



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

EL USO DE LA CALCULADORA EN LA PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA CON EL PROPÓSITO DE REDUCIR LA ANSIEDAD

The use of the calculator in probability and statistics with the purpose of reducing anxiety

JAIME SEGARRA-ESCANDÓN¹

Recibido: 25 de diciembre de 2022. Aceptado: 25 de enero de 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2023.v10.n19.a127>

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue estudiar si el uso de la calculadora disminuye la ansiedad de los estudiantes en la asignatura de Probabilidad y Estadística. Concretamente, la investigación se realiza con 30 estudiantes de la carrera de Ingeniería, para llevar a cabo el estudio, se dividen en dos grupos de 15 estudiantes. Se utiliza las preguntas del Factor de Ansiedad de la Escala de Actitud hacia las Matemáticas. El primer grupo hace uso de la calculadora CASIO fx 991 para las clases de práctica de Probabilidad y Estadística y el segundo grupo no utiliza ninguna herramienta tecnológica. Los resultados indican que los estudiantes que usan la calculadora tienen menor ansiedad y comenten menos errores que los estudiantes que no la utilizan. Por tanto, sería recomendable e importante que el docente fomente la utilización de la calculadora en la clase así facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje.

Palabras clave: Ansiedad; probabilidad; estadística; calculadora, tecnología.

ABSTRACT

The purpose of this research was to study if the use of the calculator decreases the anxiety of the students in the subject of Probability and Statistics. Specifically, the research is carried out with 30 students of the Engineering career, to carry out the study, they are divided into two groups of 15 students. The questions of the Anxiety Factor of the Attitude Scale towards Mathematics are used. The first group makes use of the CASIO fx 991 calculator for the Probability and Statistics practice classes and the second group does not use any technological tool. The results indicate that students who use the calculator have less anxiety and make fewer errors than students who do not use it. Therefore, it would be recommendable and important for the teacher to promote the use of the calculator in class, thus facilitating the teaching-learning process.

Keywords: Anxiety; probability; statistics; calculator, technology.

I. INTRODUCCIÓN

EL ESTUDIO de la Probabilidad y Estadística sin duda es una de las asignaturas que tiene gran impacto en la formación de los profesionales y bachilleres, porque una de sus aplicaciones está en el ámbito de la investigación y en su futuro desempeño profesional. Sin embargo, la preocupación del claustro de profesorado es que existe

un grupo considerable de estudiantes que llegan a la universidad sin haber tenido la oportunidad de desarrollar habilidades, análisis crítico y actitudes hacia las probabilidades que les permitan fortalecer su formación[1]. Además,[2] indicaron que los estudiantes de ingeniería no han sido confrontados con una enseñanza de la Probabilidad que valore e integre creativamente las intuiciones probabilísticas.

¹ Doctor en Informática y Matemática de la Seguridad. Máster en Matemática Computacional. Máster en Educación Superior. Ingeniero de Sistemas. Profesor en Universidad Yachay Tech, School of Mathematical and Computational Sciences, San Miguel de Urcoquí, Imbabura, Ecuador. Catedrático de Casio Académico-Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4304-2385> Correo electrónico: jsegarra@yachaytech.edu.ec

Por otro lado, es importante definir la ansiedad matemática, consiste en una serie de sentimientos de ansiedad, terror, nerviosismo y síntomas físicos que surgen al hacer matemáticas o temas relacionados[3]. También, se puede decir que la ansiedad hacia la Probabilidad y Estadística se define como una ansiedad específica que surge al tomar una asignatura que traten los temas estos temas o al realizar actividades con el análisis probabilístico o estadístico, que incluye recopilar, procesar e interpretar los datos[4]. Además, un aspecto relevante es que la ansiedad probabilística y estadística es que este puede afectar negativamente o positivamente al rendimiento del estudiante y su condición psicológica y fisiológica general[5].

