participante ante la situación de pandemia existente. No se recibirá o recopilará información con la cual el maestro participante pueda ser identificado. No se tendrá contacto ninguno con los maestros participantes. Serán invitados a participar maestros de toda la Isla, tanto de escuelas públicas como privadas. Éstos serán invitados a participar voluntariamente a través de promociones en blogs educativos, invitación a escuelas, publicaciones en redes sociales para maestros en la cual se incluye un enlace y código QR al cuestionario, hoja de consentimiento y documento informativo.

II. Revisión de Literatura

El interés para la investigación sobre la integración de la tecnología en la sala de clases surge del auge en los estudiantes por el uso continuo de herramientas tecnológicas. De todas las materias, las matemáticas son las que presentan mayor dificultad para aprender. Los estudiantes, por lo regular, muestran apatía y falta de interés para aprender matemática (Hart, 1989). Los estudiantes en la actualidad no son los aprendices típicos usuarios de lápiz y papel. Tampoco de libros ni libretas. Para poder alcanzar la motivación de éstos, necesaria para aprender se necesita de algo más. Para Hartman (2005, citado por Mohd, 2014), el integrar la tecnología en la sala de clase logra aumentar la motivación para aprender.

Según los resultados de las Pruebas PISA (2013), Puerto Rico tiene una gran deficiencia de conocimientos en el área de las matemáticas. A los estudiantes se les hace difícil el poder determinar, qué es lo que le está pidiendo en el problema. No pueden discriminar de forma eficiente entre la información que provee el problema y lo que se está solicitando. Muchas veces se encuentra con que el estudiante tiene un vasto conocimiento en las definiciones, teorías y técnicas, pero es incapaz de aplicar las mismas para encontrar la solución al problema.

Tanto en Puerto Rico como en otros países de Latinoamérica presentan la problemática social, política, económica y escasez de recursos que provoca una cantidad de fracasos en los cursos escolares, los cuales terminan en deserción escolar. En los últimos años, se ha buscado la forma de mejorar la “gestión escolar” en los estudiantes. Esta gestión incluye la administración de recursos tanto económicos como humanos. La incorporación de la tecnología en la sala de clases, junto con las tecnologías de

comunicación están acompañadas de una promesa de que estas herramientas ayudarán a aumentar el progreso académico de los estudiantes impactados, además de lograr mantenerse en la escuela. El nuevo modelo de sociedad está caracterizado por ser “una organización de redes, por la flexibilidad e inestabilidad del trabajo y su individualización”. Las metas educativas incluidas en el Plan eLAC2010, de transición a una sociedad tecnológica incluyen cuatro temas centrales: el entorno, que se refiere a la creación o elaboración de programas de estudio; el acceso, que corresponde a la cuestión de creatividad; las capacidades, que corresponden a la preparación tanto de los estudiantes como de los maestros; y los contenidos, que corresponden a los portales, aplicaciones y servicios disponibles (Sunkel, Trucco y Espejo, 2014).

Como parte del plan para la transición a una sociedad tecnológica, Sunkel, Trucco y Espejo (2014) exponen las siguientes metas:

Entorno

1. Desarrollar programas de estudio que contemplen el manejo de datos, información y conocimiento que refuercen el trabajo en equipo, la capacidad de aprender y de resolver problemas.
2. Elaborar estudios anuales para conocer el impacto de las tecnologías de informática y comunicación (TIC) en los sistemas educativos, en los cuales se pueda establecer el progreso del estudiante y verificar si el maestro está cumpliendo con su parte y desarrollo de programas educativos.

Acceso

3. Conexiones a servicio de Internet en las instituciones de enseñanza públicas.

Capacidades

4. Asegurar que el 90% de los estudiantes, al terminar el ciclo escolar hayan tenido contacto con computadoras para propósitos educativos por más de 100 horas y capacitación adecuada según su edad y nivel educativo.
5. Capacitar al 70% de los maestros en la integración de la tecnología en la sala de clase.
6. Capacitar tanto a maestro como a otros funcionarios que tienen acceso a los estudiantes sobre estas tecnologías de la información.

Aplicaciones de contenido

7. Tanto las aplicaciones como los portales educativos deben ir acorde con los estándares de contenido.
8. Conseguir los recursos tecnológicos adecuados dentro del mercado accesible.
9. Aumentar intercambio de experiencias y contenidos de alta calidad en las redes y portales educativos, aplicaciones web y otros canales de distribución.
10. Difundir experiencias en el uso de herramientas de realidad virtual, fomentar la diversidad cultural, la tolerancia y combatir el discrimin.

El Departamento de Educación de Puerto Rico cuenta con estándares de contenido para el área de integración de la tecnología en la sala de clase (TICs). Dentro de los Estándares Nacionales de Tecnología de Información y Comunicación de Estados Unidos señalados en la Carta Circular (15-2016-2017) del Departamento de Educación de Puerto Rico conocida como *Directrices y Política Pública sobre el Funcionamiento de la Unidad de Tecnología y Currículo, sus Áreas y Programas* se encuentran: Facilitar e inspirar el aprendizaje y la creatividad de los estudiantes, diseñar y desarrollar experiencias de aprendizaje y evaluaciones propias de la Era Digital, Modelar el trabajo y el aprendizaje característico de la Era Digital, Promover y ejemplificar una ciudadanía digital responsable, Compromiso con su crecimiento profesional y liderazgo (CC-15-2016-2017). Estos estándares son de gran ayuda para integrarse con el contenido para la clase de Matemáticas.

La integración de la tecnología en la sala de clase ha estado en estudio por hace más de 40 años (Lee, 2013). Para los cursos de matemáticas, existen varios programados de licencias gratuitas o aplicaciones, como por ejemplo *WxMaxima*, *Microsoft Mathematics*, *GeoGebra*, etc., las cuales pueden ser integradas en el curso de Álgebra.

WxMaxima es un programa simbólico para cálculos que surge del sistema *Macsyma* (*MAC's SYmbolic MANipulation*). Este programa fue desarrollado por MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) entre 1962 a 1982 como parte de un proyecto de MAC. En 1982, MIT entrega una copia de códigos fuente al Departamento de Energía (DOE), quienes continúan con su desarrollo hasta que en 1992 el código fue adquirido por la compañía llamada *Macsyma, Inc.* Al paso de los años, la interfaz de usuario de este programa fue pareciéndose más a programas como *Maple* y *Mathematica*, siendo así una

interfaz fácil de utilizar. En 1982, se adapta la versión a la programación LISP y fue llamado *Maxima* para diferenciarla de la versión comercial. En el año 2000, se inicia con el proyecto *Maxima* de *SourceForge* (Fedrani, 2010).

Como parte de las reglas básicas de *WxMaxima* se incluyen: la comunicación entre el usuario y el programa puede ser a través de preguntas simples (orden directa) o múltiples (programa); la interfaz es dividida en celdas, ya sea de entrada o de texto. Son utilizados símbolos; tanto la entrada de datos como la salida de información son identificadas con etiquetas (%). Pueden ser utilizados atajos para ejecutar las entradas. Los comandos de fin de línea son insertados automáticamente. Los resultados de los cálculos son mostrados de la forma simbólica más simple, las celdas de cálculos pueden ser editadas y vueltas a ejecutar en cualquier momento, cuantas veces sea necesario. Las sesiones de trabajo pueden ser grabadas para ser utilizadas más adelante y se pueden eliminar celdas de comandos sin necesidad de eliminar los resultados (Fedrani, 2010).

Con *WxMaxima* se pueden realizar desde operaciones matemáticas simples, como suma, resta, multiplicación y división, operaciones con matrices, operaciones con vectores, solución de sistemas de ecuaciones, representaciones gráficas tanto en dos como tres dimensiones, líneas de contraste, límites, sumatorias, derivadas, sumatorias, optimización e integración. Este programado de distribución gratuita puede ser utilizado desde niveles elementales hasta en educación post secundaria (Fedrani, 2010).

Computer Based Math (CBM) es una organización con sede en Estados Unidos, pero que cubre todo el mundo, tiene como misión el resolver la crisis existente en la educación matemática a través de un curso de matemáticas basada en computación. A

diario las personas trabajan con datos, los cuales deben manejar y procesar, eso es matemática. Ésta se encuentra en todas y cada una de las actividades diarias. Es necesario enseñar matemáticas para lograr un entendimiento de destrezas con un enfoque sistemático de múltiples dimensiones que tenga coherencia para los estudiantes. Un ejemplo de esto lo es discutir el tema de ecuaciones utilizando varias herramientas que les faciliten el entendimiento a la hora de resolver temas más complejos como lo es la resolución de ecuaciones cuadráticas (Computerbasedmath.org, 2018).

Según *Computer Based Math*, la enseñanza de las matemáticas es errónea, ya que la misma está basada en cálculos manuales arcaicos. Aproximadamente el 80% del tiempo lectivo se basa en manipulación algebraica y cálculos manuales. El currículo de CBM está ordenado de acuerdo con la dificultad de los temas de la clase con las destrezas necesarias para completar los cálculos, más que la dificultad de entender temas complejos. El currículo está escrito de forma tal que el estudiante aprende los principios básicos de los estándares (*Core Standards*) que firmemente se enfocan en las necesidades de los estudiantes para los trabajos realizados día a día, además de su futuro cercano. Se utilizan módulos que van alineados a los estándares de matemática. (Computerbasedmath.org, 2018).

El funcionamiento del currículo de matemáticas regular se enfatiza más en cálculos manuales que en definir, traducir e interpretar los resultados. Con el currículo CBM, se distribuye el tiempo de forma uniforme entre la definición del problema, la traducción de este al lenguaje matemático e interpretación de los resultados obtenidos. En lugar de realizar cálculos manuales, este currículo permite el cómputo de estos a través de

herramientas tecnológicas cuadráticas. Para poder lograr esto, utilizan mayormente *Wolfram Mathematica* (Computerbasedmath.org, 2018).

Papert fue un matemático pionero de la inteligencia artificial. Fue pensador de gran influencia sobre cómo el uso de computadoras puede cambiar las maneras de aprendizaje. Gracias a su experiencia como profesor de MIT, se dedicó a la investigación. Se le atribuye como uno de sus grandes logros la creación del lenguaje de programación LOGO (1967-1968). Este programa fue diseñado para que niños desde temprana edad pudieran utilizar un lenguaje de programación simple para aprender sobre conceptos de Geometría. Se propuso un cambio sustancial en las escuelas a través del cambio de objetivos escolares acorde con la innovación de las computadoras (Urbina, 1999).

LOGO se caracteriza por el uso de instrucciones sencillas para el movimiento de figuras geométricas a través del espacio. La primera figura creada era una tortuga, lo que provocó que este programa se le conociera como el “lenguaje de la tortuga”. Este lenguaje es reconocido por ser una herramienta pedagógica poderosa para el aprendizaje de las matemáticas desde temprana edad, así como también la integración del aprendizaje por descubrimiento (Urbina, 1999). Entre los temas trabajados por Papert para el desarrollo de LOGO, se encuentran: medición, aritmética, enteros, medida de ángulos, conceptos fundamentales de Álgebra con el fin de lograr entendimiento concreto sobre temas de geometría, Álgebra y cálculos. Promueve una matemática divertida, personal, expresiva, relevante y pertinente (Stager, 2016).

Papert se considera como el principal experto del mundo sobre cómo la tecnología puede ofrecer nuevas formas de aprender. Se le adjudica dar la oportunidad para que los niños puedan participar en un mundo digital, así como también ha podido llevar a cabo

proyectos educativos llevando la relevancia de las computadoras en la educación hasta aldeas remotas de países en desarrollo (OEI, 2009). Papert, en su libro *Twenty Things to Do with a Computer* señala el nacimiento de un movimiento moderno en el cual describe un mundo donde un estudiante puede hacer experimentos de programación fuera de una computadora. A pesar de que sus estudios mayormente fueron realizados en escuelas alrededor del mundo, también realizó estudios sobre la integración de recursos tecnológicos alternativos para crear ambientes de aprendizaje basados en proyectos dentro de prisiones de adolescentes en Costa Rica (Stager, 2016).

Como parte de las aportaciones de Papert en la educación matemática, además del desarrollo de LOGO, se reconocen los trabajos constructivistas como seguidor de Piaget. Lleva a cabo ideas de Piaget en las cuales se utiliza una computadora para modelar la clase de estructuras mentales que postulaba. Papert toma de Piaget los siguientes elementos: necesidad de un análisis genético del contenido, defensa constructivista del conocimiento, defensa del aprendizaje espontáneo y sin instrucción (Urbina, 1999).

Establece que el uso de una computadora reconfigura las condiciones de aprendizaje, brindando así de nuevas formas de aprender. Éste se interesó en investigaciones relacionadas con la inteligencia artificial, considerándose hoy día como uno de los máximos exponentes del tema. A través de uso de una computadora, se intenta que el niño pueda llegar a hacerse planteamientos a cerca de su propio pensamiento. Para Papert, el estudiante a través de la programación LOGO, podrá pensar en procesos cognitivos, sus errores y hacer uso de estos para poder reformular los programas, favoreciendo así las actividades metacognitivas (Urbina, 1999).

El uso de una computadora en el proceso de enseñanza sirve de ente de cambio en los procesos de aprendizaje del niño. La computadora es tan importante y funcional como lo es un lápiz, por lo que sería un ambiente educativo ideal el que el niño pudiese llevar o utilizar una computadora a diario en la sala de clases es vista como una herramienta capaz de realizar o generar cambios significativos (Urbina, 1999).

Dentro de la valorización crítica del lenguaje de programación LOGO, son señalados por Urbina (1999), se encuentran: el que evita los ejercicios que son rutinarios y repetitivos, el énfasis en la necesidad de partir de experiencias previas concretas, ya que pueden surgir varias formas de resolver un mismo problema. También señala aprender de sus propios proyectos, integración positiva con una computadora. Se integra además la importancia de reflexionar sobre sus errores y la posibilidad de que un problema no tenga solución (Urbina, 1999).

En el libro *Social Issues in Technology a formar for investigation* (Alcorn, 2003) se exponen varios modelos para la investigación. El uso de estos módulos depende de la necesidad establecida para la investigación. Entre ellos, menciona el modelo análogo, el verbal y los matemáticos, entre otros. El modelo análogo, promueve el modelaje por imitación. En el modelo verbal, se enfatiza la descripción de forma natural y el uso de un sistema de organización para conceptualizar de forma adecuada, en la cual el módulo se describe detalladamente, para que la persona pueda entender. Los modelos matemáticos incluyen el uso de manipulativos, representaciones simbólicas de la realidad diseñados para describir las relaciones a través de ciertos factores de un objeto o concepto establecido, tomando en consideración el comportamiento, restricciones, límites y

cambios bajo circunstancias dadas. Estos módulos corresponden a situaciones de la vida real y formular predicciones bajo ciertas restricciones en estudio (Alcorn, 2003).

Los modelos matemáticos, también son conocidos como modelos simbólicos. La importancia de este modelo radica en poder resolver o visualizar problemas de la vida real complicados, realizando los mismos en un espacio sumamente pequeño. El uso de simulaciones se basa en las interacciones de subsistemas que han sido estudiados anteriormente. Esto permite la manipulación de una realidad. El uso de módulos verbales y matemáticos, explicados detalladamente, con el fin de instruir, educar o representar alguna situación para el estudiante bajo la investigación es una herramienta accesible y exitosa (Alcorn, 2003).

Trilling y Fadel (2009) en su libro *21st Century Skills: Learning for life in Our Times*, plantean que, en un mundo tecnológico, cómo es posible aprender en una sala de clase sin recursos tecnológicos. Establecen que los estudiantes necesitan mostrar unas habilidades específicas al graduarse. Dentro de las habilidades básicas que deben estar presente en los graduados son mencionadas: la comunicación oral y escrita, el pensamiento crítico y la solución de problemas, el profesionalismo y la ética laboral, el trabajo en equipo o colaboración, la capacidad para trabajar en varios equipos, el uso de la tecnología, el liderazgo y el manejo de proyectos (Trilling y Fadel, 2009).

Dentro de las formas de aprender para la vida, mencionadas por Trilling y Fadel, (2009), se encuentran el aprender trabajando, el uso de herramientas de pensamiento, el estilo de vida digital y el aprender investigando. Para poder aprender, el estudiante debe desarrollar su empoderamiento mental y herramientas digitales como el uso de bases de datos, hojas de cálculo, teléfonos celulares, protocolos de Internet, teleconferencias,

computadoras, correo electrónico, redes sociales, etc. La tecnología y dispositivos digitales completan o conforman la “caja de herramientas” de un trabajador, necesarias para el siglo XXI. Para un estilo de vida digital es necesario poseer las herramientas de información y comunicación tecnológica. En la actualidad, las personas dependen de herramientas digitales, tales como cable tv, cámaras de video, dispositivos de almacenamiento, *e-books*, teléfonos inteligentes, iPads, reproductores MP3, correos electrónicos, mensajes de texto, entre otros, hacen posible mantener la comunicación electrónica (Trilling y Fadel, 2009).

Para garantizar un aprendizaje auténtico, deben ser aplicados los conocimientos matemáticos a situaciones del diario vivir para la solución de problemas como, por ejemplo, resolver una situación en el supermercado. La motivación interna del estudiante surge del compromiso al entendimiento profundo, la conexión de motivaciones externas y poder hacer conexión entre los conocimientos adquiridos con conceptos y experiencias personales. (Trilling y Fadel, 2009).

Trilling y Fadel (2009) hacen referencia al arcoíris del siglo XXI de conocimientos y destrezas, en el cual son mencionados los conocimientos y destrezas que los estudiantes de este siglo deben tener para ser profesionales exitosos. Entre estos, son mencionados: las destrezas de aprendizaje e innovación, la información, las destrezas tecnológicas, las destrezas para la vida y carrera profesional (Trilling y Fadel, 2009).

Uchida, Centron, Mackenzie (2003) del *American Association of Schools Administrations*, en su libro *Preparing Students for de 21st Century*, los mismos establecen qué necesita saber o conocer un estudiante en el siglo 21 para que sea exitoso. Éstos señalan que es sumamente necesario que el estudiante del siglo 21 presente

destrezas de matemática, lógica y razonamiento, así como entendimiento de estadística. Ellos visualizan la matemática como una guía para generar destrezas de pensamiento y razonamiento en los estudiantes y así poder llegar a conclusiones lógicas. El *National Council of Teachers of Mathematics*, citado por Uchida, Centron y Mackenzie (2003), indica que se deben establecer estándares que lleven al entendimiento de conceptos matemáticos, computación y solución de problemas son esenciales para los estudiantes del siglo 21 (Uchida, Centron y Mackenzie, 2003).

Un acceso a la información efectivo y procesamiento de destrezas utilizando la tecnología fomenta las destrezas de comunicación, aprenden a conocer en dónde encontrar la información necesaria. Establecen que se necesitan maestros mejor capacitados en tecnología que enfatizen el acceso a la información, además de que todos los estudiantes tengan acceso a la tecnología en las escuelas. Mary Hatwood, citada por Uchida, Centron y Mackenzie (2003), establece que las herramientas tecnológicas y las destrezas de conocimiento son necesarias para la educación del siglo XXI. A esto se añade la necesidad de aumentar el presupuesto escolar para integrar la tecnología a los currículos (Uchida, Centron y Mackenzie, 2003).

Entre las destrezas esenciales para el siglo XXI, son mencionados el uso de computadoras y otras tecnologías, así como el rediseño en las escuelas como parte del enfoque a un aprendizaje activo a través de la investigación, acceso a información, uso de recursos para responder interrogantes y la resolución de problemas. La tecnología de computación y bases de datos les permite a los estudiantes el acceso a la información de varias formas. Otra de sus recomendaciones de estas destrezas esenciales lo es la iniciativa de “maestros en línea”, para que los maestros puedan compartir ideas en línea,

debates, avalúo auténtico unos a otros y mucho más. Las escuelas pueden prepararse para los estudiantes del siglo 21 tras incorporar una variedad de aprendizaje tecnológico como parte de los requisitos de graduación con el fin de asegurar conocimientos en las nuevas tecnologías emergentes (Uchida, Centron y Mackenzie, 2003).

Lee (2013) en su investigación *Teaching Algebra Through Functional Programming: An Analysis of the Bootstrap Curriculum* se basó en un currículo enfocado en programación de computadoras. Este enfoque es en la programación de videojuegos para la solución de problemas como introducción al Álgebra utilizando un lenguaje de alto nivel llamado *Rocket*. En la investigación, estudiantes de sexto a duodécimo grado. Los alumnos tomaron una pre y post prueba con las cuales se mide y evalúa el conocimiento inicial y la ganancia de aprendizaje. Estas pruebas consisten en resolver problemas de Álgebra. Con la post prueba, es realizado un análisis de regresión múltiple para la comparación de variables del estudio. Los alumnos participaron de a un proceso de entrevista para conocer las experiencias durante el curso de *Bootstrap* (Lee, 2013).

Falleisen (2011), citado por Lee (2013) señaló que aquellos estudiantes que son expuestos a la programación de *Teach Scheme* se les facilita el entendimiento de las matemáticas a través de una programación funcional. El *Teach Scheme*, es un proyecto iniciado en 1995 como esfuerzo para el mejoramiento del currículo de programación de computadoras para todos los grados o niveles escolares. Su misión principal era la educación matemática (Lee, 2013).

Por otro lado, Lee (2013) en su investigación, trabajó con la clase de estadísticas en niños de séptimo grado. Inició con un estudio piloto que consistió en una serie de entrevistas, observaciones y estudios de laboratorio para evaluar el juicio en los juegos en

actividades. En éste, los estudiantes mostraron motivación por desarrollar notaciones sofisticadas de juicio. El juego utilizado fue a través de computadoras, previamente diseñado. Una vez terminado el proceso de las entrevistas, las conclusiones y predicciones, los estudiantes pasan al diseñar y realizar su propio juego utilizando lenguaje de programación simple. Los juegos preparados son evaluados por los mismos estudiantes. A los estudiantes se les ofreció una pre y post prueba basada en las pruebas estandarizadas del *National Center of Educational Statistics* (1994). Como parte de sus hallazgos, se constató que es posible aprender matemática cuando los estudiantes son situados en actividades atractivas y auténticas, cuando son provistos de herramientas y recursos diseñados para resaltar los aspectos de la actividad y cuando a éstos se les permite construir su propio conocimiento (Lee, 2013).

En estudios realizados en Malasia con estudiantes de la clase de Cálculo se examinó la eficacia del uso de programa de distribución gratuita *WxMaxima* para aumentar el aprovechamiento académico en estos estudiantes. A los mismos se les administró una pre y post prueba de un estudio cuasi experimental, con un grupo control y uno experimental. Luego de 10 semanas de estudio, completaron la post prueba y los cuestionarios, se determinó que el uso de *WxMaxima* ayudó a los estudiantes a mejorar las puntuaciones en sus pruebas en comparación con los estudiantes que no fueron expuestos al uso del programado. Como conclusión de su estudio, Mohd (2014) estableció que la integración de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas debe ser incorporado para todos maestros de Malasia, para lograr que los mismos realicen el uso más apropiado de las herramientas tecnológicas y programados de distribución

gratuita. La integración de la tecnología en la sala de clase motiva al estudiante a una participación activa en su aprendizaje (Mohd, 2014).

Como parte de los objetivos de la investigación de Malasia, consideraba el poder identificar la efectividad en el uso de *WxMaxima* en la enseñanza del curso de Cálculo en una escuela de Malasia, comparándola así con el curso impartido de forma tradicional. Con ello, se pretende medir el grado de motivación para aprender matemáticas entre los estudiantes. Para Mohd (2014) la motivación se refiere a cómo una persona desea alcanzar sus metas o realizar una tarea. Como parte de la metodología utilizada para realizar este estudio, se trabajó con dos grupos, el grupo control tenía 30 estudiantes y el experimental con 32. Ambos grupos tomaron una pre y post prueba para medir los conocimientos adquiridos. También fue utilizado un cuestionario de *Instructional Materials Motivation Survey* (MMS) por Keller (1987). Este cuestionario utilizaba cuatro escalas: atención, relevancia, confianza y satisfacción (Mohd, 2014).

En estudios sobre la adopción de *WxMaxima* en la sala de clases y su efecto en la motivación y aprendizaje de las matemáticas realizados en escuela secundaria en Kuala Lumpur por Mohd (2014), éste encontró que existe una diferencia significativa entre los resultados obtenidos por los estudiantes en las pre y post pruebas del grupo experimental. Se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) entre ambas pruebas del grupo experimental y otro análisis de los resultados obtenidos en la post prueba entre grupo control y experimental. Luego de las 10 semanas de trabajar con *WxMaxima* a través de módulos, los estudiantes del grupo experimental lograron una diferencia significativa en comparación con los estudiantes del grupo control en los resultados de las post pruebas.

De igual forma, se evidenció un aumento en la motivación para aprender matemáticas en los estudiantes del grupo experimental (Mohd, 2014).

Como hallazgos finales en el estudio sobre la integración de *WxMaxima* en la clase de cálculo en Malasia, se demostró que los estudiantes que fueron expuestos al uso del programado en el curso de Cálculo manifestaron mayor motivación para aprender en comparación con los estudiantes que utilizaron métodos convencionales. De igual forma, no se encontró diferencia significativa en el nivel de satisfacción entre los estudiantes al comparar el grupo control con el experimental. Como conclusión del estudio, se indicó que el uso del programado adecuado en las escuelas de Malasia, incluyendo los programados de distribución gratuita, pueden reforzar y beneficiar el aprendizaje de los estudiantes en todos los niveles educativos (Mohd, 2014).

Mercado (2009) realizó su investigación sobre el efecto del uso de la calculadora gráfica en el aprovechamiento académico en matemáticas y su relación con los estilos de aprendizaje, evidenció que la integración de la tecnología en la sala de clase le permite al estudiante que se involucre de manera activa y que realice búsquedas de información de manera amplia y actualizada mediante el uso apropiado y pertinente de la misma. La tecnología les permite a los estudiantes interactuar con otros, compartir información, experiencias, experimentos y simulaciones que le facilitan al estudiante a que construya su propio conocimiento. Según la *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), la integración de las calculadoras gráficas y computadoras en la clase de matemáticas es de suma importancia para el desarrollo de la capacidad para resolver problemas para los estudiantes. Aquellos estudiantes que son expuestos a la integración de la tecnología en la sala de clases muestran un mejor aprovechamiento académico,

causando así un efecto positivo en los estudiantes participantes de estas actividades (Mercado, 2010). Como parte de sus conclusiones, se reveló que no hubo una relación significativa en el aprovechamiento académico entre los estudiantes que utilizaron la calculadora gráfica y los que no. Se determinó que el uso de la calculadora no tuvo un efecto positivo en el aprovechamiento académico de los estudiantes participantes. Por otro lado, se concluye que el estilo de aprendizaje de preferencia, el estudiante exhibe modalidades de aprendizaje diferentes y la tecnología no necesariamente es efectiva para cada caso (Mercado, 2009).