También, es trascendental indicar el impacto positivo que tiene el uso de la tecnología en el proceso de enseñanza aprendizaje en las diferentes áreas de estudio, en esta investigación se enfoca en el uso de la calculadora. La calculadora se muestra como una herramienta útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente como apoyo al trabajo independiente y que permite desarrollar habilidades de forma independiente y creativa. La calculadora ayuda a los estudiantes a observar y administrar diferentes datos[6]. Los estudiantes consideran que la calculadora es una herramienta útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que permite desarrollar habilidades de forma autónoma y creativa, lo cual aumenta la motivación en la realización de su trabajo[7]. Por tanto, con el propósito de disminuir la ansiedad en la asignatura de Probabilidad y Estadística de los estudiantes es importante considerar la presencia de la calculadora en la clase, ya que estas pueden ayudar a mejorar el aprendizaje en los términos en que pueden influir en el ámbito afectivo[8]. En este contexto, se plantea las siguientes preguntas de investigación: 1. ¿cuál es el nivel de ansiedad de los estudiantes que estudian el curso de Probabilidad y Estadística? 2. ¿el uso de la calculadora reduce la ansiedad de los estudiantes en el estudio de la asignatura de Probabilidad y Estadística?

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Es importante explorar algunas herramientas que ofrece Casio. La herramienta Casio EDU+ es

una aplicación de servicios para calculadoras científicas, para esto es importante escanear el código QR correspondiente desde la calculadora ClassWiz, esto da acceso a funciones adicionales no disponibles en la calculadora. Las principales funciones son la visualización de gráficos en línea, compartir gráficos y fórmulas entre estudiantes y el profesor. Con la aplicación Casio EDU+ se puede crear clases en línea, este es un complemento de la calculadora Casio fx 570/991. El objetivo de esta característica es observar y administrar gráficos, tablas y fórmulas, con esta herramienta es posible que el profesor pueda visualizar en pantalla todos los ejercicios que realicen los estudiantes y compartir con el grupo de trabajo[6].

Por otro lado, los emuladores son programas que emulan las operaciones de la calculadoras científicas y gráficas, permiten utilizar todas las funciones de una calculadora en una computadora o en un dispositivo móvil, lo que le da opción al docente para preparar actividades de enseñanza. El emulador es una herramienta efectiva para el diseño de actividades de aprendizaje; de tal forma que el estudiante puede aprender con mejores resultados ya que el programa hace y muestra las operaciones de la misma manera que las calculadoras. Además, les permite a los docentes crear materiales para sus clases de matemática[9].

Existen varios investigadores que presentan propuestas de implementación y ventajas de la tecnología en el proceso enseñanza aprendizaje en la asignatura de Probabilidad y Estadística. Estos investigadores han evidenciado que los estudiantes han mejorado significativamente el desempeño académico con la implementación de recursos tecnológico, a continuación, se revisa algunas de estas investigaciones.

En su investigación,[10] estudiaron el impacto que tienen las tecnologías de la información y comunicación utilizadas en la asignatura de Probabilidad y Estadística. Los autores indicaron que éstas apoyan al desarrollo del razonamiento estadístico de los estudiantes. Además, destacaron el potencial de la simulación de la probabilidad y los recursos que el software dinámico aportan para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En otra investigación,[11] indicaron que el uso de la calculadora como recurso didáctico posibili-

ta un cambio en la metodología del aula, favoreciendo en el alumnado la actividad investigadora y creadora a través de trabajos dirigidos y enunciados detallados. Además, facilita la observación y la toma de decisiones manejando estrategias diversas para obtener los resultados, analizarlos y ser críticos con ellos. Específicamente, los autores exploraron la resolución de problemas con la calculadora gráfica CG50.

En su estudio de [12], investigaron si la aplicación y uso de las TIC en el aula tiene una incidencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes que cursan la materia de Matemáticas Financieras, específicamente, se aplicó en los temas de la Regla de Bayes o Teorema de Bayes. Los investigadores concluyeron que los estudiantes que acceden y aplican herramientas tecnológicas dentro del aula tienen un mejor rendimiento académico que aquellos estudiantes que no lo aplican.