III. Método

Introducción

La metodología para esta investigación sobre *La Visualización con WxMaxima en el Curso de Álgebra y su Efecto en la Motivación, Entendimiento y Aprovechamiento Académico del Estudiante* es una cuantitativa. Según Grinnell (1997) citado por Hernández (2006), se pueden utilizar métodos cuantitativos para recolectar información para la toma de decisiones y la comparación de variables. Un estudio basado en esquema deductivo, similar a esta propuesta, en la cual se busca deducir motivación en los estudiantes a aprender matemáticas a través de la integración de la tecnología, se selecciona el enfoque cuantitativo experimental. Se utilizará un cuestionario previamente validado en el cual las preguntas van dirigidas a recopilar información cualitativa sobre las variables en estudio, desde el punto de vista del maestro. El comité de expertos estuvo formado por especialistas en Currículo y Enseñanza, Sistemas de Información, Tecnología Educativa y Matemáticas.

El cuestionario fue transcrito a través de la aplicación de *Microsoft Forms* para que el participante tenga acceso al mismo sin la necesidad de contacto físico con el investigador. Este cuestionario no requiere de información personal del participante. Al momento de su desarrollo, se configuró para que cualquier persona con acceso al enlace pueda completarlo. De esta forma, no son registrados los datos personales, así como tampoco el correo electrónico del maestro participante. El mismo se completa de forma totalmente anónima, protegiendo así la identidad del participante. El riesgo por participar

es mínimo. Los datos obtenidos del cuestionario compartido serán analizados de forma cuantitativa utilizando estadística descriptiva. Se trabajará con el programado de distribución gratuita *Gretl*, versión 1.9.4 para *Windows*, además de *Microsoft Excel*. Los resultados obtenidos serán utilizados para determinar las conclusiones del estudio y las recomendaciones para con el mismo.

Los maestros participantes serán invitados a través de plataformas de comunicación tales como, promoción en blogs educativos, redes sociales para maestros, a través de invitación a escuelas privadas para que los maestros que así lo deseen tengan oportunidad de participar. Será compartido con ellos en enlace al cuestionario el cual incluye el acceso al documento informativo sobre *WxMaxima* y la hoja de consentimiento. Dada la emergencia nacional a consecuencia del COVID-19, la vida diaria y laboral ha sido trastocada. Esta situación es tomada en consideración al trabajar la propuesta y recopilar la información sobre las variables en estudio haciendo uso de un cuestionario en línea, manteniendo todos los protocolos de distanciamiento físico y seguridad para con los maestros participantes.

Al maestro participante se le estará presentado el uso de *WxMaxima* como herramienta adicional para utilizar en la sala de clase. En el documento que será enviado a los maestros junto con el cuestionario, se le incluyó una breve descripción del programa, accesibilidad, descarga, versiones computador y dispositivo móvil, además de la demostración de algoritmos simples para los temas requeridos en la sala de clases. Tanto el cuestionario como el documento informativo fueron validados por un comité de expertos. En el documento informativo se presentan ejemplos para ser aplicados en la

discusión del tema específico de propiedades de funciones cuadráticas. Se mostró cómo se generan algoritmos simples en *WxMaxima* para identificar las coordenadas del vértice de la gráfica, calcular los ceros o soluciones de ésta, graficar la función y verificar los resultados mediante el uso de este programado. También, es posible comparar resultados obtenidos manualmente con los resultados del algoritmo mostrado.

A través de este estudio sobre la integración de la tecnología en la sala de clase de matemáticas para la discusión del tema de propiedades de las funciones cuadráticas, se espera identificar la posibilidad de lograr un aumento en la motivación del estudiante para con la clase de Álgebra haciendo uso de la integración de la tecnología en la sala de clase, en este caso con el programado *WxMaxima*.

Logística del estudio

Se espera que, al momento de realizar este trabajo de investigación, el investigador tenga su Certificación de CITI Program (*Research Ethics an Compliance Training*) vigente con el fin de garantizar la integridad del proceso. El comité de disertación debe ser notificado del interés del investigador en que cada uno de ellos pertenezca a al mismo. Una vez redactados los primeros tres capítulos de la propuesta, el Comité de Disertación examina el documento y le da su aprobación. De ser necesario, se realizan las modificaciones recomendadas, así como también éstas pueden ser rechazadas.

Al ser aprobados los cambios y/o recomendaciones sugeridas, se procede a una primera defensa oral de dicha propuesta. Una vez concluido esto, son sometidos los

documentos requeridos a la Junta de Revisión Instruccional (JRI), para determinar si se cumple con los estándares éticos y legales que protegen los derechos de los sujetos humanos participantes en esta investigación, según establecido en el Manual de Disertación Doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico (2011). A éstos, serán sometidos los instrumentos de evaluación con el fin de validar los mismos. También son tomados en consideración el Documento Normativo A-1220-065, Normas sobre la protección de los derechos de los sujetos humanos que participan en proyectos o en actividades de investigación.

La muestra estará compuesta con por 50 maestros quienes voluntariamente recibirán orientación sobre el funcionamiento de *WxMaxima* y de cómo integrar este programado en su sala de clase a través de un documento digital, también validado por el comité de expertos. Estos maestros serán invitados a participar a través de un aviso compartido a través de blogs educativos y grupos en redes sociales de maestros. Este aviso contiene el título de la investigación, criterios de inclusión, resumen de los objetivos de esta, información de contacto con la autora, enlace a cuestionario en línea y código QR para fácil acceso a éste. Los maestros responderán un cuestionario digital provisto que se encuentra separado en dos secciones. En la primera sección se encuentran la certificación de que cumplen con los criterios de inclusión, tienen acceso tanto al documento de consentimiento y documento informativo sobre *WxMaxima* y su integración a la clase de Álgebra, específicamente en la discusión del tema de las funciones cuadráticas. Se requiere que el maestro tenga al menos un dominio básico de uso y manejo de la tecnología para poder completar el cuestionario. No le será requerido

al maestro participante ningún tipo de información personal. La participación es completamente anónima. El diseño de este cuestionario realizado con la aplicación de *Microsoft Forms* desde el correo electrónico institucional (@intersg.edu) de estudiante del investigador, para que cualquier persona que tenga acceso al enlace pueda completarlo, de esta forma, no almacene o haga un registro de información con la cual se pueda rastrear al maestro participante. Además de las preguntas validadas, se le añade una pregunta sobre voluntariedad para completar dicho cuestionario, así como certificación de haber leído el documento de consentimiento y cumplimiento con los criterios de inclusión.

Todos los acercamientos a los participantes de esta investigación serán de forma digital, según establecido en el documento *Medidas Provisionales Ante la Pandemia de COVID – 19 (2020)*.

El interés en el tema de estudio surge a partir de la investigación realizada por Mohd, Amad, Abu y Su (2014). Durante su investigación realzan que, según el NCTM (2000), la integración de la tecnología en la sala de clase es recomendado con el fin de mejorar el aprendizaje en los estudiantes. Como parte de los objetivos de su estudio, estos buscan identificar la efectividad de *WxMaxima* en la enseñanza de la clase de cálculo, en comparación con el método tradicional de enseñanza Durante este proceso también fue observado el efecto en la motivación del estudiante para aprender matemáticas a partir de la integración de este programado (Mohd, 2014).

Para realizar esta investigación, se contó con dos grupos, uno control y uno experimental con los cuales se trabajó con un cuestionario para poder determinar si hubo o no mayor motivación por aprender. El grupo control recibió la discusión del tema al mismo nivel de complejidad, pero sin recibir el tratamiento con el programado. Son utilizados dos estos dos grupos para realizar una comparativa en los datos obtenidos en las pre y post pruebas. Como parte de sus hallazgos durante su estudio se encuentran que *WxMaxima* ayuda a los estudiantes a lograr mejores resultados en las pruebas tomadas que aquellos estudiantes que trabajaron de forma tradicional. No se encontró diferencia significativa entre los grupos en resultados de prepruebas, pero sí en las post pruebas. Con este estudio se pudo mostrar que los estudiantes expuestos a *WxMaxima* en un curso de Cálculo manifestaron mayor motivación para aprender en comparación con los estudiantes con los cuales se utilizaron métodos convencionales (Mohd, 2014).

Basado en todo esto, se espera que con el estudio propuesto se pueda evidenciar que la integración de la tecnología en un curso de matemática, en este caso en el de Álgebra, puede ayudar a aumentar la motivación por aprender, así como también ayudar a mejorar el entendimiento y aprovechamiento académico de los estudiantes.

Figura 2
Logística del estudio

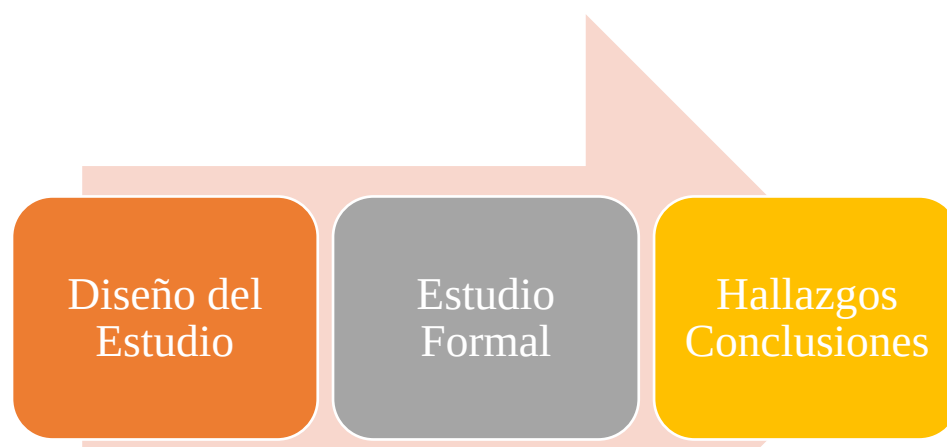
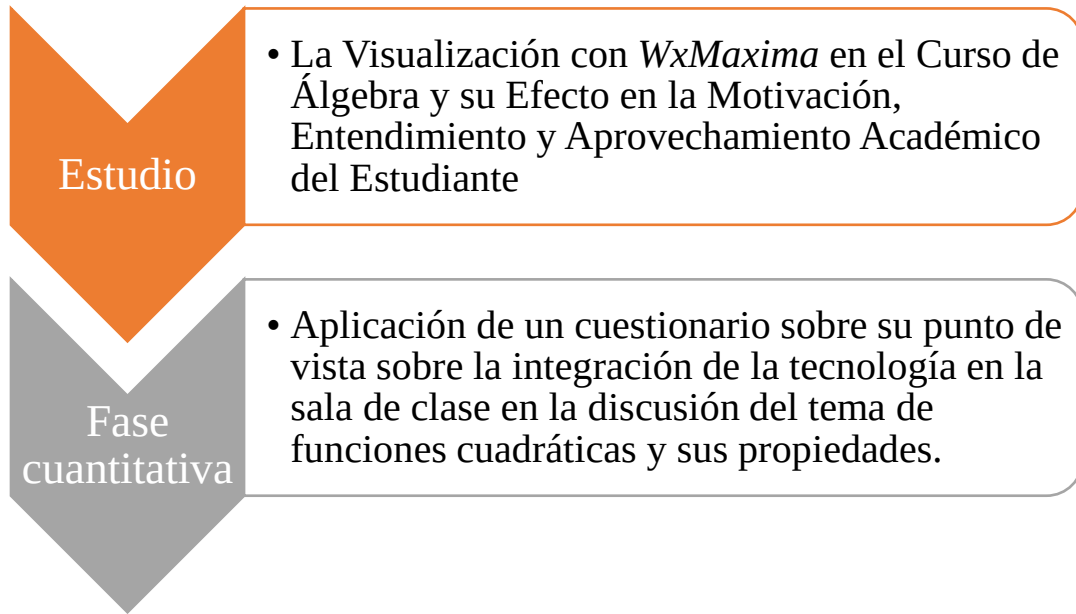


Figura 3
Enfoque Cuantitativo



IV. Resultados

La investigación sobre *La Visualización con WxMaxima en el Curso de Álgebra y su Efecto en la Motivación, Entendimiento y Aprovechamiento Académico del Estudiante* tiene como propósito el aumentar la motivación para aprender matemáticas entre los estudiantes a través de la integración de la tecnología en la sala de clases a través del programado de distribución gratuita *WxMaxima*. Fue seleccionado el tema de funciones cuadráticas en la clase de Álgebra, ya que el mismo es uno de los que presenta mayor dificultad en los estudiantes.

Como parte de los objetivos de esta investigación fueron mencionados el diferenciar la motivación por aprender matemáticas en los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima* desde el punto de vista del maestro. También diferenciar el entendimiento del Álgebra a través de la visualización con *WxMaxima* entre los estudiantes con integración de la tecnología desde el punto de vista del maestro. Adicional a esto, diferenciar el aprovechamiento académico de los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima* entre los estudiantes con la integración de la tecnología, también desde el punto de vista del maestro.

Para poder obtener la información necesaria para esta investigación fue diseñado un cuestionario basado en las preguntas de investigación el cual fue validado por el comité de expertos. Este cuestionario se realizó una escala *Likert*. Como parte de las alternativas para seleccionar se encontraban: completamente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo y completamente en desacuerdo para medir la visualización del maestro en relación con el tema en investigación. Se trabajó el cuestionario en *Microsoft Forms* para

facilitar distribución y recopilación de información de forma digital, salvaguardando la privacidad del maestro participante. Se publicó una hoja informativa sobre el programado *WxMaxima* en el sitio web *Slideshare.net* enlazado al cuestionario electrónicamente el cual contiene información básica y general sobre este programado para dar una idea al maestro de lo que puede hacer con éste en su sala de clase. Este cuestionario fue completado por 59 maestros de matemáticas que ofrecen algún curso de Álgebra o Matemática Avanzada en el cual se discuta el tema de funciones cuadráticas. Los mismos tuvieron acceso al documento informativo y luego de haberlo leído, completaron el cuestionario en línea. El enlace fue compartido en sitios web y blogs educativos, así como también en páginas de redes sociales para maestros.

Las sub preguntas de investigación para esta propuesta están fundamentas en los objetivos de la misma, así como en las variables del estudio.

Sub preguntas de investigación:

- ¿Existe algún problema con la integración de la tecnología entre los maestros de Álgebra?
- ¿Se gana motivación por aprender matemática en los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima* desde el punto de vista del maestro?
- ¿Se logra entendimiento del Álgebra a través de la visualización con *WxMaxima* desde el punto de vista del maestro?
- ¿Se evidencia diferencia en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima* desde el punto de vista del maestro?

Las variables de investigación son el problema, visualización, motivación, entendimiento y aprovechamiento académico. La siguiente tabla muestra las preguntas utilizadas en el cuestionario y cómo éstas se asocian las variables de investigación.

Tabla 2
Asociación de variables con las premisas del cuestionario

Variables de investigación	Premisas del cuestionario
Visualización <i>Variable independiente</i>	• Hace uso de algún tipo de dispositivo tecnológico en la clase de Álgebra. • Está dispuesto a pertenecer a una sociedad tecnológica utilizándola tecnología en la clase de Álgebra. • Conoce sobre programados de distribución gratuita para utilizar en la clase de Álgebra. • Ha escuchado anteriormente sobre el programa <i>WxMaxima</i>. • Utilizaría el programa <i>WxMaxima</i> en la clase de Álgebra. • Utiliza otro tipo de programado en la clase de Álgebra (Ejemplos: <i>Microsoft Mathematics</i>, <i>GeoGebra</i>, etc.).
Problema	• Con el uso de la enseñanza tradicional en la clase de Álgebra, usted logra obtener el aprovechamiento académico esperado de sus estudiantes. • Se le dificulta la discusión del tema de funciones cuadráticas en la sala de clase. • Ha notado apatía o falta de interés entre los estudiantes en la clase de matemática. • Considera la enseñanza tradicional no atractiva para los estudiantes. • Entiende que los estudiantes carecen de motivación en la clase de Álgebra.
Motivación	• Considera el uso de tecnología como herramienta para atraer la atención de los estudiantes de la clase de Álgebra. • Consideraría utilizar el programado <i>WxMaxima</i> para la solución de problemas en la clase de Álgebra.

Variables de investigación	Premisas del cuestionario
Entendimiento	• Entiende que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes. • Entiende que el estudiante puede obtener un nivel de entendimiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra. • Entiende que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra. • Entiende que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes. • Considera que puede obtener un aumento en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través del uso del programa <i>WxMaxima</i> en la clase de Álgebra.
Aprovechamiento Académico	• Fomenta el aprendizaje por descubrimiento integrando <i>WxMaxima</i> en la clase de Álgebra. • Consideraría utilizar el programado <i>WxMaxima</i> para la solución de problemas en la clase de Álgebra.

Resultados

La aprobación del *Institutional Review Board* de la Universidad Interamericana de Puerto Rico (UIPR IRB) fue recibida con fecha del 26 de octubre de 2021 para la propuesta de investigación titulada *La visualización con WxMaxima en el Curso de Álgebra y su efecto en la Motivación, Entendimiento y Aprovechamiento Académico del Estudiante*, número 1716182-1. Luego de recibida la misma, se procede a comunicarse con aquellas personas quienes de forma voluntaria habían accedido a distribuir el cuestionario en sus páginas web, blogs educativos y grupos de redes sociales para maestros. La invitación a participar junto con el enlace al cuestionario fue compartida al recibir el visto bueno. El cuestionario estuvo disponible para ser completado hasta el 30 de noviembre de 2021. Durante este periodo, los maestros completaron 59 cuestionarios, superando así la cantidad de cuestionarios establecida. Cada una de las preguntas fue contabilizada y analizada de forma individual, así como de forma grupal tomando en consideración las variables de investigación.

Los resultados obtenidos por pregunta o ítem del cuestionario son mostrados en la tabla incluida a continuación.

Tabla 3
Resumen de preguntas del cuestionario

#	Premisas del cuestionario	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
1.	Con el uso de la enseñanza tradicional en la clase de Álgebra, usted logra obtener el aprovechamiento académico esperado de sus estudiantes.	13	28	16	2
2.	Se le dificulta la discusión del tema de funciones cuadráticas en la sala de clase.	14	33	5	7
3.	Ha notado apatía o falta de interés entre los estudiantes en la clase de matemática.	35	20	4	0
4.	Considera la enseñanza tradicional no atractiva para los estudiantes.	26	20	12	0
5.	Entiende que los estudiantes carecen de motivación en la clase de Álgebra.	28	26	3	1
6.	Hace uso de algún tipo de dispositivo tecnológico en la clase de Álgebra	27	28	3	1
7.	Entiende que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes.	40	15	4	0
8.	Entiende que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes.	42	13	4	0
9.	Considera el uso de tecnología como herramienta para atraer la atención de los estudiantes de la clase de Álgebra.	44	13	2	0
10.	Está dispuesto a pertenecer a una sociedad tecnológica utilizándola tecnología en la clase de Álgebra.	39	18	1	1
11.	Entiende que el estudiante puede obtener un nivel de entendimiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra.	39	18	2	0
12.	Entiende que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra.	36	20	3	0
13.	Conoce sobre programados de distribución gratuita para utilizar en la clase de Álgebra.	12	28	12	6
14.	Ha escuchado anteriormente sobre el programa <i>WxMaxima</i> .	5	14	10	30

#	Premisas del cuestionario	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
15.	Utilizaría el programa <i>WxMaxima</i> en la clase de Álgebra.	17	34	5	3
16.	Considera que puede obtener un aumento en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través del uso del programa <i>WxMaxima</i> en la clase de Álgebra.	19	35	3	2
17.	Entiende que utilizando el programado <i>WxMaxima</i> podría motivar el aprendizaje entre los estudiantes en la clase de Álgebra.	19	36	3	1
18.	Fomenta el aprendizaje por descubrimiento integrando <i>WxMaxima</i> en la clase de Álgebra.	14	27	11	7
19.	Consideraría utilizar el programado <i>WxMaxima</i> para la solución de problemas en la clase de Álgebra.	13	28	16	2
20.	Utiliza otro tipo de programado en la clase de Álgebra (Ejemplos: <i>Microsoft Mathematics</i> , <i>GeoGebra</i> , etc.).	14	33	5	7

Para el análisis estadístico de estos resultados se utilizó *Microsoft Excel* por su especialidad en el uso de fórmulas. Se trabajó con fórmulas básicas de media aritmética con el fin de llegar rechazar o no las hipótesis del estudio. Cada sub pregunta se analizó por separado. A las alternativas se les asigna un valor numérico de 1 a 4. Para la alternativa de “completamente de acuerdo” se le asigna 4, “de acuerdo” se le asigna 3, para “en desacuerdo”, 2 y para “completamente en desacuerdo” se le asigna 1. Cada valor es multiplicado por la cantidad de respuestas correspondientes y luego sumadas. Este resultado es dividido entre el total de respuestas obtenidas por preguntas. El valor obtenido se debe encontrar entre 1 y 4.

Luego de esto, se trabaja un análisis de varianza por columna, de esta forma poder comparar los resultados obtenidos utilizando como variables la frecuencia de cada una de

las respuestas. Las mismas son comparadas para determinar si hay relación con las hipótesis de estudio. El nivel de significancia corresponde al nivel de probabilidad de equivocarse, la cual es establecida por el investigador (Hernández, 2006). Para fines de este estudio, el nivel de significancia fue establecido en 0.05, lo que representa que el investigador tiene un 95% de seguridad para hacer generalizaciones sin equivocarse y solo un 5% en contra. Este nivel de significancia se fija antes de realizar la investigación.

La primera pregunta del cuestionario “con el uso de la enseñanza tradicional en la clase de Álgebra, usted logra obtener el aprovechamiento académico esperado de sus estudiantes” es asociada con la variable de investigación “Problema”. Los resultados obtenidos son trabajados según indicados anteriormente utilizando estadística descriptiva. Se calcula el promedio por alternativa. Los resultados para esta pregunta son mostrados a continuación.

Gráfica 1
Resultados ítem 1

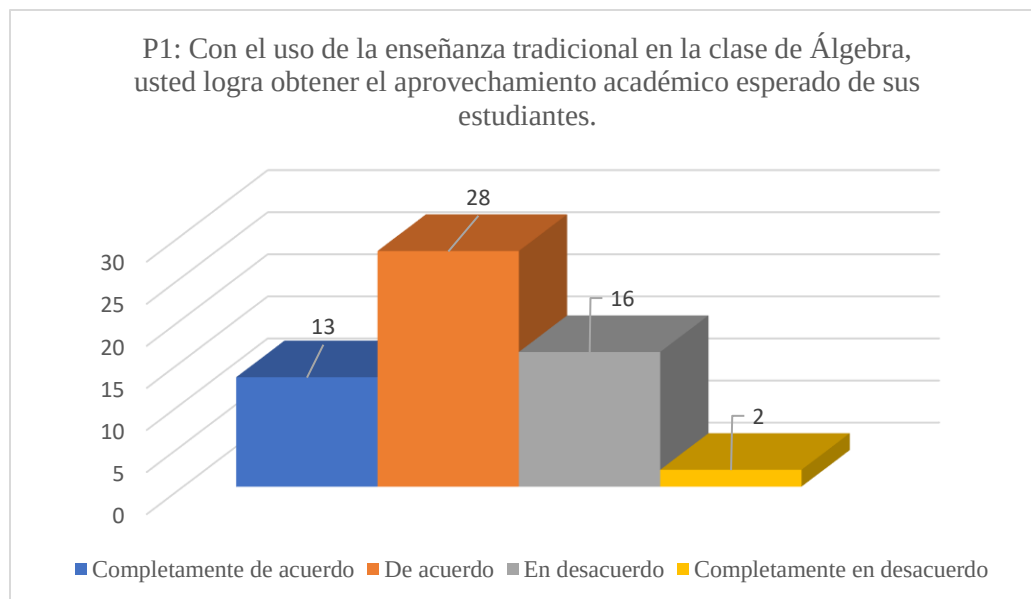


Tabla 4
Estadística descriptiva para pregunta 1

Pregunta 1:		Sumas	Cuadrados
1	2	2	7.0790003
2	16	32	12.4286125
3	28	84	0.3941396
4	13	52	16.2677392
Media		2.881356	
Suma		0.623612	
Desv Est		0.789691	
Error de la media		± 0.201506	

Según los resultados, cerca de un 72% de los maestros están de acuerdo completamente de acuerdo en que mediante la enseñanza tradicional se logra el aprovechamiento académico esperado de los estudiantes en la clase de Álgebra, mientras que un 28% está en desacuerdo. De las personas en acuerdo, aproximadamente 2/3 partes está de acuerdo y la otra tercera parte, completamente de acuerdo.

Esto lleva a un promedio de 2.88 puntos en la respuesta, con una desviación estándar de 0.79. Aunque la mayoría de los maestros no señalan que haya problemas con la enseñanza tradicional para lograr el aprovechamiento académico, un grupo significativo (la tercera parte) opina que no es el caso.

La segunda pregunta del cuestionario corresponde a “Se le dificulta la discusión del tema de funciones cuadráticas en la sala de clase”. Esta pregunta corresponde a la variable problema de este estudio. Los resultados para esta pregunta son mostrados a continuación.

Gráfica 2
Resultados ítem 2

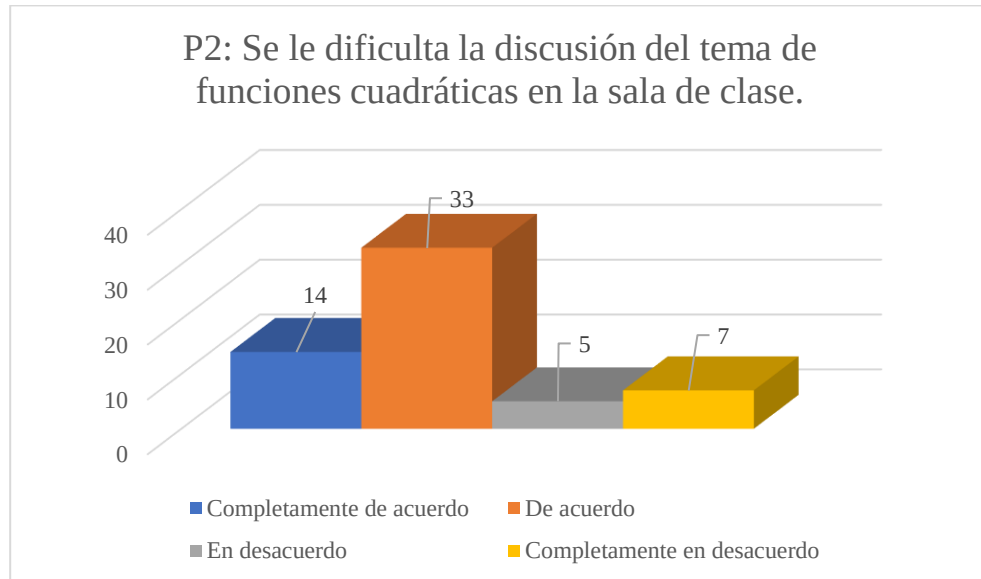


Tabla 5
Estadística descriptiva para pregunta 2

Pregunta 2:		Sumas	Cuadrados
1	7	7	25.6773916
2	5	10	4.1884516
3	33	99	0.2370009
4	14	56	16.4734272
Media		2.915254	
Var		0.803039	
Desv Est		0.896125	
Error de la media		± 0.228664	

Según los resultados, cerca del 80% de los maestros está de acuerdo o completamente de acuerdo en que se les dificulta la discusión del tema de funciones

cuadráticas en la sala de clase. El 8% de los maestros indica que están en desacuerdo y el 12% señala estar completamente en desacuerdo.

El promedio obtenido, luego de la asignación de valores a las respuestas es de 2.92 puntos. La desviación estándar es de 0.90. La mayoría de los maestros, tres cuartas partes de los mismo señalaron que los estudiantes presentan dificultad en la discusión del tema de funciones cuadráticas.

El tercer ítem corresponde a “ha notado apatía o falta de interés entre los estudiantes en la clase de matemáticos. Esta pregunta responde a la variable “problema”.

Gráfica 3
Resultados ítem 3

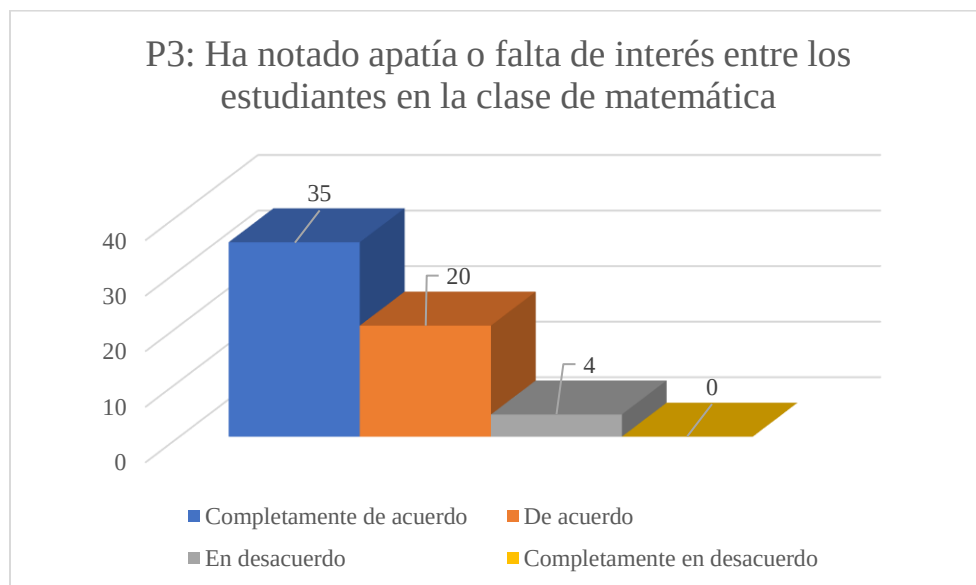


Tabla 6
Estadística descriptiva pregunta 3

Pregunta 3:		Sumas	Cuadrados
1	0	0	0.0000000
2	4	8	9.3076702
3	20	60	5.5214019
4	35	140	7.8827923
Media		3.525424	
Var		0.391584	
Desv Est		0.625767	
Error de la media		± 0.159677	

Los resultados obtenidos para esta pregunta establecen que aproximadamente el 93% de los maestros que completaron el cuestionario están completamente de acuerdo o de acuerdo con que han identificado apatía o falta de interés por la clase de matemáticas entre sus estudiantes. Solo el 7% está en desacuerdo y nadie completamente en desacuerdo. Para este ítem se calcula una media de 3.53 y una desviación estándar de 0.63.

El ítem 4 corresponde a “considera la enseñanza tradicional no atractiva para los estudiantes”. La gráfica #4 muestra los resultados para el mismo. El mismo es asociado a la variable “problema”.

Gráfica 4
Resultados ítem 4

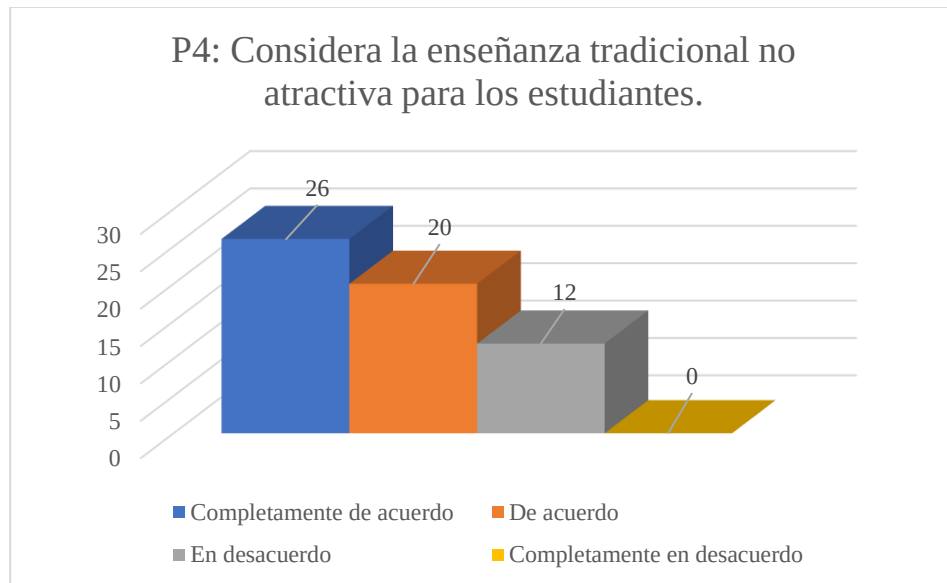


Tabla 7
Estadística descriptiva pregunta 4

Pregunta 4:		Sumas	Cuadrados
1	0	0	0.0000000
2	12	24	18.4922711
3	20	60	1.1652794
4	26	104	14.9631391
Media		3.241379	
Var		0.607381	
Desv Est		0.779346	
Error de la media		± 0.200573	

Para el ítem 4, el 78% de los maestros encuestados está de acuerdo o completamente de acuerdo con esta premisa. Solo el 22% (12 maestros) estuvo en desacuerdo y ninguno completamente en desacuerdo. Más de dos terceras partes de los maestros está de acuerdo con la misma. Se calcula una media de 3.24 en las respuestas.

La desviación estándar es de 0.78 puntos. La mayoría de los maestros consideran que la enseñanza tradicional de las matemáticas resulta no atractiva para los estudiantes.

El siguiente ítem del cuestionario corresponde a “entiende que los estudiantes carecen de motivación en la clase de Álgebra”. El mismo está enlazado a la variable “problema”.

Gráfica 5
Resultados ítem 5

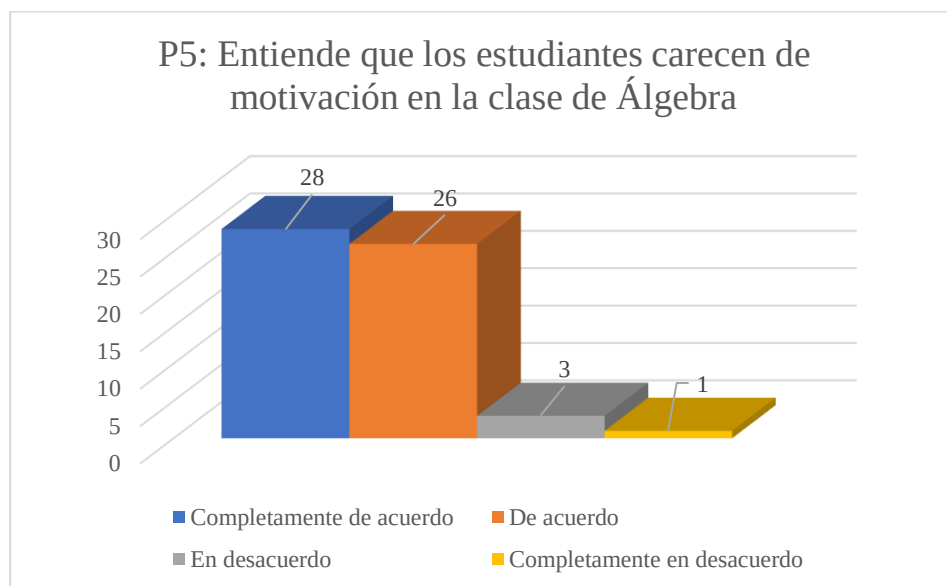


Tabla 8
Estadística descriptiva pregunta 5

Pregunta 5:		Sumas	Cuadrados
1	1	1	5.7434602
2	3	6	5.8510702
3	26	78	4.0885850
4	28	112	10.1961950
Media		3.396552	
Var		0.4540230	
Desv Est		0.673812	
Error de la media		± 0.173413	

Para este ítem o pregunta del cuestionario, el 92% de los maestros están de acuerdo o completamente de acuerdo en entender que los estudiantes carecen de motivación para la clase de Álgebra. Solo un 8% está en desacuerdo o completamente en desacuerdo con la misma. Al igual que las preguntas anteriores, esta forma parte del problema planteado. La media calculada para estos datos es de 3.40. La desviación estándar para los mismos es de 0.67.

El sexto ítem del cuestionario hace referencia a la variable independiente del estudio, la visualización. Este ítem corresponde a si el maestro hace uso de algún dispositivo tecnológico en la clase de Álgebra.

Gráfica 6
Resultados ítem 6

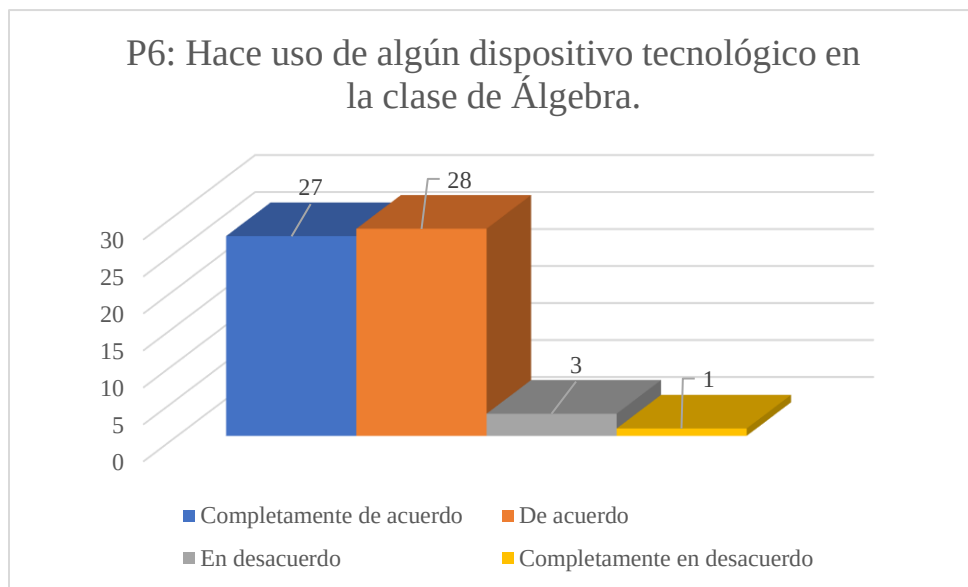


Tabla 9
Estadística descriptiva pregunta 6

Pregunta 6:		Sumas	Cuadrados
1	1	1	5.6305659
2	3	6	5.6544097
3	28	84	3.8931342
4	27	108	10.6185004
Media		3.372881	
Var		0.444769	
Desv Est		0.66691	
Error de la media		± 0.170176	

La mayoría de los maestros encuestados afirman estar completamente de acuerdo o de acuerdo con que utilizan algún dispositivo electrónico en la sala de clase, para un 93%. El restante 7% indican que no están de acuerdo, solo un maestro completamente en desacuerdo. Esto lleva a un promedio de 3.37, donde la mayor puntuación es 4. La desviación estándar para los resultados de esta pregunta es de 0.67.

El ítem 7 corresponde a la variable de aprovechamiento académico. El mismo responde a “entiende que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes”.

Gráfica 7
Resultados de ítem 7

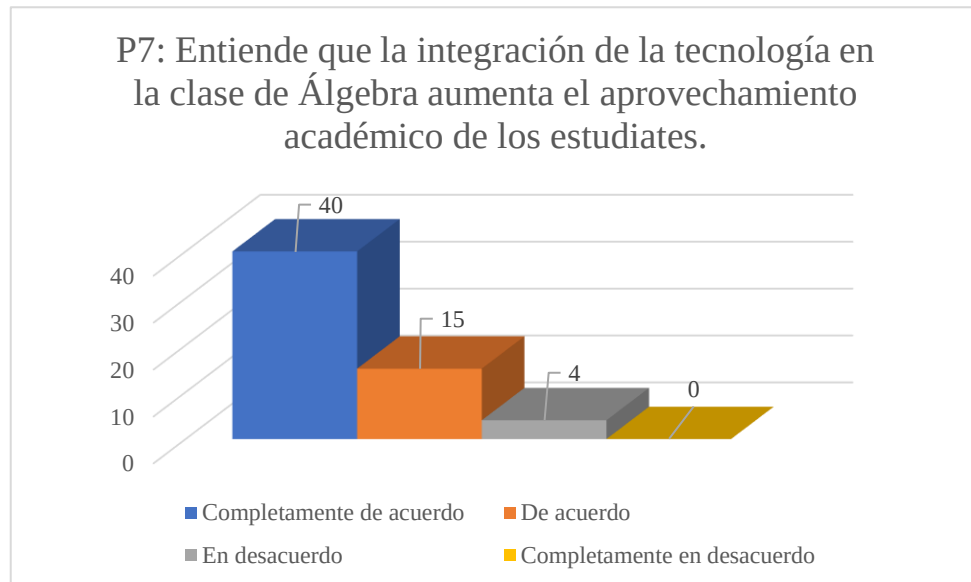


Tabla 10
Estadística descriptiva pregunta 7

Pregunta 6:		Sumas	Cuadrados
1	1	1	5.6305659
2	3	6	5.6544097
3	28	84	3.8931342
4	27	108	10.6185004
Media		3.372881	
Var		0.444769	
Desv Est		0.66691	
Error de la media		± 0.157276	

Los resultados para este ítem muestran que el 93% de los maestros encuestados están de acuerdo o completamente de acuerdo en entender que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes. El 7% de los maestros manifestaron no estar de acuerdo.

El promedio para estos datos es de 3.61. La desviación estándar calculada para estas respuestas es de 0.62. La mayoría de los maestros está de acuerdo o completamente de acuerdo con este ítem.

La siguiente pregunta del cuestionario corresponde si el maestro entiende que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes. Esta pregunta responde a la variable de estudio entendimiento.

Gráfica 8
Resultado ítem 8

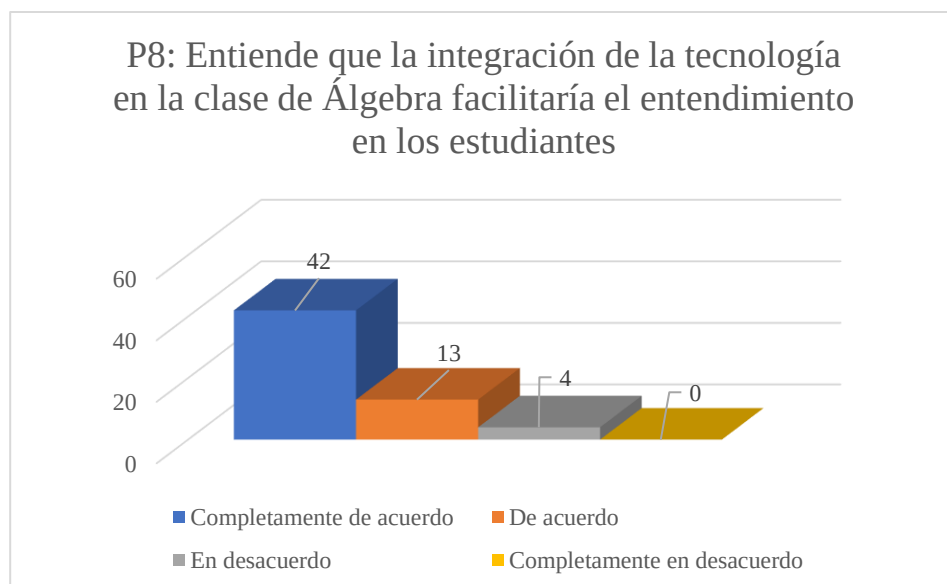


Tabla 11
Estadística descriptiva por pregunta, pregunta 8

Pregunta 8:		Sumas	Cuadrados
1	0	0	0.0000000
2	4	8	10.8118357
3	13	39	5.3927032
4	42	168	5.3208848
Media		3.644068	
Var		0.3711280	
Desv Est		0.609203	
Error de la media		± 0.15545	

Según los resultados de esta pregunta, el 93% de los maestros que completaron el cuestionario está de acuerdo o completamente de acuerdo con entender que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes. La media calculada para estos datos es de 3.64 y su desviación estándar 0.61.

La pregunta siguiente del cuestionario corresponde a “Entiende que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes”. Este ítem está asociado a la variable de estudio “motivación”.

Gráfica 9
Resultados del ítem 9

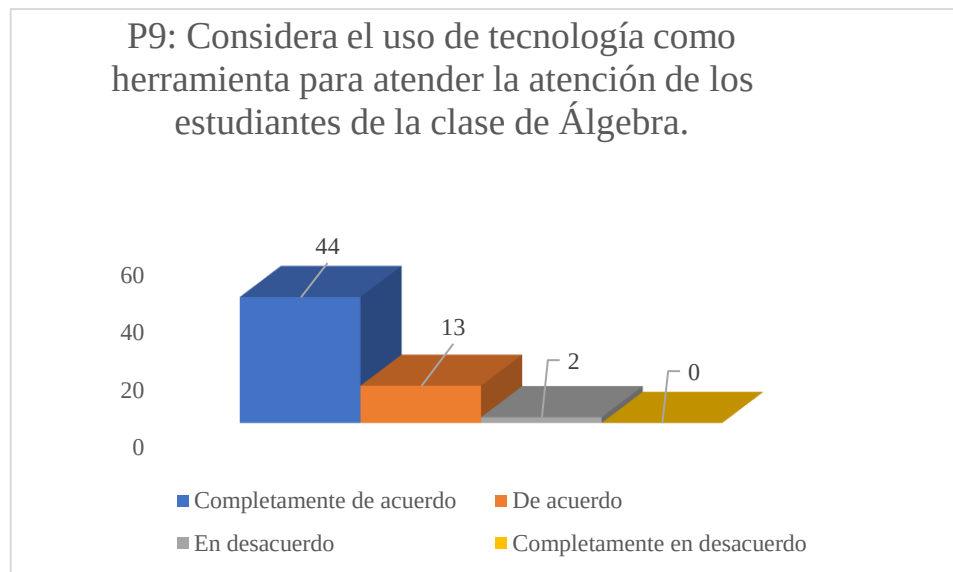


Tabla 12
Estadística descriptiva pregunta 9

Pregunta 9:		Sumas	Cuadrados
1	0	0	0.0000000
2	2	4	5.8609595
3	13	39	6.5877621
4	44	176	3.6529733
Media		3.711864	
Var		0.277615	
Desv Est		0.526892	
Error de la media		± 0.134447	

Según los resultados obtenidos para esta pregunta, el 97% de los maestros afirman que consideran que el uso de la tecnología como herramienta para atender la atención de los estudiantes en la clase de Álgebra. Solamente un 3% consideran estar en desacuerdo. Para estos datos se calcula una media de 3.71, con una desviación estándar de 0.53.

La pregunta número 10, hace referencia al ítem sobre su el maestro está dispuesto a pertenecer a una sociedad tecnológica utilizando la tecnología en la sala de clase de Álgebra. Este ítem es asociado a la variable independiente de “visualización”.

Gráfica 10
Resultado de ítem 10

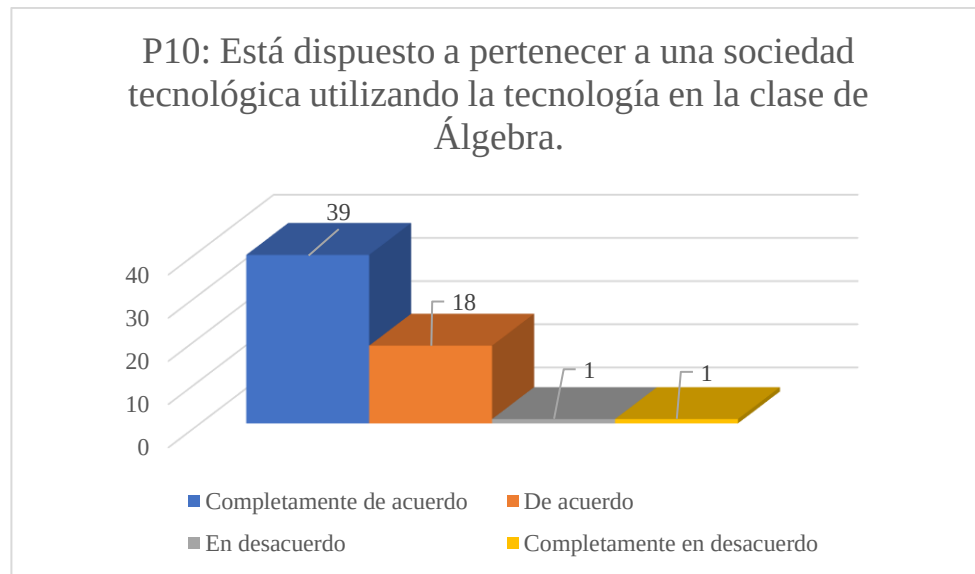


Tabla 13
Estadística descriptiva pregunta 10

Pregunta 10:		Sumas	Cuadrados
1	1	1	6.8129848
2	1	2	2.5926458
3	18	54	6.7015226
4	39	156	5.9267452
Media		3.610169	
Var		0.379895	
Desv Est		0.616356	
Error de la media		± 0.157276	

El ítem número 10 el 97% de los maestros afirmaron estar de acuerdo o completamente de acuerdo en estar dispuesto a pertenecer a una sociedad tecnológica utilizando tecnología en la sala de clase. Solo un 3% está en desacuerdo o completamente en desacuerdo. Para estos datos, se obtuvo una media de 3.61, así como una desviación estándar de 0.61.

Para el ítem número once del cuestionario utilizado “Entiende que el estudiante puede obtener un nivel de entendimiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra” se encontraron los resultados a continuación. Este ítem es asociado a la variable de estudio “entendimiento”.

Gráfica 11
Resultados ítem 11

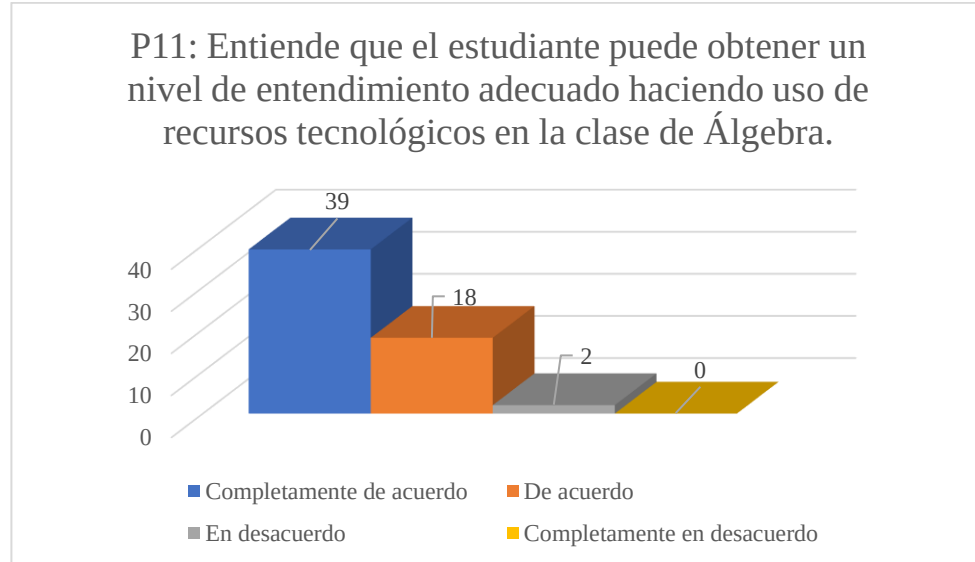


Tabla 14
Estadística descriptiva pregunta 11

Pregunta 11:		Sumas	Cuadrados
1	0	0	0.0000000
2	2	4	5.2950302
3	18	54	7.0790003
4	39	156	5.4225797
Media		3.627119	
Var		0.306838	
Desv Est		0.55393	
Error de la media		± 0.141346	

Para el ítem número 11, el 97% de los maestros afirman estar de acuerdo o completamente de acuerdo en entender que la haciendo uso de integración de la tecnología en la clase de Álgebra. El 3% de los maestros manifestaron que no están de acuerdo con este ítem. Al analizar los datos para el mismo, se calcula una media de 3.63 y una desviación estándar de 0.56.

El siguiente ítem corresponde a “entiende que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra. El ítem 12 del cuestionario está asociado con la variable de estudio “entendimiento”.