También, [13] usó la tecnología en un enfoque que plantea Pluinage. Estos enfoques son el nivel de entrada, nivel de exploración y nivel de estudio matemático. La tecnología en cada actividad resultó ser pieza fundamental para poder aplicar los tres niveles de aprendizaje en la resolución de problemas matemáticos. El autor indicó que este tipo de análisis si proporciona una base adecuada para el estudio de los sistemas de ecuaciones lineales y no lineales mediante los sistemas de representación que ofrecen estas tecnologías, como herramientas que aportan al aprendizaje con una dinámica que posibilita el establecer una mejor correspondencia didáctica entre el universo visual y el numérico.

Los investigadores, [14] presentaron una metodología gamificada utilizando la tecnología que ofrece diferentes estrategias de enseñanza para que se adapten a las diferentes formas de aprender de los estudiantes de la asignatura Probabilidad y Estadística. Los autores indicaron que la metodología presentada crea un ambiente de aprendizaje significativo, interactivo y divertido, que favorece la motivación y la participación de los estudiantes, favorece la competitividad, la autorregulación y la autonomía, produciendo una mejora en los resultados académicos. Estos son desafíos que pueden convertirse en potencialidades si los docentes se actualizan en el uso de TIC.

En una investigación más reciente, [15] usó estrategias de enseñanza aprendizaje innovadoras como Mobile-learning y software matemático para desarrollar competencias en estudiantes de bachillerato. El autor indicó que en la totalidad de los estudiantes consideraron que la aplicación del software les facilitó el desarrollo de los temas del programa de estudio. La aplicación de la estrategia tecnológica permitió que las matemáticas usadas fueran llevadas a la vida cotidiana y que con ello fuesen más comprensibles. Además, los estudiantes, lograron reducir el tiempo destinado a realizar actividades operativas aritméticas para utilizarlo en el desarrollo de competencias disciplinares como el análisis entre las variables involucradas y la argumentación de la respuesta por métodos gráficos. También, pueden determinar algebraica y visualmente problemas de matemáticas, inclusive se puede lograr cuestionarse sobre posibles casos más complejos.

III. MÉTODO

A. Participantes

Los participantes de este estudio correspondieron a los estudiantes de primer año de Ingeniería de educación superior del Ecuador, en el segundo periodo académico del 2021. La participación fue voluntaria y anónima. La muestra de este estudio corresponde a $n = 30$. Los estudiantes son de primer año de universidad (de aproximadamente 18-20 años de edad). Se crean dos grupos aleatorios con $n=15$.

B. Instrumentos

En esta investigación se usa un factor del instrumento de la Escala de Actitud hacia las Matemáticas de Auzmendi [16], Específicamente, se selecciona el Factor de Ansiedad.

La Escala de Actitud hacia las Matemáticas (EAM) permite realizar un análisis exhaustivo de la actitud hacia las matemáticas para estudiantes, recogiendo los factores más significativos para su estudio (Auzmendi, 1992). La EAM consta de 25 ítems en una escala Likert de cinco puntos que mide de uno (totalmente en desacuerdo) a cinco (totalmente de acuerdo). Al igual que en otras investigaciones (e.g., [17]; [18]), se eliminó el tercer

elemento de la escala Likert, que estaba en la versión original de la EAM, con el propósito de alentar a los profesores a indicar un nivel de certeza. La EAM establece cinco factores: agrado, ansiedad, motivación, utilidad y confianza. En esta investigación se trabaja con el Factor Ansiedad y las preguntas son adaptadas a la asignatura de Probabilidad y Estadística como ya se ha realizado en otras investigaciones (e.g.,[19]). Cinco de los ítems del Factor Ansiedad puntaje inverso (1, 3, 5, 7, 9). Las respuestas correspondientes a estos ítems se invierten antes de agregarse al puntaje total del Factor Ansiedad. La Tabla I presenta los ítems del Factor Ansiedad.