Gráfica 12
Resultados ítem 12

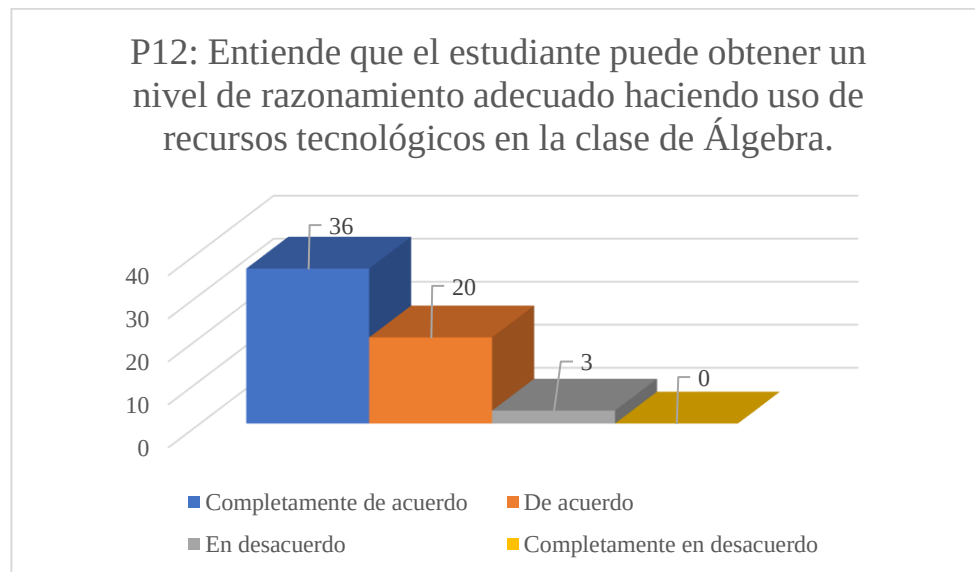


Tabla 15
Estadística descriptiva pregunta 12

Pregunta 12:		Sumas	Cuadrados
1	0	0	0.0000000
2	3	6	7.2944556
3	20	60	6.2568228
4	36	144	6.9910945
Media		3.559322	
Var		0.3541788	
Desv Est		0.595129	
Error de la media		± 0.151859	

Para este ítem, el 95% de los maestros respondieron que se encuentran de acuerdo o completamente de acuerdo en entender que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra. El

restante 5% manifestó estar en desacuerdo. Para estos datos, se calculó una media de 3.56 y una desviación estándar de 0.59.

La próxima pregunta corresponde a si el maestro conoce sobre programados de distribución gratuita para utilizar en la clase de Álgebra. Este ítem está asociado a la variable de estudio “visualización”.

Gráfica 13
Resultados ítem 13

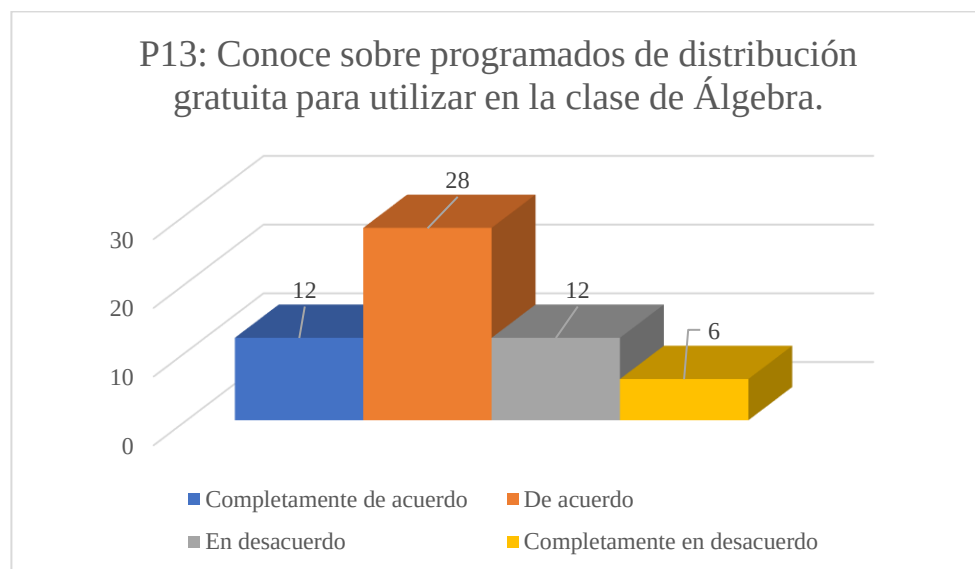


Tabla 16
Estadística descriptiva pregunta 13

Pregunta 13:		Sumas	Cuadrados
1	6	6	19.2913199
2	12	24	7.5481570
3	28	84	1.1985731
4	12	48	17.4791914
Media		2.793103	
Var		0.798548	
Desv Est		0.893615	
Error de la media		± 0.229981	

Para este ítem, solo fue respondido por 58 maestros. De estos, el 70% indican estar de acuerdo o completamente de acuerdo en conocer programados para ser integrados en la sala de clase de Álgebra. El 20% de ellos señalan estar en desacuerdo con el ítem y el 10% está completamente en desacuerdo. Para estos datos, se calculó una media de 2.79 y una desviación estándar de 0.89.

El ítem 14 corresponde a si el maestro ha escuchado anteriormente sobre el programa *WxMaxima*. El mismo corresponde a la variable de estudio “visualización”.

Gráfica 14
Resultados ítem 14

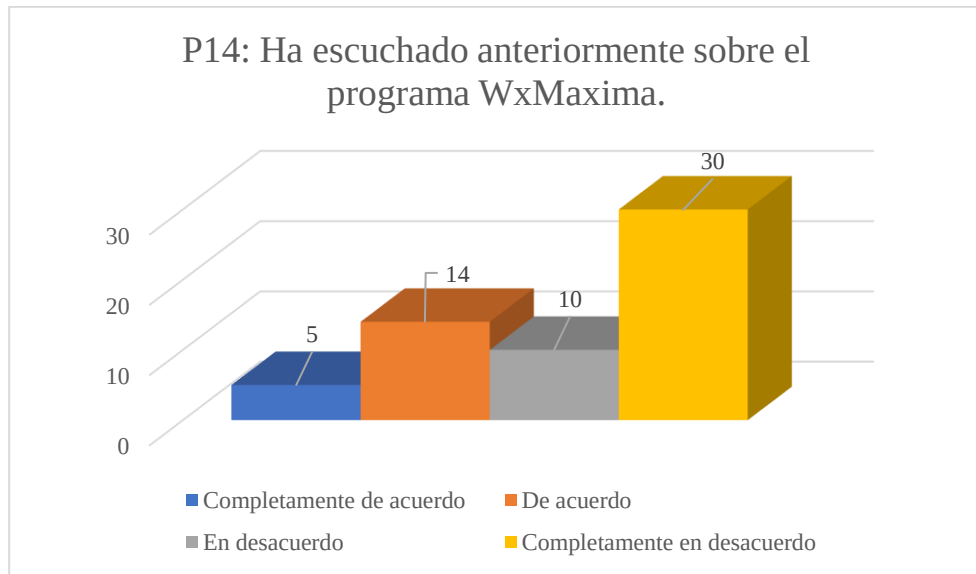


Tabla 17
Estadística descriptiva pregunta 14

Pregunta 14:		Sumas	Cuadrados
1	30	30	24.2085608
2	10	20	0.1034186
3	14	42	16.9922436
4	5	20	22.0856076
Media		1.898305	
Var		1.092928	
Desv Est		1.045432	
Error de la media		± 0.266763	

Para este ítem, solo un 32% indicó que está completamente de acuerdo o de acuerdo con haber escuchado sobre el programado de *WxMaxima*. El 51% de los maestros encuestados afirman estar completamente en desacuerdo con este ítem, lo que

implica que no tenían conocimiento sobre el mismo. El 17% afirma estar en desacuerdo.

Para esta pregunta, se calcula una media de 1.90 y una desviación estándar de 1.05.

El ítem 15 hace referencia a si el maestro utilizaría el programa *WxMaxima* en su clase de Álgebra. Esta pregunta es asociada a la variable de investigación “visualización”.

Gráfica 15
Resultados ítem 15

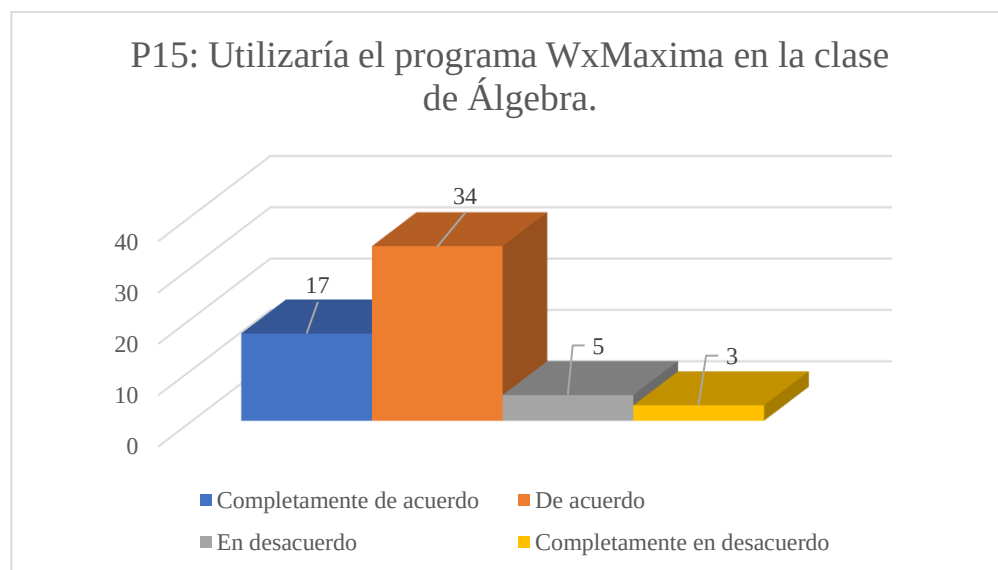


Tabla 18
Estadística descriptiva pregunta 15

Pregunta 15:		Sumas	Cuadrados
1	3	3	13.2513646
2	5	10	6.0686584
3	34	102	0.3516231
4	17	68	13.7181844
Media		3.101695	
Var		0.575687	
Desv Est		0.75874	
Error de la media		± 0.193608	

Un total de 59 maestros respondieron este ítem. De ellos, un 84% está en la disposición de integrar este programado en sus salas de clases de Álgebra, ya sea completamente de acuerdo o de acuerdo. Solo un 16% de ellos afirma estar en desacuerdo o completamente en desacuerdo. La media obtenida de los resultados de este ítem es de 3.10 y su desviación estándar de 0.76.

El ítem 16 corresponde a si el maestro considera que puede obtener un aumento en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través del uso de *WxMaxima* en la clase de Álgebra. Esta pregunta es asociada a la variable “aprovechamiento académico”.

Gráfica 16
Resultados ítem 16

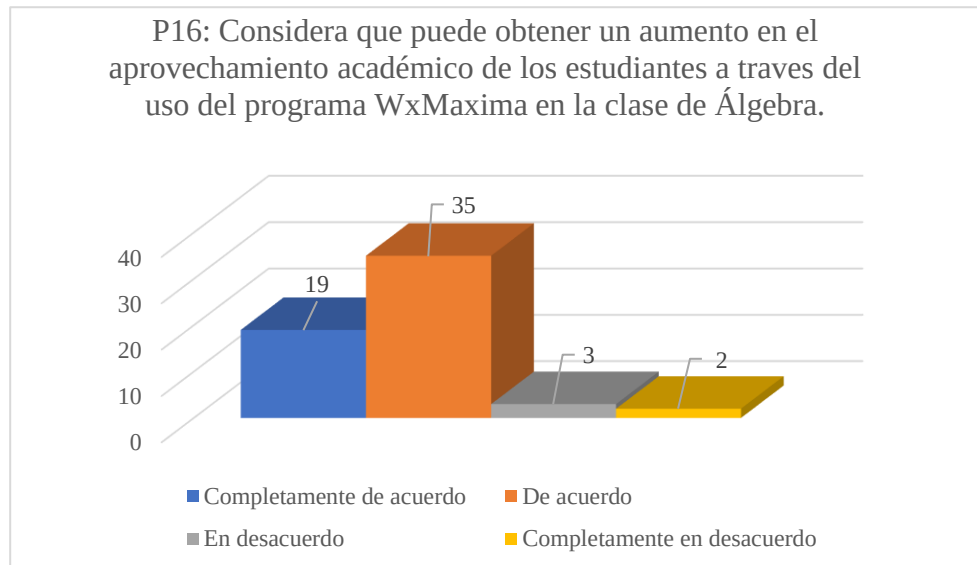


Tabla 19
Estadística descriptiva ítem 16

Pregunta 16:		Sumas	Cuadrados
1	2	2	9.7098535
2	3	6	4.3444413
3	35	105	1.4478598
4	19	76	12.0571675
Media		3.20339	
Var		0.475161	
Desv Est		0.689319	
Error de la media		± 0.175894	

El ítem 16 fue completado por 59 maestros. En este, el 92% de los mismos manifestaron estar de acuerdo o completamente de acuerdo en considerar que puede obtener un aumento en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través del uso del programa *WxMaxima*. El 8% de los maestros están en desacuerdo o completamente en desacuerdo. Para estos datos se calcula una media de 3.20 con un error de aproximadamente ± 0.18 . La desviación estándar para los mismos es de 0.69.

El ítem 17 “Entiende que utilizando el programado *WxMaxima* podrá motivar el aprendizaje entre los estudiantes en la clase de Álgebra” está asociado a la variable de estudio “motivación”. Los resultados para el mismo son mostrados en la gráfica a continuación.

Gráfica 17
Resultados ítem 17

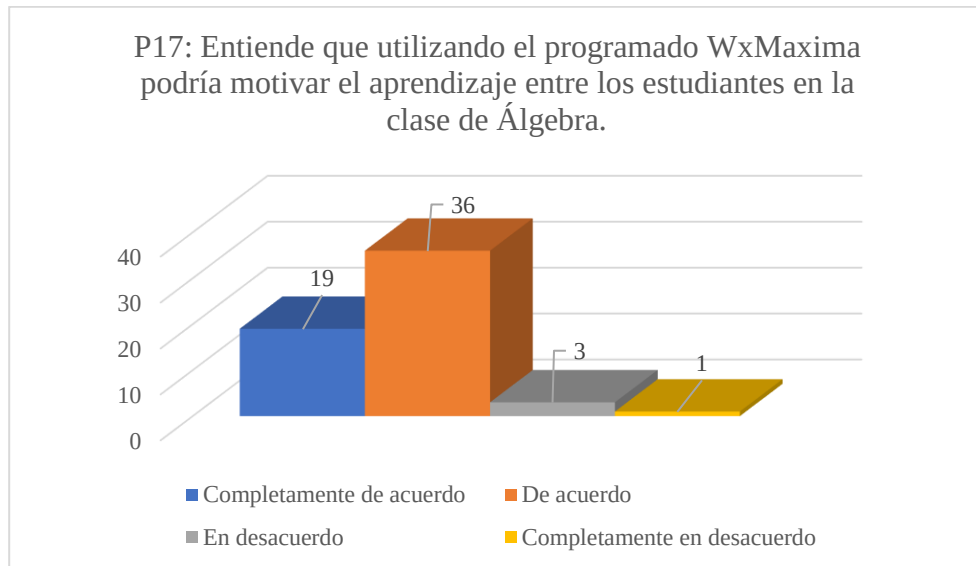


Tabla 20
Estadística descriptiva pregunta 17

Pregunta 17:		Producto	squares
1	1	1	5.0054582
2	3	6	4.5926458
3	36	108	2.0270037
4	19	76	11.0528584
Media		3.237288	
Var		0.390999	
Desv Est		0.625299	
Error de la media		± 0.159558	

Para este ítem, de los 59 maestros encuestados, 55 de ellos indicaron estar de acuerdo o completamente de acuerdo en que el uso de un programado como *WxMaxima* en su clase de Álgebra motivaría el aprendizaje en los estudiantes el aprendizaje. Esto corresponde a un 93%. El restante 7% está en desacuerdo o completamente en

desacuerdo con este ítem. La media calculada para estos datos es de 3.24 y su desviación estándar es de 0.63.

Para el ítem 18, “fomenta el aprendizaje por descubrimiento integrando *WxMaxima* en la clase de Álgebra”. Este ítem está asociado con la variable de investigación “aprovechamiento académico”. Todos los maestros encuestados respondieron a esta premisa.

Gráfica 18
Resultados ítem 18

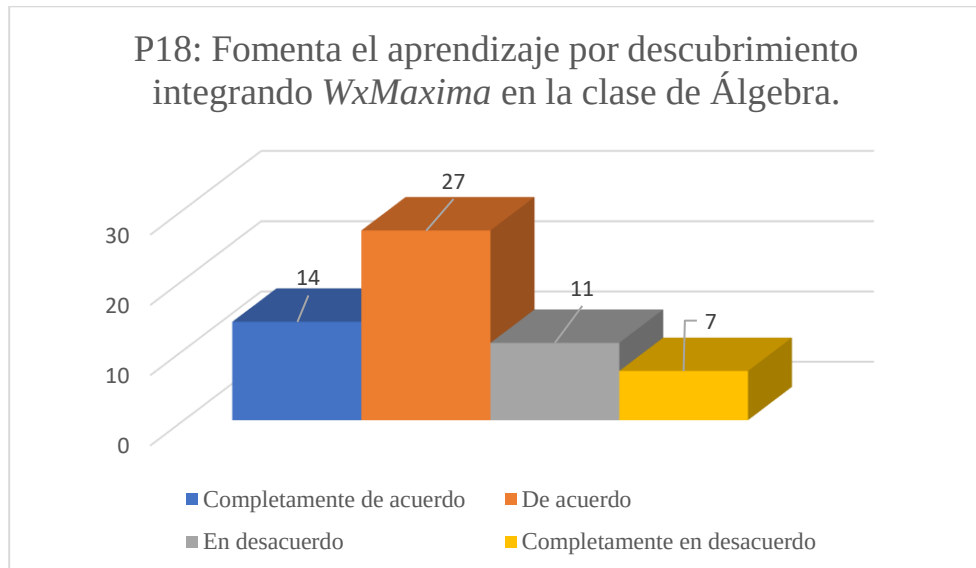


Tabla 21
Estadística descriptiva pregunta 18

Pregunta 18:		Sumas	Cuadrados
1	7	7	23.0229819
2	11	22	7.2806665
3	27	81	0.9385234
4	14	56	19.7069808
Media		2.813559	
Var		0.878434	
Desv Est		0.937248	
Error de la media		± 0.239158	

El 69% de los maestros identifican estar de acuerdo o completamente de acuerdo en que al integrar *WxMaxima* en su clase fomenta el aprendizaje por descubrimiento. El restante 31% señala estar en desacuerdo o completamente en desacuerdo con el ítem. Para estos datos, se calcula una media de 2.81, así como una desviación estándar de 0.94.

El próximo ítem “consideraría utilizar el programado *WxMaxima* para la solución de problemas en la clase de Álgebra” corresponde a la variable de investigación “aprovechamiento académico”. El mismo fue respondido por 59 docentes.

Gráfica 19
Resultados ítem 19

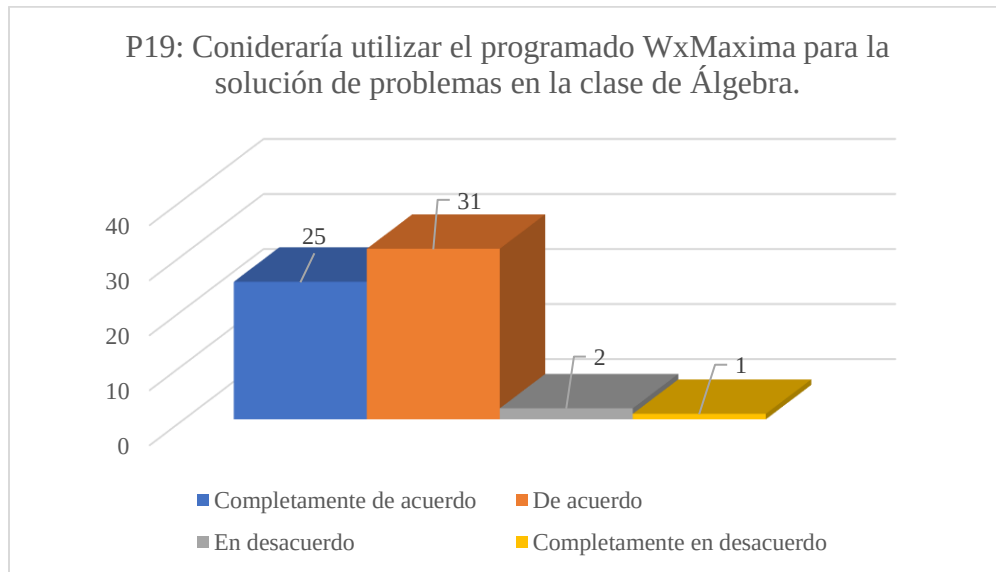


Tabla 22
Estadística descriptiva pregunta 19

Pregunta 19:		Sumas	Cuadrados
1	1	1	5.5504165
2	2	4	3.6771043
3	31	93	3.9273197
4	25	100	10.3705832
Media		3.355932	
Var		0.405611	
Desv Est		0.636876	
Error de la media		± 0.162512	

Los resultados para esta pregunta, el 95% de los maestros está dispuesto a utilizar el programado utilizado en esta investigación para la solución de problemas en su sala de clase. El 5% de los maestros están en desacuerdo o completamente en desacuerdo. Para

este ítem, la media calculada para los datos es de 3.36. La desviación estándar para los mismos es de 0.64.

El ítem número 20 corresponde a “utiliza otro tipo de programado en la clase de Álgebra (ejemplos: *Microsoft Mathematics*, *GeoGebra*, etc.)”. Este ítem está asociado a la variable de investigación “visualización”. Los resultados obtenidos en la misma se resumen a continuación.

Gráfica 20
Resultados ítem 20

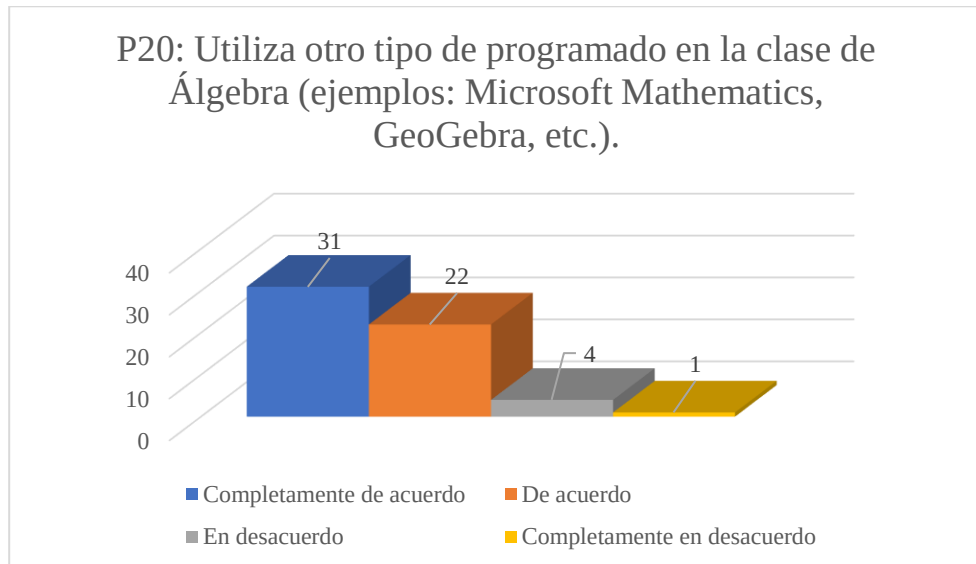


Tabla 23
Estadística descriptiva pregunta 20

Pregunta 20:		Sumas	Cuadrados
1	1	1	5.9099287
2	4	8	8.1914388
3	22	66	4.0873960
4	31	124	10.0353746
Media		3.431034	
Var		0.49516	
Desv Est		0.703676	
Error de la media		± 0.179557	

Para este ítem del cuestionario el 91% de los maestros estuvieron de acuerdo o completamente de acuerdo en que utilizan otro tipo de programado en su sala de clase. El 9% de estos respondió que están en desacuerdo o completamente en desacuerdo. La media calculada para estos datos es de 3.43 y su desviación estándar de 0.70.

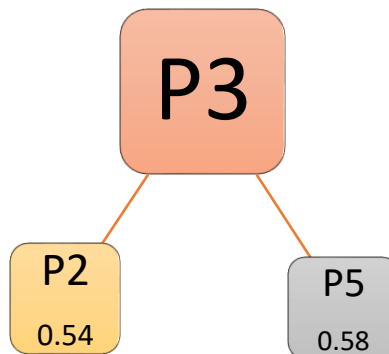
Correlación entre ítems del cuestionario

La correlación entre ítems del cuestionario utilizado para esta investigación muestra relación entre las respuestas de los maestros. Para determinar esta relación, se asigna el valor de 0.50 en adelante para relacionar las premisas entre sí. Al realizar este análisis de datos obtenidos haciendo uso de *Microsoft Excel*, se obtienen los resultados mostrados a continuación.

Tabla 24
Tabla de correlación entre ítems

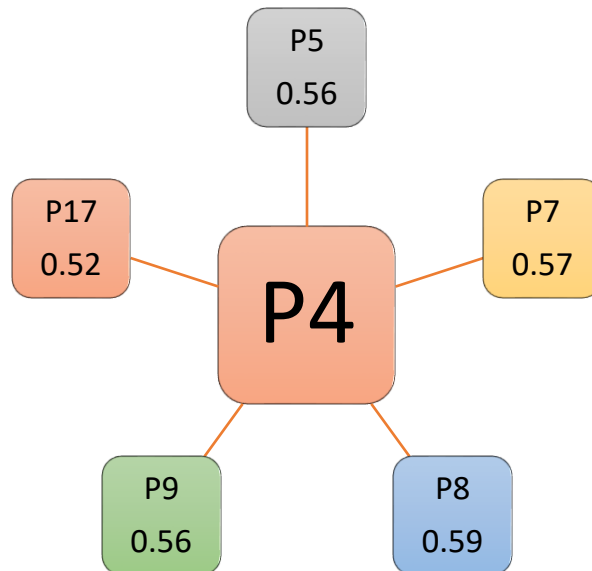
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
P1	1																			
P2	0.083002	1																		
P3	0.058544	0.541967	1																	
P4	-0.20337	0.414977	0.385624	1																
P5	-0.02051	0.486197	0.584688	0.558954	1															
P6	0.216401	0.342281	0.142147	0.233745	0.152822	1														
P7	-0.20293	0.438606	0.316703	0.565059	0.341271	0.10806	1													
P8	-0.23265	0.385945	0.272895	0.590402	0.353892	0.077681	0.817955	1												
P9	-0.29076	0.385583	0.310209	0.555447	0.281998	0.163831	0.603794	0.588124	1											
P10	-0.20293	0.469822	0.361405	0.637727	0.341271	0.191949	0.591538	0.634284	0.550704	1										
P11	-0.14229	0.456246	0.27652	0.497928	0.221009	0.149506	0.677889	0.621767	0.51164	0.728389	1									
P12	-0.14985	0.413702	0.308382	0.537907	0.23143	0.117068	0.792684	0.748794	0.522817	0.698677	0.905065	1								
P13	0.136853	0.053878	0.01295	0.200469	0.061739	0.455096	0.08936	0.070773	0.128986	0.077981	0.071018	0.14068	1							
P14	0.173092	0.082661	0.00402	0.111875	-0.00043	0.277888	0.071202	-0.03074	-0.05411	-0.00907	0.1418	0.203846	0.63646	1						
P15	-0.00829	0.215756	0.139714	0.28098	0.207262	0.025988	0.381176	0.303463	0.376454	0.344308	0.25587	0.291872	0.160123	0.100207	1					
P16	-0.17662	0.167942	0.227628	0.461269	0.251518	0.094715	0.473901	0.462764	0.306551	0.43332	0.518124	0.600504	0.059105	0.148823	0.322391	1				
P17	-0.11658	0.159582	0.20463	0.522453	0.286303	0.073579	0.467827	0.451841	0.315762	0.512563	0.508739	0.610157	0.164597	0.169424	0.384347	0.886109	1			
P18	0.132662	0.165617	0.140508	0.321517	0.077061	0.168306	0.260014	0.213934	0.133737	0.349552	0.328718	0.344731	0.040367	0.279453	0.366553	0.460009	0.518075	1		
P19	-0.12028	0.446492	0.301366	0.465757	0.207303	0.128659	0.667024	0.554346	0.413654	0.667024	0.724801	0.693899	0.049425	-0.04828	0.351961	0.499902	0.563558	0.373049	1	
P20	-0.04474	0.26724	0.184327	0.454281	0.228324	0.428007	0.424018	0.353228	0.376493	0.383569	0.27311	0.325464	0.511499	0.321229	0.298177	0.173228	0.236094	0.230596	0.309305	1

Figura 4
Correlación entre ítems del cuestionario P3



En la figura #4 se muestran los maestros que identificaron que se les dificulta la discusión del tema de funciones cuadráticas en la sala de clase también han notado apatía o falta de interés entre los estudiantes en la clase de matemáticas (correlación = 0.54). Los maestros que afirmaron que entienden que los estudiantes carecen de motivación en la clase de Álgebra, también han identificado apatía o falta de interés en la misma (correlación = 0.58).

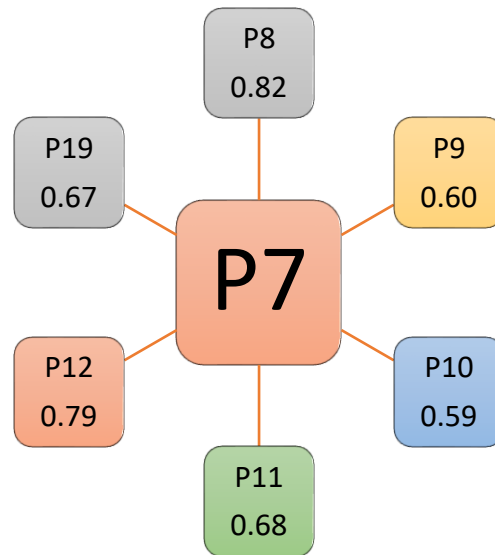
Figura 5
Correlación entre ítems del cuestionario P4



La figura #5 muestra que los maestros que manifestaron estar de acuerdo o completamente de acuerdo en la premisa de que entienden que los estudiantes carecen de motivación por la clase de Álgebra también consideran que la enseñanza tradicional no es atractiva para los estudiantes (correlación = 0.56). Aquellos maestros que entienden que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes consideran que la enseñanza tradicional no es atractiva para los estudiantes (correlación = 0.57). Aquellos maestros que afirmaron entender que la integración de la tecnología facilitaría el entendimiento en los estudiantes consideran que la enseñanza tradicional no es atractiva para los estudiantes (correlación = 0.59). Los maestros que consideran el uso de la tecnología como herramienta para atraer la atención de los estudiantes de la clase de Álgebra coinciden en considerar la enseñanza tradicional no atractiva para los estudiantes (correlación = 0.56). Los maestros que afirmaron entender que utilizado el programado *WxMaxima* podría motivar el aprendizaje entre los

estudiantes la clase de Álgebra, también consideran que la enseñanza tradicional no es atractiva para los estudiantes (correlación = 0.52).

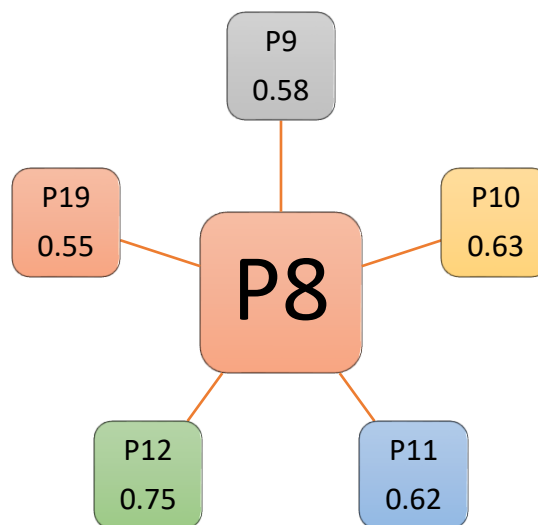
Figura 6
Correlación entre ítems del cuestionario P7



La figura #6 muestra que aquellos maestros que afirmaron entender que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes también entienden que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico en los estudiantes (correlación = 0.82). Los maestros que consideran el uso de tecnología como herramienta para atraer la atención de los estudiantes de la clase de Álgebra entienden que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes (correlación = 0.60). Los docentes que están dispuestos a pertenecer a una sociedad tecnológica utilizando la tecnología en la sala de clase entienden que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes (correlación = 0.59). Aquellos maestros que entienden que el estudiante puede obtener un

nivel de entendimiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra entienden que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes (correlación = 0.68). Aquellos educadores que afirmaron entender que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra también entienden que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes (correlación = 0.79). Los maestros que respondieron que estaban de acuerdo o completamente de acuerdo en considerar el uso del programado de *WxMaxima* para la solución de problemas en la clase de Álgebra también entienden que la integración de la tecnología aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes (correlación = 0.67).

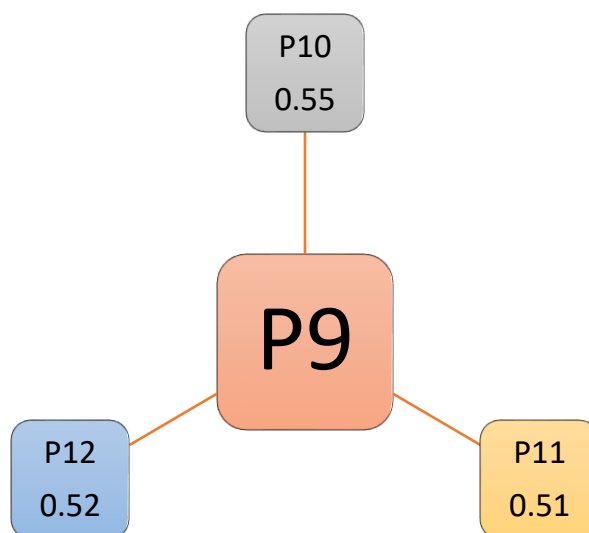
Figura 7
Correlación entre ítems del cuestionario P8



En la figura #7 se muestra que cuando se habla de considerar el uso de la tecnología como herramienta para atraer la atención de los estudiantes de la clase de Álgebra, los maestros que están de acuerdo o completamente de acuerdo también entienden que la

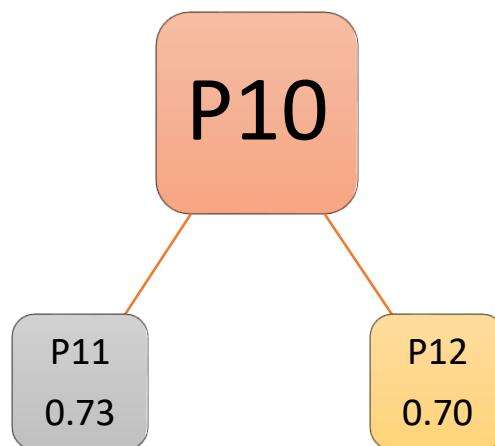
integración de la tecnología en la clase de Álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes (correlación = 0.58). El docente que está dispuesto a pertenecer a una sociedad tecnológica utilizando tecnología en la sala de clase entienden que la integración de esta facilita el entendimiento de los estudiantes (correlación = 0.63). Los maestros que seleccionaron de acuerdo o completamente de acuerdo en entender que el estudiante puede obtener un nivel de entendimiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra también entienden que la integración de esta facilita el entendimiento en los estudiantes (correlación = 0.62). Los maestros que entienden que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra también entienden que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes (correlación = 0.75). Los docentes que afirmaron considerar utilizar el programado *WxMaxima* para la solución de problemas en la clase de Álgebra entienden que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes (correlación = 0.55).

Figura 8
Correlación entre ítems del cuestionario P9



Haciendo referencia a la figura #8, los participantes que consideran el uso de la tecnología como herramienta para atraer la atención de los estudiantes de la clase de Álgebra también están dispuestos a pertenecer a una sociedad tecnológica utilizando la tecnología en la sala de clase (correlación = 0.55) entienden que el estudiante puede obtener un nivel de entendimiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra (correlación = 0.51) y entienden que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra (correlación = 0.52).

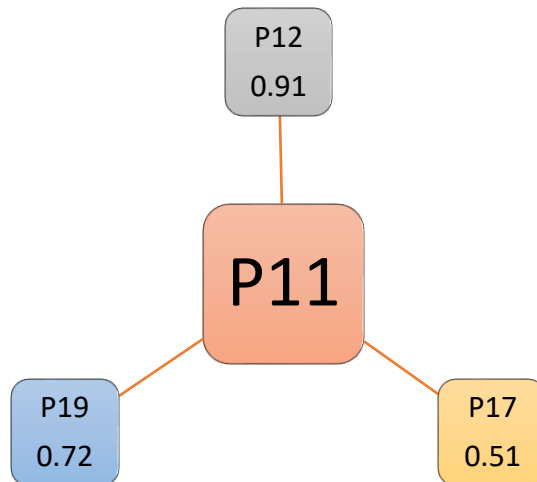
Figura 9
Correlación entre ítems del cuestionario P10



La figura #9 hace referencia a la correlación encontrada con otras preguntas del ítem #10 en el cuestionario. Los maestros que están dispuestos a pertenecer a una sociedad tecnológica utilizando la tecnología en la clase de Álgebra también entienden que el estudiante puede obtener un nivel de entendimiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos (correlación = 0.73). Éstos también entienden que el estudiante

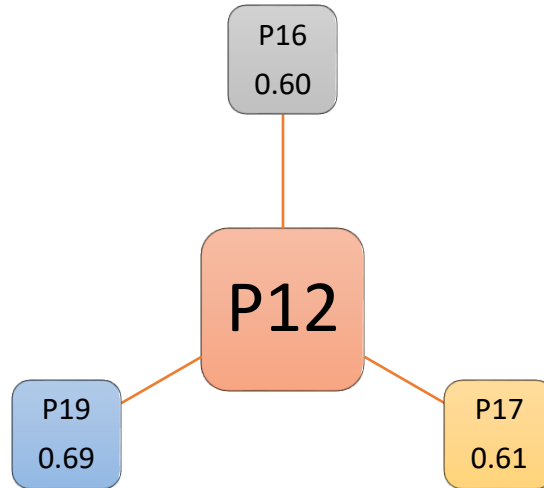
puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra (correlación = 0.70).

Figura 10
Correlación entre ítems del cuestionario P11



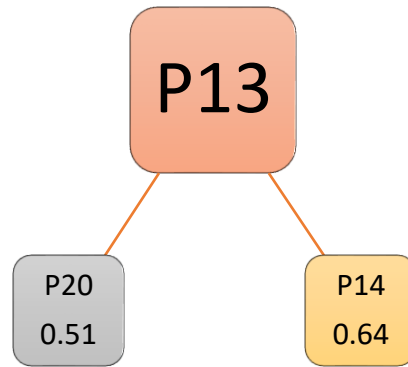
La figura #10 muestra que aquellos maestros que entienden que el estudiante puede obtener un nivel de entendimiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra también entienden que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de estos recursos (correlación = 0.91). Además, entienden que utilizando el programado *WxMaxima* podría motivar el aprendizaje entre los estudiantes (correlación = 0.51), así como considerarían utilizar este programado para la solución de problemas en la clase (correlación = 0.72).

Figura 11
Correlación entre ítems del cuestionario P12



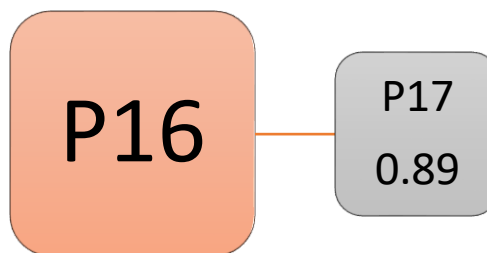
En la figura #11 se muestra la correlación entre ítems y la pregunta 12. Los maestros que entienden que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra también consideran que pueden obtener un aumento en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través del uso del programado *WxMaxima* en la clase de Álgebra (correlación = 0.60). Éstos también entienden que el uso de este programado podría motivar el aprendizaje entre los estudiantes (correlación = 0.61). Estos docentes consideran utilizar este programa para la solución de problemas en la clase (correlación = 0.69).

Figura 12
Correlación entre ítems del cuestionario 13



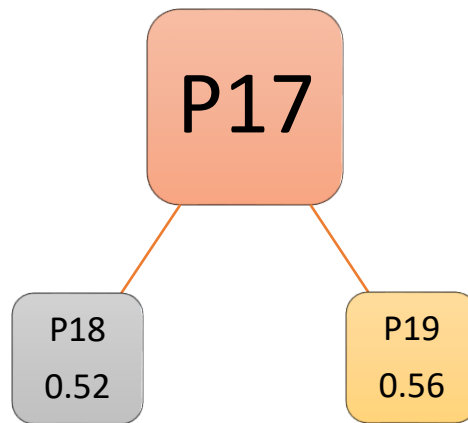
Los maestros que conocen sobre programados de distribución gratuita para utilizar en la clase de Álgebra han escuchado anteriormente sobre el programa *WxMaxima* (correlación = 0.64). Estos educadores también utilizan otro tipo de programado en la clase como por ejemplo *Microsoft Mathematics*, *GeoGebra*, entre otros (correlación = 0.51).

Figura 13
Correlación entre ítems del cuestionario P16



Aquellos maestros que entienden que utilizando el programado *WxMaxima* podría motivar el aprendizaje entre los estudiantes en la clase de Álgebra también fomentan el aprendizaje por descubrimiento integrando el mismo (correlación = 0.89).

Figura 14
Correlación entre ítems del cuestionario P17



Los maestros que entienden que utilizando el programado *WxMaxima* podría motivar el aprendizaje entre los estudiantes en la clase de Álgebra también fomentan el aprendizaje por descubrimiento integrando el mismo (correlación = 0.52). Los mismos consideran también utilizar este programado para la solución de problemas en su clase (correlación = 0.56).

Los ítems 1, 6 y 15 no se correlacionaron con ninguna otra pregunta del cuestionario.

Resultados por variables de estudio

Las variables dependientes para esta investigación son: problema, motivación, entendimiento y aprovechamiento académico. La variable independiente corresponde a visualización. Para cada una de estas variables fueron asociadas los ítems del cuestionario de la siguiente forma:

Tabla 25
Asociación de variables con ítems

Variable	Visualización	Problema	Motivación	Entendimiento	Aprovechamiento académico
Preguntas del cuestionario	6, 10, 13, 14, 15, 20	1, 2, 3, 4, 5	9, 17	8, 11, 12	7, 16, 18, 19

Para cada una de estas variables se realizó un análisis estadístico descriptivo además de calcularse el error de la media utilizando *Microsoft Excel*. Para el análisis de datos más complejos y construcción de gráficas se utilizó el programado *Gretl*.

Visualización

Visualización corresponde a la variable independiente de este estudio.

Gráfica 21
Resultados ítems variable visualización

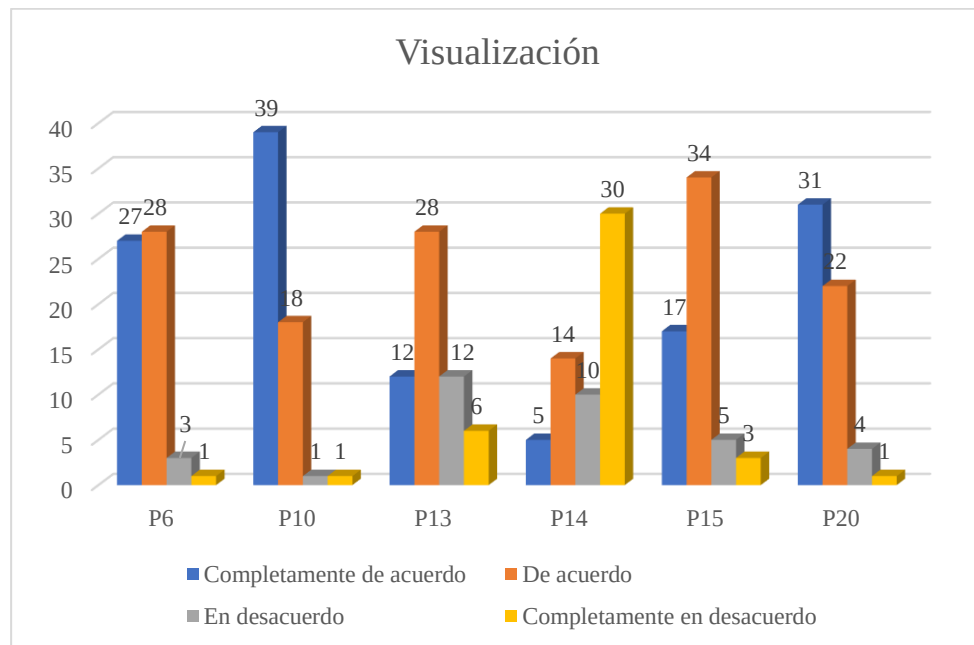


Tabla 26
Resultados ítems asociados con la variable visualización

P	Item	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo	Promedio	Desviación Estándar	Error del promedio
P6	Hace uso de algún tipo de dispositivo tecnológico en la clase de Álgebra.	27	28	3	1	3.37	0.67	0.17
P10	Está dispuesto a pertenecer a una sociedad tecnológica utilizando la tecnología en la clase de Álgebra.	39	18	1	1	3.61	0.62	0.16
P13	Conoce sobre programados de distribución gratuita para utilizar en la clase de Álgebra.	12	28	12	6	2.75	0.89	0.23
P14	Ha escuchado anteriormente sobre el programa <i>WxMaxima</i> .	5	14	10	30	1.90	1.05	0.27
P15	Utilizaría el programa <i>WxMaxima</i> en la clase de Álgebra.	17	34	5	3	3.10	0.76	0.19
P20	Utiliza otro tipo de programado en la clase de Álgebra (Ejemplos: <i>Microsoft Mathematics</i> , <i>GeoGebra</i> , etc.).	31	22	4	1	3.43	0.70	0.18
Total		131	144	35	42	3.03		

Para la variable independiente de esta investigación “visualización” se calcula un promedio de 3.03. Esta variable es utilizada para la comparación con las variables dependientes.

Problema

Esta variable es asociada a la primera sub pregunta de investigación: ¿Existe algún problema con la integración de la tecnología entre los maestros de Álgebra? A la misma se le asocian las preguntas 1 a 5 del cuestionario utilizado en esta investigación.

Gráfica 22
Resultados por ítem variable problema

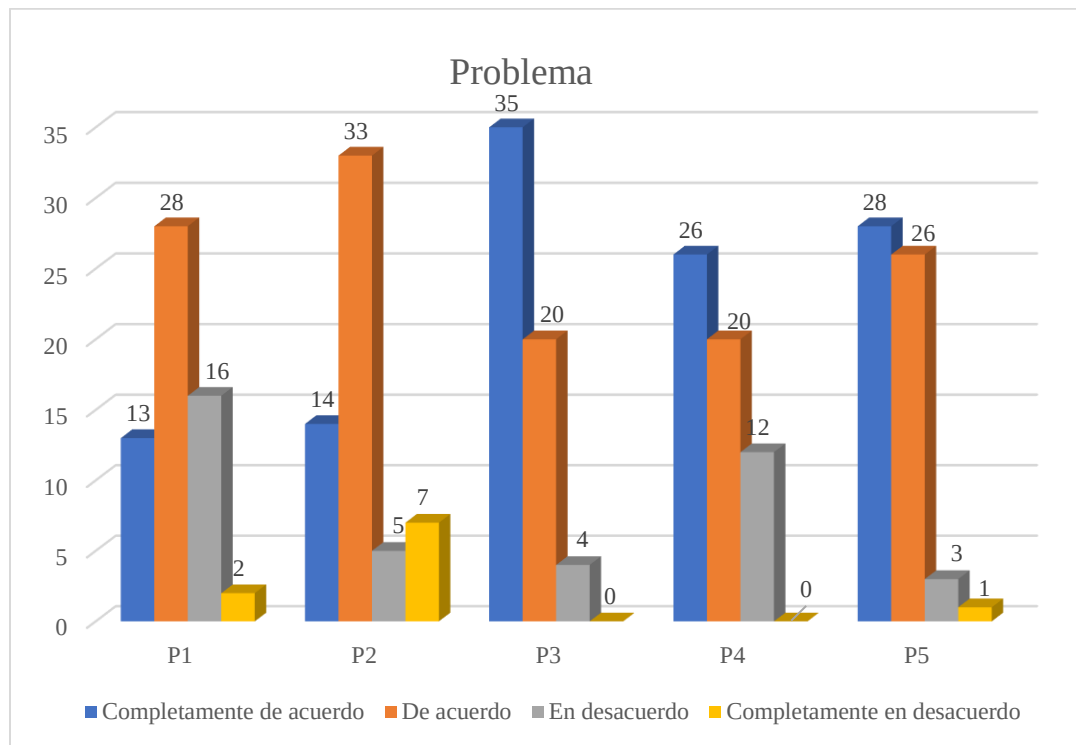


Tabla 27
Resultados ítems asociados con la variable problema

P	Ítem	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo	Promedio	Desviación estándar	Error del promedio
P1	Con el uso de la enseñanza tradicional en la clase de Álgebra, usted logra obtener el aprovechamiento académico esperado de sus estudiantes.	13	28	16	2	2.88	0.79	0.20
P2	Se le dificulta la discusión del tema de funciones cuadráticas en la sala de clase.	14	33	5	7	2.92	0.90	0.23
P3	Ha notado apatía o falta de interés entre los estudiantes en la clase de matemática.	35	20	4	0	3.53	0.63	0.16
P4	Considera la enseñanza tradicional no atractiva para los estudiantes.	26	20	12	0	3.24	0.78	0.20
P5	Entiende que los estudiantes carecen de motivación en la clase de Álgebra.	28	26	3	1	3.40	0.67	0.17
Total		116	127	40	10	3.19		

Tabla 28

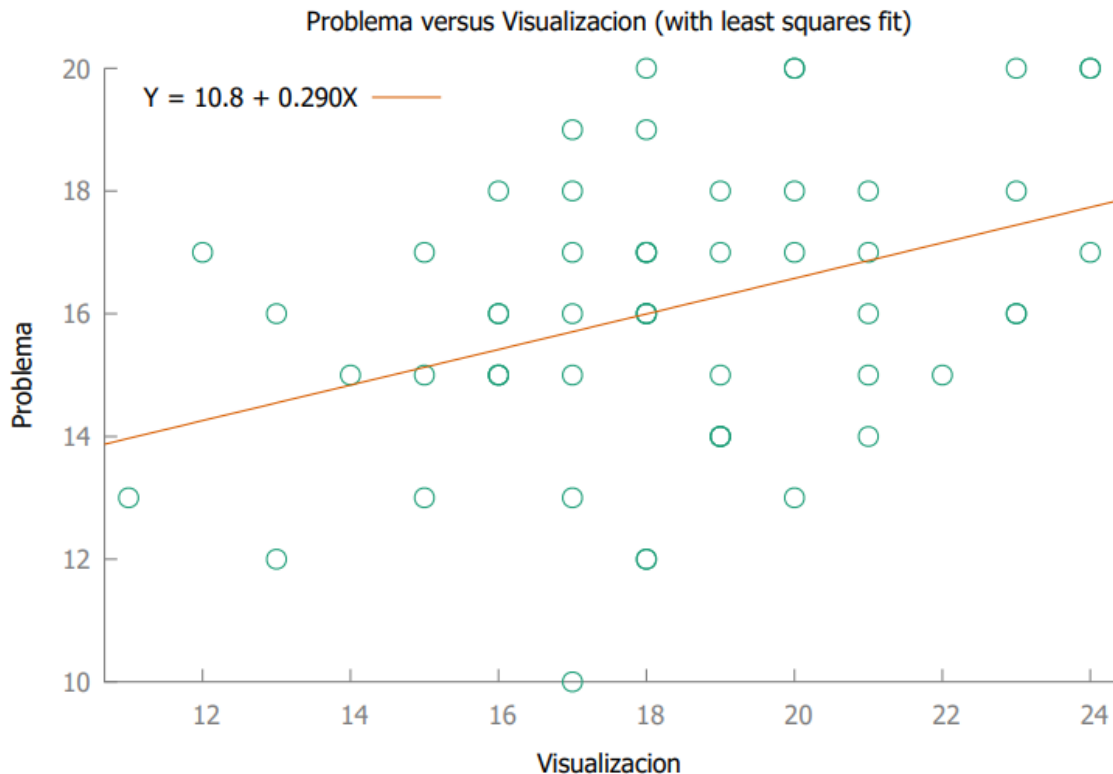
Análisis de datos variables visualización versus problema (Gretl)

Model 5: OLS, using observations 1-59 (n = 55)
Missing or incomplete observations dropped: 4
Dependent variable: Problema

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	10.7792	1.80991	5.956	<0.0001	***
visualizacion	0.289823	0.0974500	2.974	0.0044	***
Mean dependent var	16.09091	S.D. dependent var		2.327554	
Sum squared resid	250.7055	S.E. of regression		2.174924	
R-squared	0.143020	Adjusted R-squared		0.126851	
F(1, 53)	8.845108	P-value(F)		0.004416	
Log-likelihood	-119.7576	Akaike criterion		243.5153	
Schwarz criterion	247.5299	Hannan-Quinn		245.0678	

Gráfica 23

Diagrama de dispersión de variables visualización versus problema (Gretl)



Para la variable dependiente “problema” se calcula una media de 3.19 con un error del promedio de ± 0.03 . La desviación estándar para estos datos es de 0.10. Al analizar estos datos con el programado *Gretl* se obtienen los siguientes resultados. Se obtiene un *P-value* de 0.0044. El diagrama de dispersión muestra una correlación positiva entre las respuestas obtenidas para los ítems de la variable “problema”.

Motivación

Para la variable de investigación “motivación, se asocian los ítems 9 y 17. Responde a la pregunta de investigación ¿Se gana motivación por aprender matemática en los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima*?

Gráfica 24
Resultados por ítem variable motivación

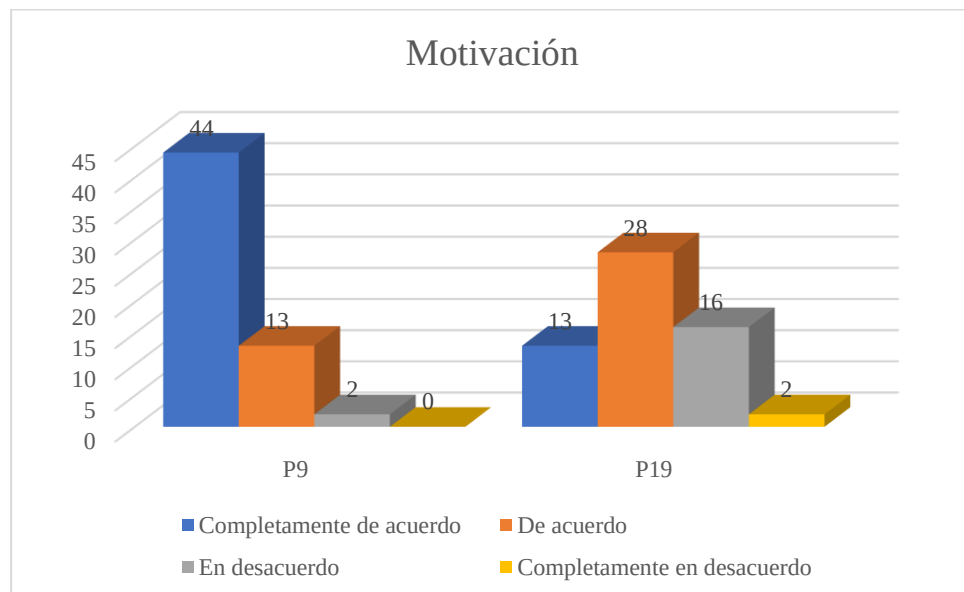


Tabla 29
Resultados ítems asociados con la variable motivación

P	ítem	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo	Promedio	Desviación estándar	Error del promedio
P9	Considera el uso de tecnología como herramienta para atraer la atención de los estudiantes de la clase de Álgebra.	44	13	2	0	3.71	0.53	0.13
P17	Entiende que utilizando el programado <i>WxMaxima</i> podría motivar el aprendizaje entre los estudiantes en la clase de Álgebra.	13	28	16	2	2.88	0.64	0.16
Total		57	41	18	2	3.30		

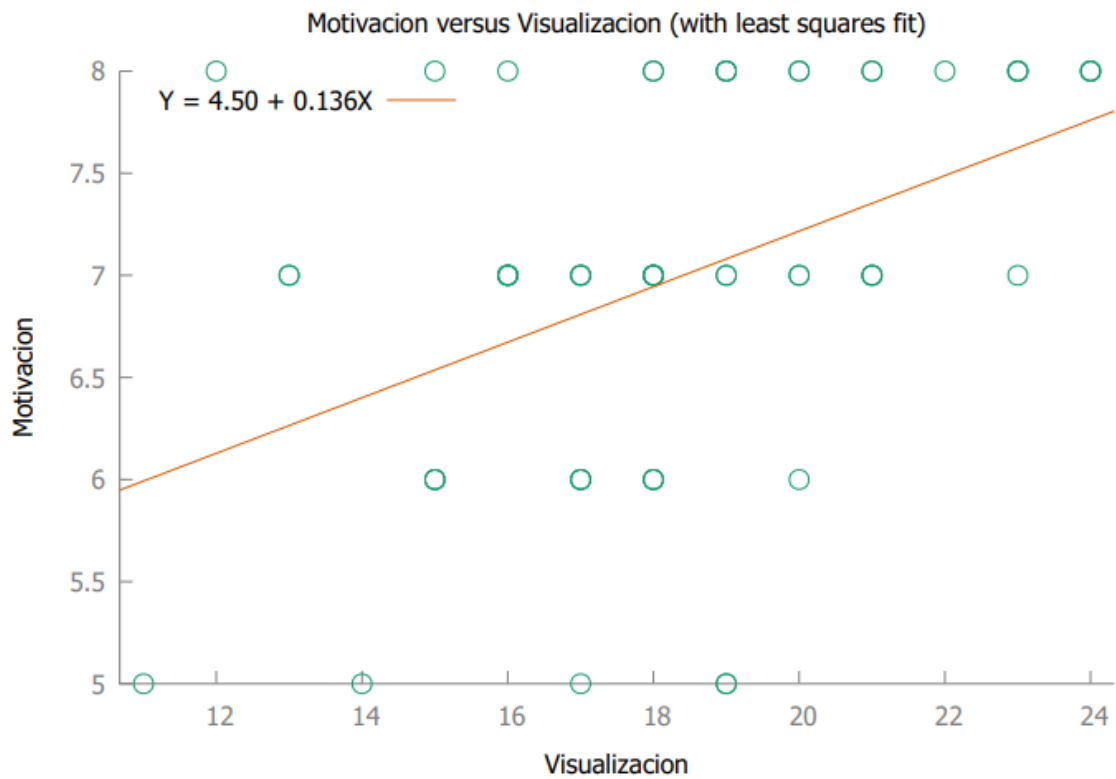
Tabla 30
Análisis de datos variables visualización versus motivación (*Gretl*)

Model 2: OLS, using observations 1-59 (n = 57)
Missing or incomplete observations dropped: 2
Dependent variable: motivacion

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	4.83355	0.746405	6.476	<0.0001	***
visualizacion	0.124268	0.0402949	3.084	0.0032	***
Mean dependent var	7.105263	S.D. dependent var		0.976221	
Sum squared resid	45.50028	S.E. of regression		0.909548	
R-squared	0.147431	Adjusted R-squared		0.131929	
F(1, 55)	9.510888	P-value(F)		0.003192	
Log-likelihood	-74.45751	Akaike criterion		152.9150	
Schwarz criterion	157.0011	Hannan-Quinn		154.5030	

Gráfica 25

Diagrama de dispersión de variables visualización versus motivación (*Gretl*)



Para la variable motivación se calcula un promedio de 3.30 con un error de ± 0.20 .

La desviación estándar de la misma es de aproximadamente 0.78. Estos datos también fueron analizados con el programado *Gretl* encontrando un *P – Value* de 0.0032. El diagrama de dispersión muestra una correlación positiva entre los resultados obtenidos en los ítems asociados a la variable motivación.

Entendimiento

La variable “entendimiento” de este estudio es asociada a las preguntas 8, 11 y 12 del cuestionario. Esta responde a la sub pregunta de investigación ¿se logra entendimiento del Álgebra a través de la visualización con *WxMaxima*?

Gráfica 26
Resultados por ítem variable entendimiento

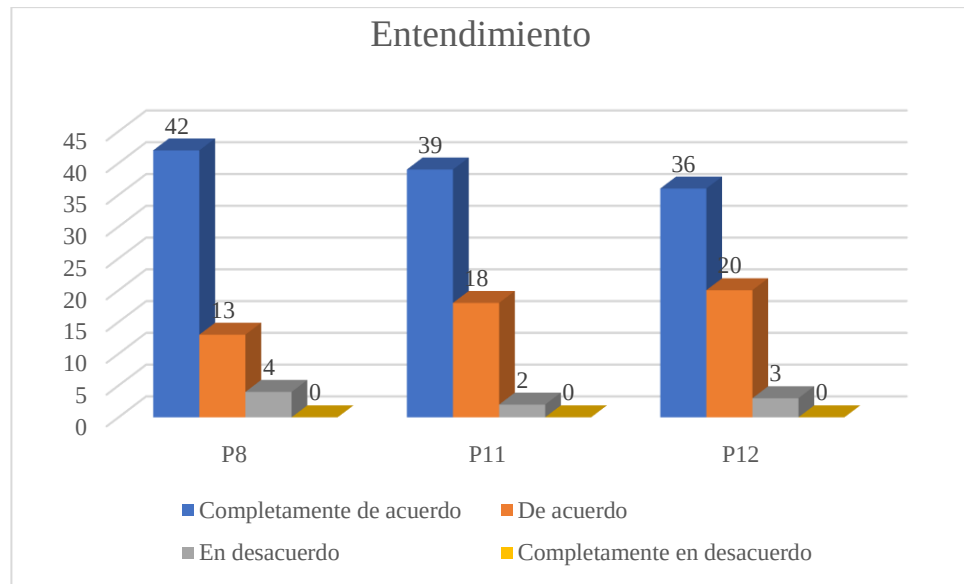


Tabla 31
Resultados ítems asociados con la variable entendimiento

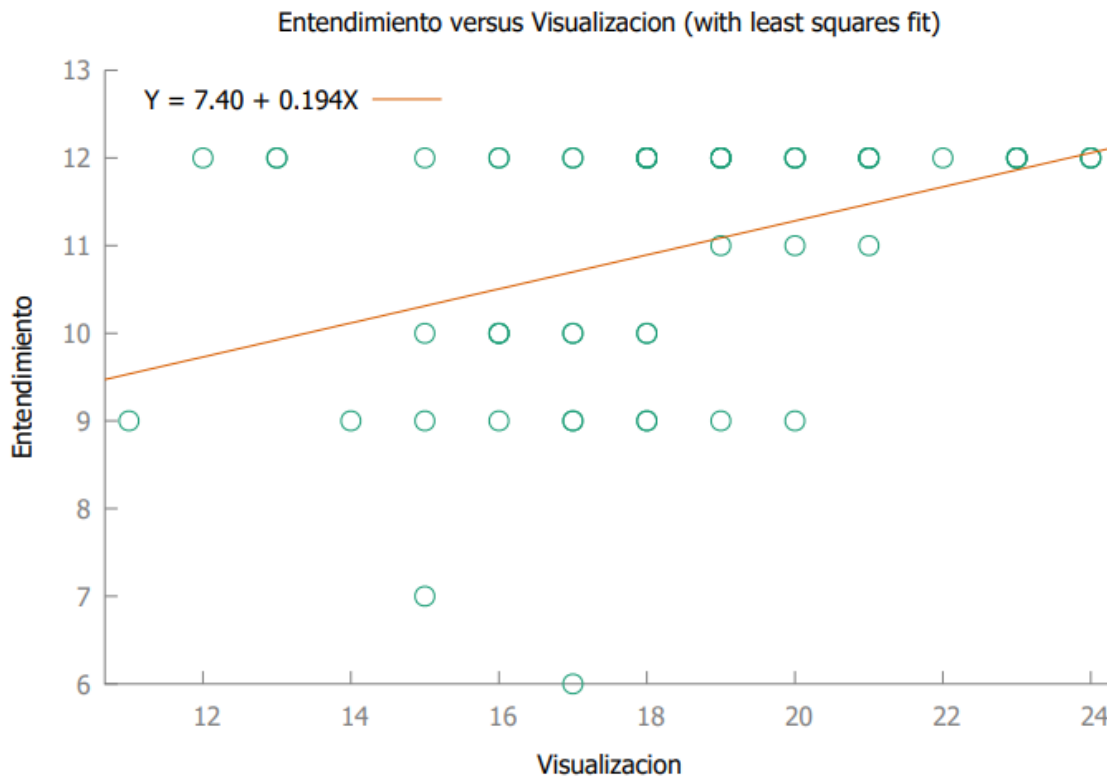
P	ítem	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo	Promedio	Desviación estándar	Error del promedio
P8	Entiende que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes.	42	13	4	0	3.64	0.61	0.16
P11	Entiende que el estudiante puede obtener un nivel de entendimiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra.	39	18	2	0	3.63	0.55	0.14
P12	Entiende que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra.	36	20	3	0	3.56	0.60	0.15
Total		117	51	9	0	3.61		

Tabla 32
Análisis de datos variables visualización versus entendimiento (*Gretl*)

Model 3: OLS, using observations 1-59 (n = 57)					
Missing or incomplete observations dropped: 2					
Dependent variable: Entendimiento					
	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	7.40101	1.12665	6.569	<0.0001	***
visualizacion	0.193995	0.0608224	3.190	0.0024	***
Mean dependent var	10.94737	S.D. dependent var		1.481084	
Sum squared resid	103.6672	S.E. of regression		1.372902	
R-squared	0.156094	Adjusted R-squared		0.140750	
F(1, 55)	10.17310	P-value(F)		0.002354	
Log-likelihood	-97.92634	Akaike criterion		199.8527	
Schwarz criterion	203.9388	Hannan-Quinn		201.4407	

Gráfica 27

Diagrama de dispersión de variables visualización versus entendimiento (*Gretl*)



En los datos analizados a través de *Microsoft Excel* se obtuvo un promedio de 3.61 con un error de ± 0.02 . La desviación estándar es de 0.06. Utilizando *Gretl*, el *P-value* obtenido fue de 0.0024. El diagrama de dispersión muestra la relación entre las respuestas muestra una correlación positiva leve.

Aprovechamiento académico

A la variable de aprovechamiento académico se le asocian los ítems 7, 16, 18 y 19 del cuestionario. Esta variable responde la sub pregunta de investigación ¿Se evidencia

diferencia en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima*?

Gráfica 28

Resultados por ítem variable aprovechamiento académico

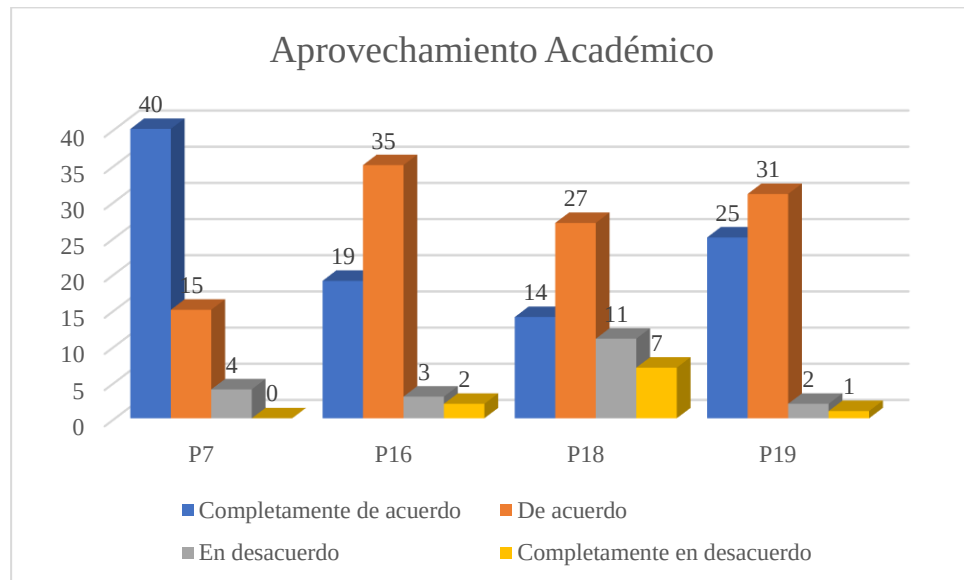


Tabla 33

Resultados ítems asociados con la variable aprovechamiento académico

P	ítem	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo	Promedio	Desviación Estándar	Error del promedio
p7	Entiende que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes.	40	15	4	0	3.61	0.62	0.16
p16	Considera que puede obtener un aumento en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través del uso del programa <i>WxMaxima</i> en la clase de Álgebra.	19	35	3	2	3.20	0.69	0.18
P18	Fomenta el aprendizaje por descubrimiento integrando <i>WxMaxima</i> en la clase de Álgebra.	14	27	11	7	2.81	0.94	0.24
P19	Consideraría utilizar el programado <i>WxMaxima</i> para la solución de problemas en la clase de Álgebra.	25	31	2	1	3.36	0.64	0.16
Total		98	108	20	10	3.25	0.08	0.02

Tabla 34

Análisis de datos variables visualización versus aprovechamiento académico (Gretl)

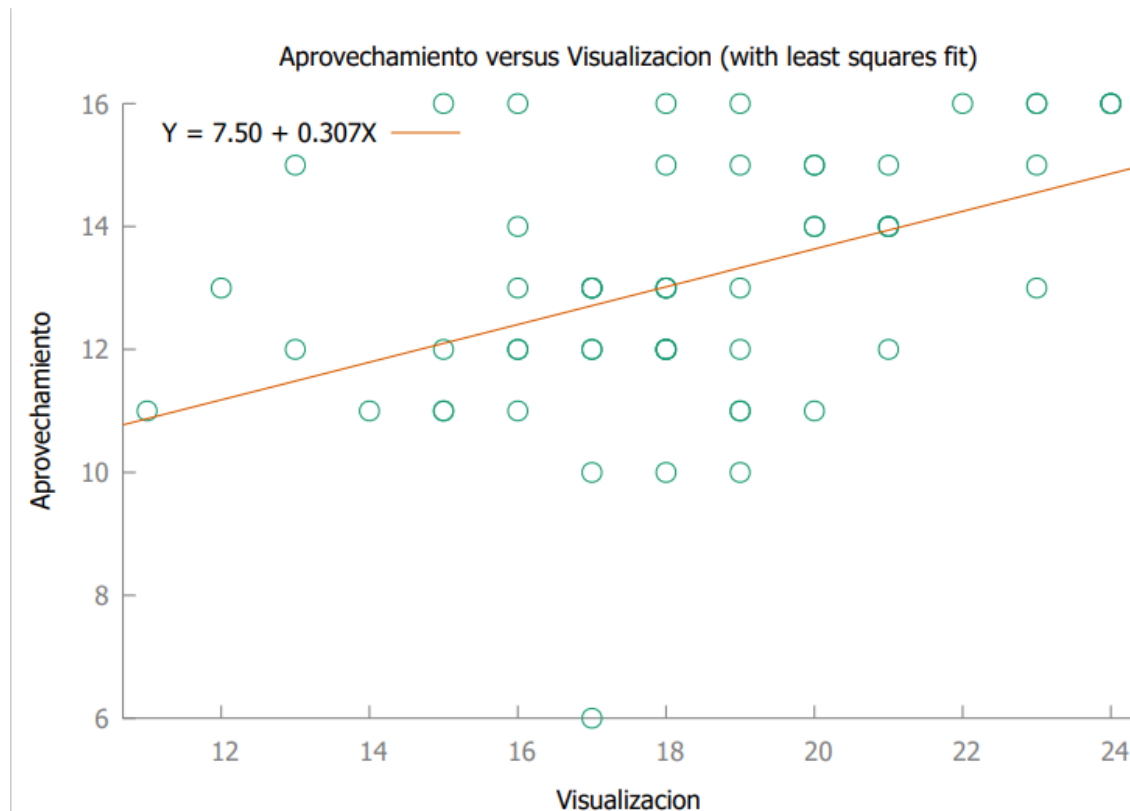
Model 4: OLS, using observations 1-59 (n = 57)

Missing or incomplete observations dropped: 2

Dependent variable: Aprov

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	7.49680	1.54683	4.847	<0.0001	***
visualizacion	0.306797	0.0835060	3.674	0.0005	***
Mean dependent var	13.10526	S.D. dependent var		2.084674	
Sum squared resid	195.4112	S.E. of regression		1.884922	
R-squared	0.197056	Adjusted R-squared		0.182457	
F(1, 55)	13.49793	P-value(F)		0.000542	
Log-likelihood	-115.9931	Akaike criterion		235.9861	
Schwarz criterion	240.0722	Hannan-Quinn		237.5741	

Gráfica #29: Diagrama de dispersión de variables visualización versus aprovechamiento académico (Gretl)



Al analizar los resultados obtenidos en los ítems asociados a la variable de aprovechamiento académico haciendo uso del programado *Microsoft Excel*, se obtuvo un promedio de 3.25 con un error de ± 0.02 . La desviación estándar de los mismos es de 0.08. Los mismos datos fueron analizados utilizando *Gretl*. Se obtuvo un *P-value* de 0.0005 . En el diagrama de dispersión para las respuestas de estos ítems se observa que existe una correlación positiva entre las mismas.

V. Discusión

Una vez realizada la investigación “La visualización con *WxMaxima* en el curso de Álgebra y su efecto en la motivación, entendimiento y aprovechamiento académico del estudiante” se procedió a la discusión de los resultados. Como parte de los antecedentes de esta investigación se mencionó la falta de motivación por aprender matemáticas de los estudiantes, así como un bajo aprovechamiento académico en las pruebas estandarizadas.

A través de esta investigación se buscaba un intento de minimizar esta problemática de falta de motivación y apatía por parte de los estudiantes hacia la clase de matemáticas identificadas en éstos. Se utilizó la posibilidad de integración de la tecnología en la sala de clase haciendo uso del programado de distribución gratuita *WxMaxima* (Sourceforge, 2022). Este programado permite una visualización de los procedimientos en la clase de Álgebra a través de comandos simples o algoritmos para la solución de problemas y fomentar el aprendizaje por descubrimiento.

La pregunta que originó esta investigación lo fue: ¿puede la visualización con *WxMaxima* utilizado en la clase de Álgebra tener algún efecto en la motivación, entendimiento y aprovechamiento académico del estudiante? Para poder responder la misma, se analizan los resultados obtenidos a través del cuestionario previamente validado, usado como instrumento de investigación. Las preguntas o ítems fueron asociados las sub preguntas de investigación.

Cada ítem del cuestionario tenía cuatro opciones a las cuales se le asignaron valores numéricos para realizar el análisis correspondiente a los datos obtenidos: completamente de acuerdo (4), de acuerdo (3), en desacuerdo (2) y completamente en desacuerdo (1). El intervalo de confianza se estableció con un 95%. El mismo fue aplicado a la media calculada. El *P-value* corresponde a una medida estadística utilizada para aceptar o rechazar hipótesis o planteamientos. A menor el valor de este *P-value*, mayor significancia tienen los datos observados. Este valor es fijado a 0.05. Es decir, si este valor es menor que 0.05, los planteamientos se dan por válidos o aceptados.

La primera sub pregunta responder a ¿Existe algún problema con la integración de la tecnología entre los maestros de Álgebra? El objetivo de esta era diferenciar si existe algún problema con la integración de la tecnología entre los maestros en la clase de Álgebra. Para responder la misma, se asocian los ítems 1 al 5 del cuestionario. Esta sub pregunta es asociada a la variable de estudio “problema”.

Ítem o preguntas asociadas a la primera sub pregunta de investigación:

1. Con el uso de la enseñanza tradicional en la clase de Álgebra, usted logra obtener el aprovechamiento académico esperado en sus estudiantes.
2. Se le dificulta la discusión del tema de funciones cuadráticas en la sala de clase.
3. Ha notado apatía o falta de interés entre los estudiantes en la clase de matemática.
4. Considera la enseñanza tradicional no atractiva para los estudiantes.
5. Entiende que los estudiantes carecen de motivación en la clase de Álgebra.

El análisis estadístico realizado para los datos obtenidos para esta pregunta se obtuvo un promedio o media de 3.19 con un error de promedio de ± 0.03 . Esto quiere decir que este promedio fluctuó entre 3.16 a 3.21. Dentro de la escala numérica establecida, este valor corresponde al rango “de acuerdo”. El análisis estadístico realizado comparando la variable independiente “visualización” con la variable de estudio “problema” se obtuvo un *P-value* de 0.0044. Al este valor ser menor de 0.05, se estableció que existe un problema con la integración de la tecnología en la clase de Álgebra por parte de los maestros.

La segunda sub pregunta de investigación respondió a: ¿se gana motivación por aprender matemáticas en los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima*? Dos de los ítems del cuestionario fueron asociados a esta sub pregunta.

Ítems relacionados con la segunda sub pregunta son:

- Considera el uso de la tecnología como herramienta para atraer la atención de los estudiantes de la clase de Álgebra.
- Entiende que utilizando el programado *WxMaxima* podría motivar el aprendizaje entre los estudiantes en la clase de Álgebra.

En el análisis estadístico descriptivo para los resultados de ítems asociados con esta pregunta, el promedio obtenido es de 3.30 con un error de promedio de 0.20. Esto quiere decir que los valores de este promedio varían entre 3.10 y 3.50, lo que está dentro del intervalo de “de acuerdo”. El *P value* calculado para el mismo es de 0.0032. Este valor es mucho menor del valor establecido por lo que se determinó que se gana

motivación por aprender matemáticas en los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima*.

La tercera sub pregunta de investigación correspondió a: ¿se logra entendimiento del Álgebra a través de la visualización con *WxMaxima*? Los ítems 8, 11 y 12 fueron asociados a la misma. Esta sub pregunta fue asociada a la variable de estudio “entendimiento”.

Ítems asociados a la tercera sub pregunta de investigación:

- Entiende que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes.
- Entiende que el estudiante puede obtener un nivel de entendimiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra.
- Entiende que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de Álgebra.

Los resultados obtenidos fueron analizados y se calculó un promedio para los datos de 3.61 con una desviación estándar de 0.06. El error del promedio se calculó en 0.02, lo que quiere decir que el promedio puede fluctuar entre 3.59 y 3.63. Este valor se encuentra en el intervalo de “completamente de acuerdo”. Al analizar los datos con el programado *Gretl* se obtuvo un *P value* de 0.0024. Este valor es significativamente mucho menor del valor fijado. Se determinó que se logra entendimiento del Álgebra a través de la visualización con *WxMaxima*.

La cuarta sub pregunta de investigación respondió a si ¿se evidencia diferencia en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través de la visualización con

WxMaxima? A esta sub pregunta le fueron asociados los ítems 7, 16, 18 y 19 del cuestionario. Esta sub pregunta fue asociada a la variable “aprovechamiento académico”.

Ítems asociados a la cuarta sub pregunta:

- Entiende que la integración de la tecnología en la clase de Álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes.
- Considera que puede obtener un aumento en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través del uso del programa *WxMaxima* en la clase de Álgebra.
- Fomenta el aprendizaje por descubrimiento integrando *WxMaxima* en la clase de Álgebra.
- Consideraría utilizar el programado *WxMaxima* para la solución de problemas en la clase de Álgebra.

A través del análisis estadístico descriptivo, se obtuvo un promedio de 3.25 con desviación estándar de 0.08. El error promedio fue de 0.02 lo que representó que este promedio fluctúa entre 3.23 y 3.27. Estos datos están dentro del intervalo de “de acuerdo”. Por otro lado, al realizar el análisis estadístico con el programa *Gretl* se obtuvo un *P value* de 0.0005 . En base a esos resultados, se precisó que se evidencia diferencia en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través de la visualización con *WxMaxima*.

Una vez completado el análisis de datos obtenidos en el cuestionario por sub preguntas de investigación se estableció que la visualización con *WxMaxima* usado en el

curso de Álgebra puede tener efecto en la motivación, entendimiento y aprovechamiento académico del estudiante.

Lee (2013) en su investigación *Teaching Algebra through functional programming: An analysis of the Bootstrap Curriculum* trabajó en una enseñanza de las matemáticas basadas en la programación de computadoras en estudiantes de sexto a duodécimo grado. Como parte de sus hallazgos, evidenció que el aprendizaje de las matemáticas con actividades divertidas y auténticas eran esenciales para la construcción de su propio conocimiento. Este tipo de actividades fomenta la motivación por aprender matemáticas. Estos hallazgos son similares a los encontrados en esta investigación.

Por otro lado, Mohd (2014) realizó un estudio en Malasia sobre el uso de *WxMaxima* en la clase de cálculo. Utilizó instrumentos de evaluación tales como pre y post pruebas, además del desarrollo de proyectos y talleres como tratamiento para la investigación. En sus hallazgos se consta que el uso de *WxMaxima* en la sala de clase ayudó a los estudiantes a mejorar las puntuaciones en las pruebas. También señaló que la integración de la tecnología motiva a los estudiantes a una participación activa en su aprendizaje. El mismo concluyó que la integración de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas debe ser incorporado en Malasia. También que se debe dar un uso más apropiado de las herramientas tecnológicas y programados de distribución gratuita (Mohd, 2014).

En otro estudio realizado por Mercado (2009) titulado *El efecto del uso de la calculadora gráfica en el aprovechamiento académico*”, a pesar de concluir que no hubo una relación significativa en el aprovechamiento académico y el uso de la calculadora gráfica sí tuvo aportaciones. Como parte de estas, la tecnología permite involucrarse de

manera activa en la clase. También permite la búsqueda de información. El uso de la tecnología en la clase debe ser de forma apropiada y pertinente. La tecnología permite la interacción entre estudiantes. Se comparte información, experiencias, experimentos y simulaciones.

En la investigación realizada por Mohd (2014) los hallazgos son similares a los encontrados durante ésta. El aprendizaje de las matemáticas integrando la tecnología fomentó el aprendizaje auténtico, el uso de programados de distribución gratuita son una buena herramienta tecnológica para aumentar la motivación en los estudiantes. Se evidenció que el uso de *WxMaxima* en la sala de clase ayuda a aumentar el aprovechamiento académico en los estudiantes.

Como parte de las limitaciones encontradas en esta investigación es el desconocimiento de herramientas tecnológicas para la sala de clase. Existen un sinnúmero de herramientas de distribución gratuitas que pueden ser utilizadas en las salas de clase, no únicamente en la de matemáticas. Entre los hallazgos de esta investigación se encontró que la mayoría de los maestros está de acuerdo con integrar este tipo de tecnología en sus salas de clases.

Una vez completadas las preguntas de investigación, se recomienda el capacitar sobre la importancia de la integración de la tecnología en la clase de matemáticas a por lo menos a un 70% de los maestros. Ofrecer talleres innovadores que permitan tanto ampliar su conocimiento como también desarrollo de destrezas previas. Motivar al maestro inicialmente para que éste pueda motivar al estudiante a aprender matemáticas. Promover una transición adecuada a una sociedad tecnológica.

La educación tradicional debería ser modificada por una activa. Cambiar la cultura de ejercicios repetitivos por un currículo moderno, que sea tecnológico e innovador. Se debe fomentar el aprendizaje por descubrimiento, la pertinencia del conocimiento enseñado, la aplicación de estos conocimientos al diario vivir. Se recomienda, además, a promover una clase de matemática divertida, fomentar el aprender de sus errores, el entender que por qué un problema no tenga solución no significa que esté incorrecto. A través de la integración de la tecnología se promueve el aprendizaje espontáneo, ver a través de las simulaciones situaciones que, con solo descripción verbal, la cual tiende a ser difícil de entender. También se recomienda el uso de conocimientos previos para la solución de problemas. Según Urbina (1999), el aprendizaje por descubrimiento favorece el desarrollo mental del estudiante, posibilitan nuevas experiencias y currículo en espiral. Por otra parte, Bruner, citado por Ibanco (s.f.) el aprendizaje estimula la autoestima y seguridad en el estudiante. Aquellos estudiantes que poseen la capacidad para descubrir conocimientos cuentan con la capacidad de reconocer problemas, desarrollar procesos para resolverlos, uso de lógica y desarrollo de creatividad (Ibanco, s.f.).

No necesariamente la integración de la tecnología en la clase de matemáticas es funcional utilizando *WxMaxima*. Existen muchos programados, aplicaciones e incluso herramientas provistas tanto a maestros como a estudiantes por el Departamento de Educación de Puerto Rico que son de utilidad en la sala de clase. Estas herramientas no solamente pueden ser utilizadas en la clase de matemáticas sino en todas las materias. El adiestramiento continuo de los maestros es sumamente importante para poder mantener una educación tecnológica efectiva.

Referencias

- Alcorn, P. A. (2003). *Social Issues in Technology a Format for Investigation*. New Jersey, EU: Prentice Hall.
- Argelia. (2011). *Psicología del Aprendizaje*. Recuperado de Aprendizaje por descubrimiento (Bruner): http://sociologia-argelia.blogspot.com/p/aprendizaje-por-descubrimiento-bruner_18.html
- Ávila, C. (2014). *Formulario para valorar la motivación en el alumno/a de 8 a 12 años*. Recuperado de Academia.edu: https://www.academia.edu/26779254/Instrumento_para_medir_motivaci%C3%B3n
- Blanco, L. J. (2010). *La investigación en Educación Matemática*. España: Universidad de Extremadura.
- Campos, Y. (2003). *Estrategias didácticas apoyadas en tecnología*. Somece.
- Carrasco, M., y María, P. (2016). Skinner, contrubuciones del conductismo a la educación. *Padres y Maestros*, 77-80.
- Carrillo de Albornoz Torres, A. (s.f.). *Recursos para el aula de matemáticas: Geogebra*. Agustín Carrillo de Albornoz Torres.
- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza del aprendizaje de la matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 171-194.
- Computer Based Math. (17 de mayo de 2018). *computerbasedmath.org*. Recuperado de Let's Fix Maths Education: <http://computerbasedmath.org/>
- D.Godino, J. (s.f.). *Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*. España: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- Departamento de Educación de Puerto Rico. (2016). *Carta Circular 15-2016-2017*. San Juan, PR: Departamento de Educación de Puerto Rico.
- Departamento de Educación de Puerto Rico. (2018). *Medición y Evaluación para la transformación académica de Puerto Rico: Resultados META - PR 2017-2018*. San Juan, PR: Departamento de Educación de Puerto Rico.
- Departamento de Educación de Puerto Rico. (2022). *DE Perfil Escolar*. Obtenido de Perfil del Departamento de Educación: <https://perfilescolar.dde.pr/>

- Departamento de Educación de Puerto Rico. (1 de febrero de 2022). *Perfil del Estudiante*.
Obtenido de Power BI Perfil del Estudiante:
<https://app.powerbi.com/groups/me/apps/>
- Departamento de Educación de Puerto Rico. (s.f.). *Estándares de Contenido y Expectativas de Grado de Puerto Rico*. San Juan, PR: Departamento de Educación.
- Dikovic, L. (2009). Applications GeoGebra into Teaching Some Topics of Mathematics at the College Level. *ComSis* (págs. 191-203). Serbia: Business Technical College. Recuperado de ComSIS: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1820-0214/2009/1820-02140902191D.pdf>
- Disdier, O y Cruz, L. (2019). *Anuario estadístico del Sistema Educativo Año Escolar 2015 - 2016*. San Juan, PR: Instituto de Estadísticas de Puerto Rico.
- Disdier, Orville; Jara, Ana. (2017). *Anuario estadístico del Sistema Educativo Año escolar 2014-2015*. Recuperado de Instituto de Estadísticas de Puerto Rico: https://estadisticas.pr/files/Publicaciones/Anuario_Estadistico_Educativo_2014-2015.pdf
- Dusan Mundar, D. H.; (2011). Use of technology for enchacement of teaching mathematics: perspective, problems, and criteria and selection method. *The 3nd International Scientific Colloquium Mathematics and Childen* (págs. 120-127). Osijek: Uciteljski Fakultet.
- EcuRed. (16 de agosto de 2018). *Conocimiento con todos y para todos*. Recuperado de Programación de computadoras:
https://www.ecured.cu/Programaci%C3%B3n_de_computadoras
- Fakhreddine, B. (S.F.). *Computer Algebra System A symboluc Approach using Maxima*. Recuperado de http://cedric.cnam.fr/fichiers/art_3390.pdf
- Fedriani, Eugenio M.; Moyano, Rafael. (23 de abril de 2010). *Using MAXIMA in the Mathematics Classroom*. Recuperado de Research gate:
<https://www.researchgate.net/publication/265102308>
- G. Sunkel; Trucco, D; Espejo A. (2014). *La integración de las tecnologías digitales en las escuelas de América Latina y el Caribe: Una mirada multidimensional*. Santiago de Chile: CEPAL - Naciones Unidas.
- Godino, J. D. (s.f.). *Actividades de iniciación a la investigación en Educación Matemática*. España: Universidad de Granada.
- Godino, J. D. (s.f.). *Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*. España: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.

- Gomes, R. (2010). Enhancing Science and Mathematics Education with Computational Modelling. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 2-15.
- Gómez, I. M. (2010). *Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología*. España: Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid.
- Gómez, P. (2005). Complejidad de las Matemáticas Escolares y Diseño de Actividades de Enseñanza y Aprendizaje con Tecnología. *Revista EMA*, 353-373.
- Hart, L. (1989). Affect and Mathematical Problem Solving. *Describing Affective Domain: Saying What We Mean*, 37-45.
- Hernández, Fernández, Baptista. (2006). *Metodología de la investigación*. México, DF: McGraw Hill.
- Hitt, F. (1998). Visualización matemática, representaciones, nuevas tecnologías y curriculum. *Revista Educación Matemática*, 23-45.
- Holliday, Lauchin, Cuevas, Carter, Marks, Day, Casey, Hayek. (2008). *Algebra 2*. New York: Mc Graw Hill.
- Ibanco Saborido, C. (s.f.). *Psicología Educativa*. Recuperado de El Aprendizaje por Descubrimiento de Burner: <https://www.lifeder.com/aprendizaje-por-descubrimiento/>
- Ivanovna M. Cruz; Angel Puentes. (2012). Innovación Educativa: Uso de las TIC en la enseñanza de la Matemática Básica. *edimetic Revista de Educación Mediática y TIC*, 127-144.
- Jelena Garllowic, I. K.; (2011). Use of Non-Commercial Software in Mathematics. *Science And Higher Education in Function of Sustainable Development* (págs. 36-42). Serbia: SED 2011.
- Junta de Revisión Institucional. (2020). *Medidas provisionales ante la pandemia COVID-19*. PR: Universidad Interamericana de PR.
- Kelman, P. (1983). *Computers in Teaching Mathematics*. Addison -Wealey Publishing Company, Inc.
- Lee, R. (16 de marzo de 2013). *Teaching Algebra through Functional Programming: An Analysis of the Bootstrap Curriculum*. Recuperado de BYU ScholarsArchive: <http://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4518&context=etd>
- Macías, D. (2007). Las nuevas tecnologías y el aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Matemáticos*. (17 de agosto de 2018). Recuperado de Función cuadrática: <https://matecuaticos.files.wordpress.com/2014/08/clase-05-mayo-3c2ba-bic3b3logo-2015.pdf>

- Math Aids. (18 de noviembre de 2018). Math-aids.com. Obtenido de Math-aids.com|Quadratics functions: http://www.math-aids.com/Algebra/Algebra_2/Quadratic_Functions/
- Mohd, Ahmad; Tarmizi, Rohani ; Abu Bakar, Kamariah; Su Luan, Wong. (2012). WxMaxima Computer Software as an Aid to Study of Calculus by Students with Different Learning Approaches4. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 467-473.
- Mohd, Ahmad; Tarmizi, Rohani ; Abu Bakar, Kamariah; Su Luan, Wong. (2014). Adoption of Wxmaxima Software in the Classroom: Effect on Students' Motivation and Learning of Mathematics. *Malaysian Journal of Mathematical Science*, 311-323.
- Morris, R. (3 de octubre de 2015). *Using the Wolfram Language in the Classroom: Math*. Recuperado de Wolfram Blog: <http://blog.wolfram.com/2015/10/05/using-the-wolfram-language-in-the-classroom-math/>
- Organización de Estados Iberoamericanos. (1 de agosto de 2009). Un innovador que creyó en el potencial de los Computadores para la Educación. *Revista Enlaces*. Recuperado de <https://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article5314>
- Pabón, J. A. (2014). Las TICs y la lúdica como herramientas facilitadoras en el aprendizaje de la matemática. *Eco Mat*, 37-48.
- RAE. (20 de mayo de 2018). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado de Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=ZJ2KRZZ>
- Resultado del Informe PISA (por países y por comunidades)*. (2016). Obtenido de Periódico Sociedad de Educación: <https://www.elperiodico.com/es/graficos/educacion/resultados-informe-pisa-2016-17670/>
- Rojano, T. (2015). Incorporación de Entornos Tecnológicos de Aprendizaje a la Cultura Escolar: Proyecto de Innovación Educativa en Matemáticas y Ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación número 033*, 135-165.
- Rosal, A. Z. (2013). *Innovations in Teaching Mathematics Trough Use of Computer Algebra System*. Philippines: Polytechnic University of the Philippines.
- Smith, L. M. (1999). B. F. Skinner (1904 - 1990). *Perspectivas: revista trimestral de educación comparada*, 529-542.
- Sourceforge (4 de abril de 2022). *Maxima*. Obtenido de Maxima a Computer Algebra System: <https://maxima.sourceforge.io/>
- Stager, G. S. (2016). Seymour Papert (1928 - 2016). *Nature International Journal of Science*, 308.

- Tilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Uchida, D., Centron, M., & McKenzie, F. (2003). *Preparing Students for the 21st Century*. Maryland: Scarecrow Education.
- Urbina Ramírez, S. (1999). Informática y Teorías del Aprendizaje. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 87-100.
- Vahey, P. J. (1998). *Promotinn Students Understanding of Elemetary Probability Using Technology Mediated Inquiry Envieronment*.
- Viu Universidad. (21 de marzo de 2018). *Vio Universidad*. Obtenido de Aprendizaje por descubrimiento de Bruner: <https://www.universidadviu.com/el-aprendizaje-por-descubrimiento-de-bruner/>
- Wick, D. D. (S.F.). Free and Open Source Software Applications in Mathematics and Education. *Department of Mathematics and Computer Science*, 300-304.
- Wolfram . (2018). *Classroom Instruction: Teaching and Learning with Mathematica*. Recuperado de Wolfram Training: <https://www.wolfram.com/training/courses/edu001.html>
- Wolfram. (17 de agosto de 2018). *Wolfram Computarion Meets Knowledge*. Obtenido de Wolfram Mathematics: <https://www.wolfram.com/mathematica/>
- Wolfram Alpha. (2018). *Using Wolfram Alpha in the Classroom*. Recuperado de For Educators: <http://www.wolframalpha.com/educators/>
- WxMaxima. (13 de enero de 2020). Obtenido de wxMaxima Download: <https://wxmaxima-developers.github.io/wxmaxima/>
- Zoltán, K. (S.F.). *Introducing Computer Technology to Mathematics Teacher Training*. Recuperado de College of Nyíregyháza: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1820-0214/2009/1820-02140902191D.pdf>

Apéndices

Apéndice A
Carta de aprobación IRB



DATE: October 26, 2021

TO: Rosa E Padilla, EdD
FROM: IAUPR Institutional Review Board

PROJECT TITLE: [1716182-1] La visualización con WxMaxima en el Curso de Álgebra y su efecto en la Motivación, Entendimiento y Aprovechamiento Académico del Estudiante

REFERENCE #: SG PHD ED
SUBMISSION TYPE: New Project

ACTION: APPROVED
APPROVAL DATE: October 26, 2021
EXPIRATION DATE: October 26, 2022
REVIEW TYPE: Full Committee Review

REVIEW CATEGORY: Expedited review category # n/a

This letter is to inform you that the IAUPR Institutional Review Board has **APPROVED** your submission. This approval is based on an appropriate risk/benefit ratio and a project design wherein the risks have been minimized. All research must be conducted in accordance with this approved submission.

This submission has received Full Committee Review based on the applicable federal regulation.

The following conditions must be taken into account:

1. Remember that informed consent is a process beginning with a description of the project and insurance of participant understanding followed by a signed consent form. Informed consent must continue throughout the project via a dialogue between the researcher and research participant. **Federal regulations require that each participant receives a copy of the consent document.**
2. Please note that any revisions to previously approved materials must be approved by the IAUPR IRB prior to initiation and human subject's inclusion. Please use the appropriate revision forms for this procedure.*
3. All UNANTICIPATED PROBLEMS involving risks to subjects or SERIOUS and UNEXPECTED adverse events must be reported promptly to this office. Please use the appropriate reporting forms for this procedure. If applicable, all FDA as well as, sponsor reporting requirements should also be followed.
4. All NON-COMPLIANCE issues or COMPLAINTS regarding this project must be reported promptly to this office.*
5. The researcher must submit a report of findings within 30 days after the expiration day of the IRB approval if no continuing review is been requested to further continue the protocol.*



6. This project has been determined to be a MINIMAL RISK project. Based on the risks, this project requires continuing review by this committee on an annual basis. Please use the appropriate forms for this procedure. Your documentation for continuing review must be received with sufficient time for review and continued approval before the expiration date of October 26, 2022.

7. Please note that all research records must be retained for a minimum of three years after the completion of the project.*

If you have any questions, please contact the IAUPR Institutional Review Board at 787-766-1912 exts. 2432 or jri@inter.edu. Please include your project title and reference number in all correspondence with this committee.

Important notices (Spanish):

Revisiones o modificaciones a todo documento o material previamente autorizado por la JRI deberá ser sometido a la Junta para revisión y autorización previo a incluir sujetos humanos o aplicar los procesos a los sujetos humanos.

Cualquier evento adverso o problemas no anticipados deberán ser reportados a la JRI con prontitud.

Será responsabilidad del investigador someter un reporte final de hallazgos dentro de 30 días luego de la fecha de expiración de la autorización del protocolo si no se ha solicitado una revisión de continuación del protocolo a la JRI.

Deberá mantener en archivo todos los documentos relacionados por un periodo de tres años luego de la fecha de expiración del protocolo.

This letter has been electronically signed in accordance with all applicable regulations, and a copy is retained within Inter American University of Puerto Rico's Institutional Review Board records.



Apéndice B
Documento de consentimiento/asentimiento para participantes



UNIVERSIDAD INTERAMERICANA DE PUERTO RICO
Recinto de San Germán
Programa Doctoral en Educación Matemática

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO/ASENTIMIENTO PARA PARTICIPANTES

Título de la Investigación:

“La visualización con WxMaxima en el curso de álgebra y su efecto en la motivación, entendimiento y aprovechamiento académico del estudiante”

Nombre del Investigador:

Rosa E. Padilla Torres

I. Propósito de la Investigación

Esta propuesta de investigación tiene como propósito encontrar herramientas tecnológicas que sean de ayuda para aumentar la motivación en el estudiante para con la clase de matemáticas, así como también el aprovechamiento académico, desde el punto de vista del maestro. Se busca poder identificar herramientas y recursos tecnológicos en la sala de clase con los cuales pueda lograrse un aumento en el entendimiento del tema de funciones cuadráticas en un curso de Álgebra. Para fines de este estudio, se trabajará con el programado de distribución gratuita *WxMaxima*.

II. Procedimientos

Los maestros participantes completarán un cuestionario anónimo para recoger el sentir de estos sobre la integración de la tecnología en la sala de clases. Los maestros tendrán acceso al cuestionario y documentos relacionados a través de un enlace compartido en páginas web educativas en busca de identificar motivación para aprender matemáticas en los estudiantes desde el punto de vista del maestro. El formulario no registrará información personal del maestro.

III. Riesgos

Esta investigación presenta un mínimo de riesgo correspondiente al uso de cuestionarios en línea para los maestros participantes.

IV. Beneficios

Como parte de los beneficios de participar en esta investigación se encuentran el conocer herramientas tecnológicas adicionales para la visualización de los temas de su clase de matemáticas, así como también corrección de sus tareas y desarrollo de destrezas de programación de algoritmos para la solución de problemas específicos. Esto será de gran ayuda para lograr un mejor entendimiento y ejecución en temas futuros de sus clases.

V. Cláusula de Confidencialidad

La información obtenida, así como los resultados obtenidos de los cuestionarios serán mantenidas bajo estricta confidencialidad y la participación será de forma anónima. Todo dato e información recopilada será almacenada de forma segura por un periodo de tres años posteriores a la fecha de finalizada la misma.

VI. Compensación

Los participantes de esta investigación no recibirán compensación alguna. La misma es una de forma simple y voluntaria.

VII. Voluntariedad

Los maestros tienen la oportunidad de participar de forma voluntaria. Pueden desistir de participar de esta investigación en cualquier momento, sin penalidad alguna.

VIII. Responsabilidades del participante

Acepto participar voluntariamente en esta investigación. Entiendo que mis responsabilidades como participante es completar el cuestionario provisto. El maestro participante debe tener acceso y conocimiento básico en tecnología.

IX. Aceptación del Participante

Certifico que he leído este documento en el que se me explican los procedimientos y las condiciones para participar en esta investigación. Acepto participar voluntariamente en la misma.

***La aceptación de participación en el formulario en línea, y la colocación de la fecha al completar el cuestionario corresponden a una firma electrónica de este documento.

De tener alguna duda o pregunta en relación con esta investigación o sus derechos como participante puede comunicarse con:

IAUPR Institutional Review Board
PO BOX 363255 SAN JUAN PR 00936-3255
787-766-1912 ext. 2213

De surgir alguna otra duda o pregunta puede comunicase con el investigador en:

<u>Prof. Rosa E. Padilla Torres</u> Investigador	<u>787-240-3308</u> Teléfono	<u>rpad2926@intersg.edu</u> Correo electrónico
<u>Dr. Álvaro Lecompte Montes</u> Director de Tesis	<u>787-448-0642</u> Teléfono	<u>alecompte@intersg.edu</u> Correo electrónico

[NOTE: A copy of the signed consent document must be provided to the subject He/She requires it.]

Apéndice C
Formato de carta de colaboración



Universidad Interamericana de Puerto Rico
Recinto de San Germán
Programa Doctoral en Educación

29 de enero de 2021

Prof. Yamilette Lugo
Facilitadora Docente de Matemáticas

Reciba un cordial saludo. Mi nombre es Rosa E. Padilla Torres y soy estudiante doctoral en Educación Matemática de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán. Como parte de los requisitos para obtener el grado de Doctor en Educación Matemática se requiere que complete una disertación doctoral. Solicito de su colaboración y apoyo para poder completar la misma. El Comité de Disertación cuenta con el Dr. Álvaro Lecompte Montes como presidente.

Por este medio, solicito su ayuda para publicar un anuncio en las redes sociales, páginas oficiales o cualquier otro medio que esté a su alcance de su organización para invitar a maestros de matemáticas a participar de la investigación sobre los *“La visualización con WxMaxima en el curso de Álgebra y su efecto en la motivación, entendimiento y aprovechamiento académico del estudiante”*. La investigación corresponde a puntos de vista y preferencias personales del maestro de matemáticas y no involucra su lugar de trabajo. Los resultados cuantitativos de esta investigación serán publicados y compartidos entre aquellos maestros que así lo interesen.

Este anuncio incluirá un vínculo o enlace al formulario digital. El maestro que así lo interese, accede a este enlace y completa el formulario. Todos los documentos e información necesarias se encuentran en este enlace. La información recopilada en estos cuestionarios es estrictamente con fines educativos y completamente anónima. Solamente el estudiante investigador tiene acceso a la información suministrada.

De necesitar información adicional, puede comunicarse con una servidora mediante correo electrónico rpadd2916@intersg.edu o través de llamada telefónica al 787-240-3308. Agradeceré complete el formulario añadido en respuesta a la invitación a colaborar con esta investigación.

Agradezco su atención, cooperación y pronta respuesta sobre a solicitud.

Cordialmente,



Rosa E. Padilla Torres
Montes
Estudiante Doctoral
Disertación



Dr. Álvaro Lecompte

Presidente Comité de

Apéndice D
Formato acuerdo de colaboración



Universidad Interamericana de Puerto Rico
Recinto de San Germán
Programa Doctoral en Educación

ACUERDO DE COLABORACIÓN

Por la presente yo, Click or tap here to enter text., en calidad de Click or tap here to enter text. de (escuela u organización) Click or tap here to enter text.

☐ Certifico que estamos dispuestos a colaborar con la publicación de la promoción solicitada en las redes sociales, páginas oficiales o cualquier otro medio que esté a su alcance en nuestra organización sobre la investigación sobre los “*La visualización con WxMaxima en el curso de Álgebra y su efecto en la motivación, entendimiento y aprovechamiento académico del estudiante*”, que realizará Rosa E. Padilla Torres como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma: _____

Fecha: Click or tap to enter a date.

Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a la misma de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación e información que se solicite y provea a través de ésta.



Universidad Interamericana de Puerto Rico
Recinto de San Germán
Programa Doctoral en Educación

ACUERDO DE COLABORACIÓN

Por la presente yo, Yamilet Lugo Ortiz, en calidad de Administradora de “Matemáticas Región Mayagüez”:

☒ Certifico que estamos dispuestos a colaborar con la publicación de la promoción solicitada en las redes sociales, páginas oficiales o cualquier otro medio que esté a su alcance en nuestra organización sobre la investigación sobre los “*La visualización con WxMaxima en el curso de Álgebra y su efecto en la motivación, entendimiento y aprovechamiento académico del estudiante*”, que realizará Rosa E. Padilla Torres como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma:

Fecha: 12 de febrero de 2021

Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a la misma de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación e información que se solicite y provea a través de ésta.

Apéndice F
Acuerdo de colaboración 2



Universidad Interamericana de Puerto Rico
Recinto de San Germán
Programa Doctoral en Educación

ACUERDO DE COLABORACIÓN

Por la presente yo, Dr. Héctor J. Corraliza, en calidad de Administrador de (escuela u organización) Grupo Maestro de Matemáticas de Puerto Rico.

☐ Certifico que estamos dispuestos a colaborar con la publicación de la promoción solicitada en las redes sociales, páginas oficiales o cualquier otro medio que esté a su alcance en nuestra organización sobre la investigación sobre los “*La visualización con WxMaxima en el curso de Álgebra y su efecto en la motivación, entendimiento y aprovechamiento académico del estudiante*”, que realizará Rosa E. Padilla Torres como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma: 

Fecha: 7 de marzo del 2021
[Click or tap to enter a date.](#)

Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a la misma de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación e información que se solicite y provea a través de ésta.

Apéndice G
Acuerdo de colaboración 3



Universidad Interamericana de Puerto Rico
Recinto de San Germán
Programa Doctoral en Educación

ACUERDO DE COLABORACIÓN

Por la presente yo, Yaznery Santos, en calidad de Administrador de (escuela u organización)
Grupo "Enseñanza innovadora para maestros".

☒ Certifico que estamos dispuestos a colaborar con la publicación de la promoción solicitada en las redes sociales, páginas oficiales o cualquier otro medio que esté a su alcance en nuestra organización sobre la investigación sobre los *"La visualización con WxMaxima en el curso de Álgebra y su efecto en la motivación, entendimiento y aprovechamiento académico del estudiante"*, que realizará Rosa E. Padilla Torres como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma:

Fecha: 3/9/2021

Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a la misma de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación e información que se solicite y provea a través de ésta.

Cuestionario: La visualización con WxMaxima en el Curso de Álgebra

Gracias por su disposición para colaborar con esta Disertación Doctoral. La misma lleva como título Visualización con WxMaxima en el curso de Álgebra y su Efecto en la Motivación, Entendimiento y Aprovechamiento Académico del Estudiante. Esta tiene como objetivo principal el investigar si la integración de la tecnología en la clase de matemáticas ayuda a aumentar la motivación del estudiante por aprender y así mejorar el aprovechamiento académico del mismo.

Como parte de la misma, hemos preparado el siguiente cuestionario con el fin de recopilar los datos para sustentar nuestras conclusiones.

Se espera que el maestro participante lea el documento titulado "Integración de la tecnología a la clase de Álgebra utilizando WxMaxima" en el cual se le presentan unas ideas sobre cómo llevar a cabo una clase sobre las funciones cuadráticas en nivel secundario utilizando el programado de distribución gratuita "WxMaxima", tanto sus herramientas disponibles como la creación de algoritmos simples.

Queremos saber su opinión de si esto es factible de realizar en su sala de clase y si esto contribuye al aprovechamiento académico de los estudiantes.

El material desarrollado en WxMaxima está disponible para ser utilizado en su sala de clase si así lo desea.

Una vez tenga su opinión, puede completar este cuestionario.

La participación es completamente voluntaria y puede abandonar este estudio en cualquier momento. Usted puede llenar el cuestionario de forma separada al documento, con posterioridad a su lectura y análisis. Toda la información del cuestionario es confidencial y no guardamos ninguna información personal de los participantes. Agradecemos su colaboración y deseamos que el material le sea de utilidad.

Su privacidad está asegurada, según las normas establecidas en Internet.

Si interesa mayor información al respecto, puede comunicarse con una servidora.

Rosa E. Padilla Torres

rpada2926@intersg.edu (<mailto:rpada2926@intersg.edu>).

* Required

4/30/2022

Cuestionario

Lea cuidadosamente cada pregunta. Seleccione la opción que más se ajusta a su situación.

4. Conteste las siguientes preguntas, según su punto de vista.

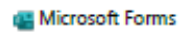
	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Con el uso de la enseñanza tradicional en la clase de álgebra, usted logra obtener el aprovechamiento académico esperado de sus estudiantes.	☐	☐	☐	☐
Se le dificulta la discusión del tema de funciones cuadráticas en la sala de clase.	☐	☐	☐	☐
Ha notado apatía o falta de interés entre los estudiantes en la clase de matemática.	☐	☐	☐	☐
Considera la enseñanza tradicional no atractiva para los estudiantes. *	☐	☐	☐	☐
Entiende que los estudiantes carecen de motivación en la clase de álgebra.	☐	☐	☐	☐
Hace uso de algún tipo de dispositivo tecnológico en la clase de álgebra	☐	☐	☐	☐
Entiende que la integración de la tecnología en la clase de álgebra aumenta el aprovechamiento académico de los estudiantes.	☐	☐	☐	☐

	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Entiende que la integración de la tecnología en la clase de álgebra facilitaría el entendimiento en los estudiantes.	☐	☐	☐	☐
Considera el uso de tecnología como herramienta para atraer la atención de los estudiantes de la clase de álgebra.	☐	☐	☐	☐
Está dispuesto a pertenecer a una sociedad tecnológica utilizándola tecnología en la clase de álgebra.	☐	☐	☐	☐
Entiende que el estudiante puede obtener un nivel de entendimiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de álgebra.	☐	☐	☐	☐
Entiende que el estudiante puede obtener un nivel de razonamiento adecuado haciendo uso de recursos tecnológicos en la clase de álgebra.	☐	☐	☐	☐
Conoce sobre programados de distribución gratuita para utilizar en la clase de álgebra.	☐	☐	☐	☐
Ha escuchado anteriormente sobre el programa WxMaxima.	☐	☐	☐	☐

4/30/2022

	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Utilizaría el programa WxMaxima en la clase de álgebra.	☐	☐	☐	☐
Considera que puede obtener un aumento en el aprovechamiento académico de los estudiantes a través del uso del programa WxMaxima en la clase de álgebra.	☐	☐	☐	☐
Entiende que utilizando el programado WxMaxima podría motivar el aprendizaje entre los estudiantes en la clase de álgebra.	☐	☐	☐	☐
Fomenta el aprendizaje por descubrimiento integrando WxMaxima en la clase de álgebra.	☐	☐	☐	☐
Consideraría utilizar el programado WxMaxima para la solución de problemas en la clase de álgebra.	☐	☐	☐	☐
Utiliza otro tipo de programado en la clase de álgebra (Ejemplos: Microsoft Mathematics, GeoGebra, etc.).	☐	☐	☐	☐

This content is neither created nor endorsed by Microsoft. The data you submit will be sent to the form owner.



Apéndice I
Aviso de participación

MAESTROS DE
MATEMÁTICAS



PARTICIPA DE LA
INVESTIGACIÓN

**LA VISUALIZACIÓN CON
Wxmaxima EN EL CURSO
DE ÁLGEBRA Y SU EFECTO
EN LA MOTIVACIÓN,
ENTENDIMIENTO Y
APROVECHAMIENTO
ACADÉMICO DEL
ESTUDIANTE**

Contacto

Autor: Rosa E. Padilla
correo electrónico: rpad2926@intersg.edu

¿Quiénes pueden participar?

- Maestros de matemáticas que ofrezcan cursos en los cuales se incluyan el tema de funciones cuadráticas (Álgebra I, Álgebra II, matemática Acanzada, etc.).
- Pueden ser de sistema público o privado.
- Debe tener conocimiento básico en el uso de una computadora



Objetivos de la investigación

Diferenciar la motivación por aprender matemáticas entre estudiantes que integran *MxMaxima* y los que no.

Diferenciar entendimiento entre estudiantes que integran en clase el uso de *WxMaxima* y aquellos que no.

Diferenciar el aprovechamiento académico entre los estudiantes que integran *WxMaxima* en la clase de matemática y los que no.



*Desde el punto de vista del maestro.

ENLACE AL
CUESTIONARIO:

<https://tinyurl.com/y6u5yj7k>

CÓDIGO QR



Integración de la tecnología a la clase de Álgebra utilizando *WxMaxima*

WxMaxima es un programa simbólico para cálculos que surge del sistema *Macsyma* (*MAC's SYmbolic MANipulation*). Este programa fue desarrollado por MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) entre 1962 a 1982 como parte de un proyecto de MAC. En 1982, MIT entrega una copia de códigos fuente al Departamento de Energía (DOE), quienes continúan con su desarrollo hasta que en 1992 el código fue adquirido por la compañía llamada *Macsyma, Inc.* Al paso de los años, la interfaz de usuario de este programa fue pareciéndose más a programas como *Maple* y *Mathematica*, siendo así una interfaz fácil de utilizar. En 1982, se adapta la versión a la programación LISP y fue llamado *Maxima* para diferenciarla de la versión comercial. En el año 2000, se inicia con el proyecto *Maxima* de *SourceForge* (Fedrani, 2010).

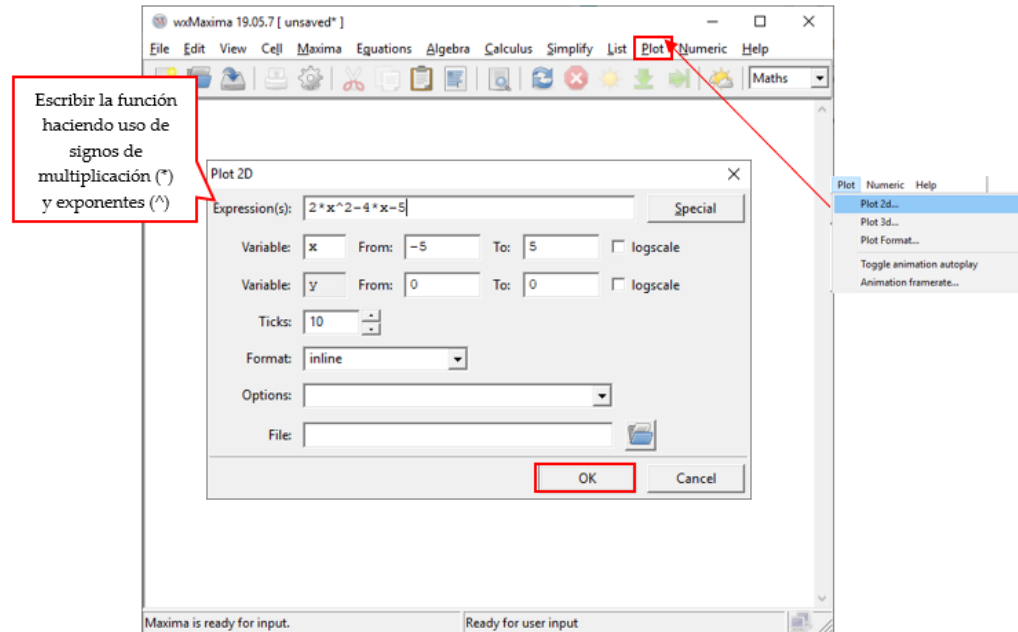
Como parte de las reglas básicas de *WxMaxima* se incluyen: la comunicación entre el usuario y el programa puede ser a través de preguntas simples (orden directa) o múltiples (programa); la interfaz es dividida en celdas, ya sea de entrada o de texto; son utilizados símbolos; tanto la entrada de datos como la salida de información son identificadas con etiquetas (%); pueden ser utilizados atajos para ejecutar las entradas; comando de fin de línea es insertado automáticamente; resultados de los cálculos son mostrados de la forma simbólica más simple; celdas de cálculos pueden ser editadas y vueltas a ejecutar en cualquier momento, cuantas veces sea necesario; las sesiones de trabajo pueden ser grabadas para ser utilizadas más adelante; pueden ser eliminadas celdas de comandos sin necesidad de eliminar los resultados (Fedrani, 2010).

Con *WxMaxima* podemos realizar desde operaciones matemáticas simples, como suma, resta, multiplicación y división, operaciones con matrices, operaciones con vectores, solución de sistemas de ecuaciones, representaciones gráficas tanto en dos como tres dimensiones, líneas de contraste, límites, sumatorias, derivadas, sumatorias, optimización e integración. Este programado de distribución gratuita puede ser utilizado desde niveles elementales hasta en educación post secundaria (Fedrani, 2010).

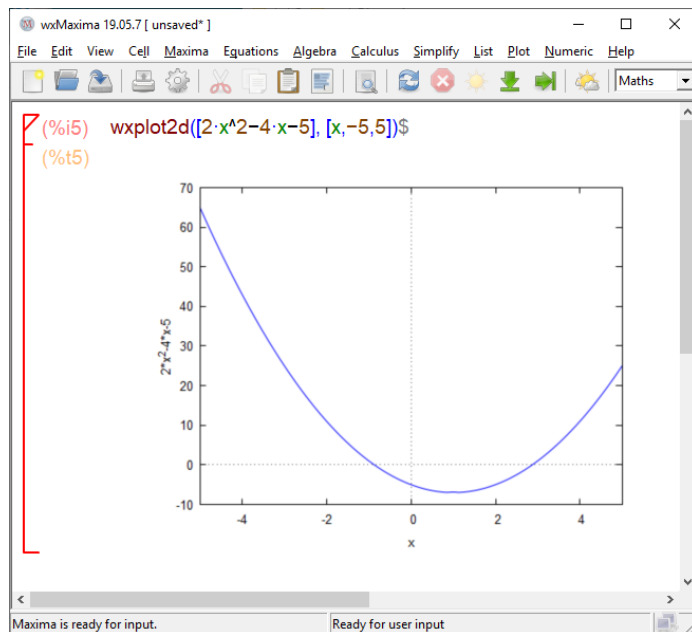
El programa *WxMaxima* puede descargarse de forma gratuita a través de la dirección electrónica: <http://maxima.sourceforge.net>. Adicional a esto, está disponible en versión móvil para diferentes sistemas operativos.

Podemos utilizar este programa para la mayoría de los temas discutidos en la sala de clase. El mismo ha sido trabajado con estudiantes desde nivel elemental hasta universitarios. A continuación, se muestran una serie de ejemplos de la integración del programa para el tema de las funciones cuadráticas.

Para la utilización de *WxMaxima* en el tema de las funciones cuadráticas, podemos graficar dichas funciones utilizando la herramienta *Plot 2D*. Tomamos, por ejemplo, graficar la función $F(x) = 2x^2 - 4x - 5$.



Al presionar el botón de “OK” sale la gráfica de la función deseada.



Por otro lado, podemos escribir algoritmos simples para determinar el vértice de una función cuadrática y el eje de simetría utilizando los coeficientes de la función.

```

wxMaxima 19.05.7 [ vertice.wxmx ]
File Edit View Cell Maxima Equations Algebra Calculus Simplify List Plot Numeric Help

→ Dada una función cuadrática de la forma  $f(x) = ax^2 + bx + c = 0$ ,
este algoritmo determinará las coordenadas del vértice,
identificará el eje de simetría, hallará las soluciones de la función
y mostrará la gráfica de la misma.

→ Asignando valores de a, b, c

(%i1) g(a,b,c):=a·x^2+b·x+c;
(%o1) g(a,b,c):=a x^2+b x+c

(%i2) g(1,6,5);
(%o2) x^2+6 x+5

→ Calculando coordenada x del vértice

(%i3) vx(a,b):=(-(b/(2·a)));
(%o3) vx(a,b):=-  $\frac{b}{2a}$ 

(%i8) vx:vx(1,6);
(vx) -3

Maxima is ready for input. Ready for user input

```

```

wxMaxima 19.05.7 [ vertice.wxmx ]
File Edit View Cell Maxima Equations Algebra Calculus Simplify List Plot Numeric Help

(%i5) g(a,b,c,vx):=a·vx^2+b·vx+c;
(%o5) g(a,b,c,vx):=a vx^2+b vx+c

→ Calculando la coordenada en el eje de y

(%i6) vy:g(1,6,5,-3);
(vy) -4

→ La coordenada del vértice es:

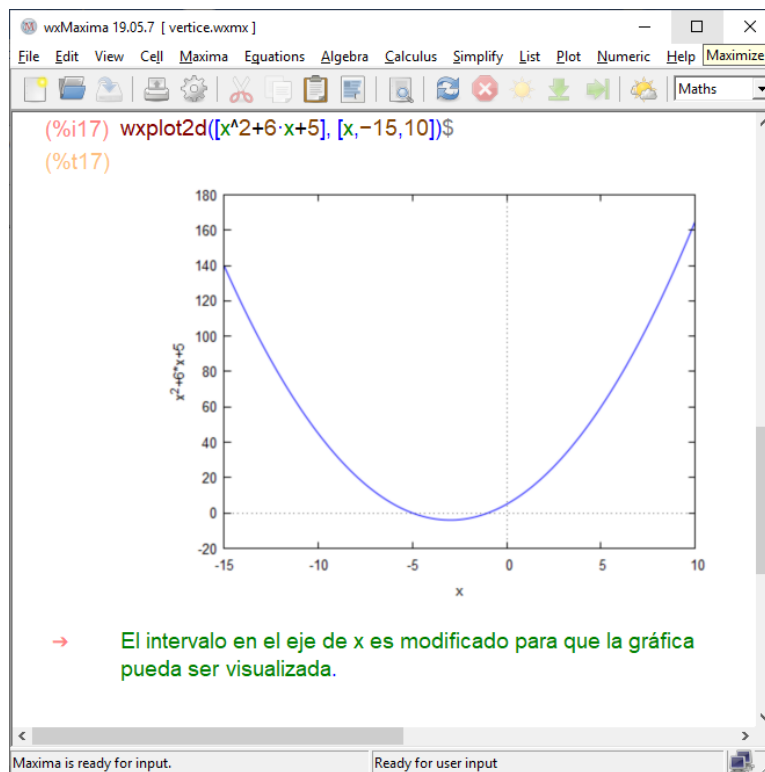
(%i12) print("(" , vx, " , " , vy, ")")$
( -3 , -4 )

→ El eje de simetría se encuentra en la coordenada x del vértice.

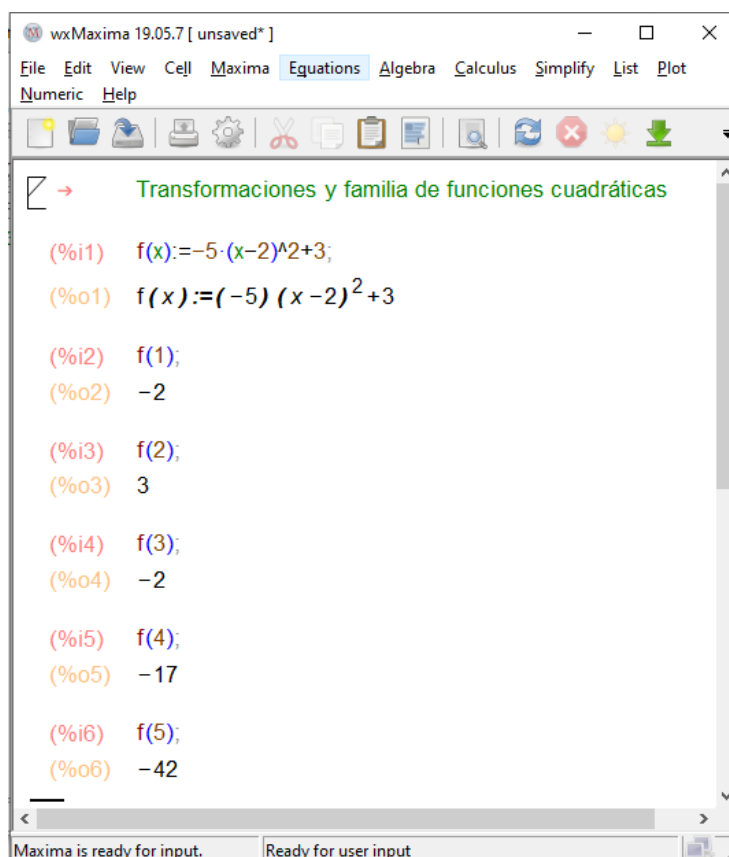
(%i14) print("El eje de simetría se encuentra en x = " , vx)$
El eje de simetría se encuentra en x = -3

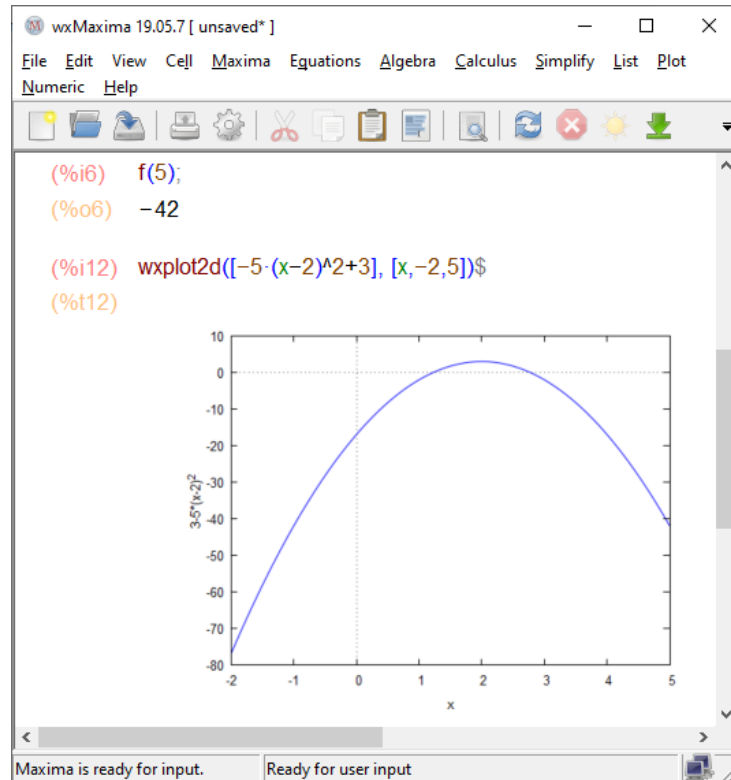
Maxima is ready for input. Ready for user input

```

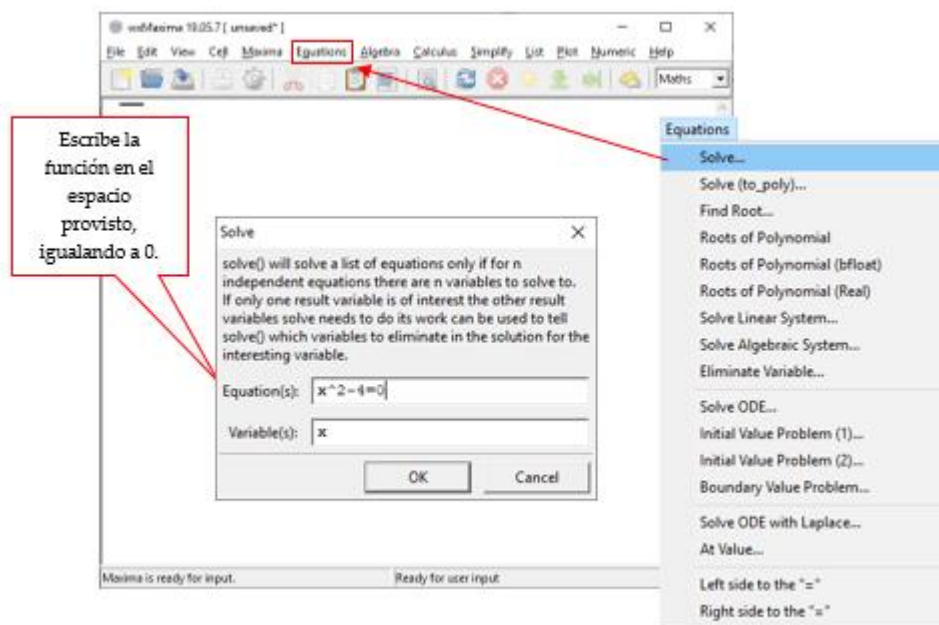


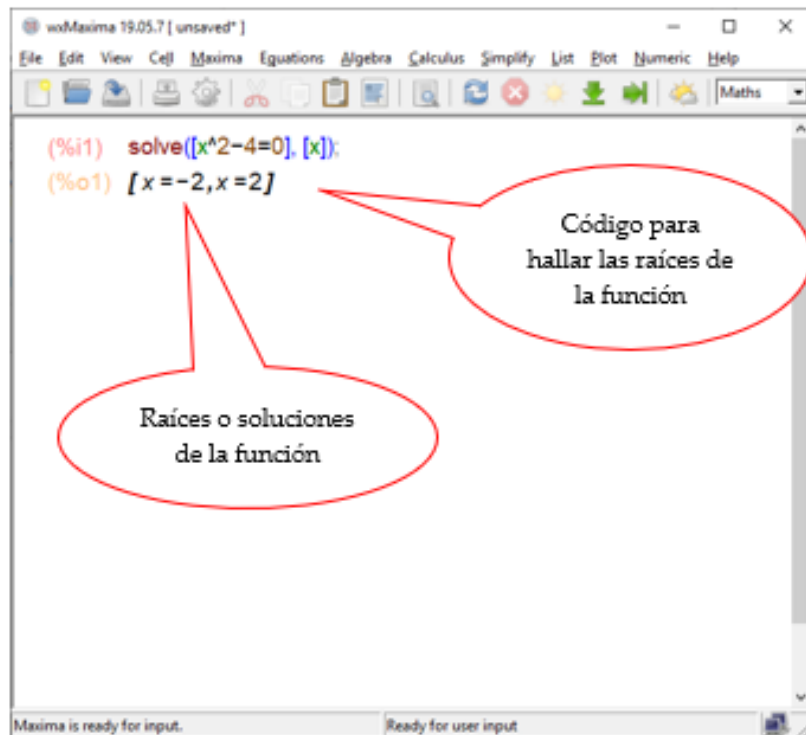
Podemos construir tablas de valores para graficar las transformaciones de las funciones cuadráticas. Por ejemplo, si trabajamos con las transformaciones de la función $f(x) = x^2$ a $g(x) = -5(x - 2)^2 + 3$, construimos una tabla de valores y utilizamos la herramienta *Plot 2D* para graficar.





Para hallar los ceros o raíces de una función cuadrática utilizando *WxMaxima*, utilizamos la herramienta *Solve*. Para este ejemplo, vamos a hallar los ceros de la función $f(x) = x^2 - 4$. Escribimos la función y la variable que deseamos hallar su valor.





Podemos crear un algoritmo para hallar los ceros o soluciones de la función cuadrática haciendo uso de *WxMaxima*.

Creamos dos algoritmos: `soln1` y `soln2`, porque nuestras funciones cuadráticas tienen dos soluciones, aunque sean repetidas