Tabla I. Preguntas del factor de ansiedad.

| Pregunta | Ítems |
|----------|--|
| 1 R | La asignatura de Probabilidad y Estadística se me da bastante mal. |
| 2 | Estudiar o trabajar con Probabilidad y Estadística no me asusta en absoluto. |
| 3 R | La Probabilidad y Estadística es una de las asignaturas que más temo. |
| 4 | Tengo confianza en mí mismo/a cuando enfrente a un problema de Probabilidad y Estadística. |
| 5 R | Cuando me enfrente a un problema de Probabilidad y Estadística me siento incapaz de pensar con claridad. |
| 6 | Estoy calmado/a y tranquilo/a cuando me enfrente a un problema de Probabilidad y Estadística. |
| 7 R | Trabajar con Probabilidad y Estadística hace que me sienta nervioso/a. |
| 8 | No me altero cuando tengo que trabajar en problemas de Probabilidad y Estadística. |
| 9 R | La Probabilidad y Estadística hacen que me sienta incómodo/a y nervioso/a. |

C. Procedimiento

Las preguntas del Factor Ansiedad del instrumento EAM fueron entregados a los estudiantes, en este test los estudiantes dispusieron de 10 minutos para contestar las 9 preguntas. Para la aplicación de la encuesta, se realizó el respectivo acompañamiento del profesor con el propósito de

garantizar el control de la aplicación del instrumento. Específicamente, a los estudiantes se entregó el test y resolvieron en la clase de la asignatura de Probabilidad y Estadística. La asignatura de Probabilidad y Estadística está compuesta de 4 unidades en la que se analizan temas como permutaciones y combinaciones, distribuciones, estimaciones y pruebas de hipótesis. Es importante indicar que se trabaja con dos grupos, el grupo 1 utiliza la calculadora (grupo experimental) y el grupo 2 (grupo de control) no utiliza la calculadora. El test de la ansiedad se aplica en los dos grupos al finalizar el curso. Es importante indicar que la herramienta que se usa es el emulador de la calculadora CASIO fx 570/991, fx-CG50 y la herramienta ClassPad.net. La clase de Probabilidad y Estadística se divide en dos partes, la parte teórica y la práctica, respectivamente. El uso de la calculadora se realiza en la parte práctica.

D. Análisis de los datos

Esta investigación es considerada un estudio cuantitativo. Para determinar la fiabilidad de los resultados obtenidos, se analizó la consistencia interna de la sub escala con la prueba Alfa de Cronbach. En[20] proporcionaron las siguientes reglas generales para el alfa de Cronbach ($\alpha > 0.9$ - Excelente; $\alpha > 0.8$ - Bueno; $\alpha > 0.7$ - Aceptable; $\alpha > 0.6$ - Cuestionable; $\alpha > 0.5$ - Malo; y $\alpha < 0.5$ - Inaceptable). En el caso de la aplicación del test Factor Ansiedad en el grupo 1 y 2 el valor del alfa de Cronbach es aceptable, $\alpha = 0.81$ y $\alpha = 0.84$, respectivamente.

Todos los cálculos de la estadística descriptiva e inferencial se realizaron mediante la calculadora CASIO fx 570/991, CASIO fx-CG50 y el uso de la herramienta ClassPad.net.

IV. RESULTADOS

Esta sección presenta los resultados para responder las preguntas de investigación mencionada anteriormente. La ansiedad de los estudiantes se midió en los dos grupos al finalizar el curso.

A. Materiales

El software utilizado en el grupo 1 es el emulador de la calculadora Casio CLASSWIZ fx-

570/991 y CG50. Estos emuladores fueron desarrollados por Casio para facilitar a los estudiantes que accedan a la nueva tecnología con el propósito de mejorar el aprendizaje de los estudiantes y apoyar a los profesores en la gestión del aula. El emulador se encuentra disponible en la página oficial de Casio. El modelo de la calculadora fx-570/991 y CG50 permite trabajar temas de: Álgebra Lineal, Física, Cálculo Diferencial e Integral, Estadística y Probabilidad, Trigonometría y Matemática Discreta, entre otros. La calculadora fx - 991 no es gráfica, pero gracias a la opción QR que tiene incluida se puede generar los gráficos mediante la aplicación ClassPad.net. ClassPad.net es un servicio web que permite realizar cálculos complejos, graficar funciones, utilizar un sistema de álgebra computarizada (CAS) y el sistema de estadística. Además, CASIO ClassPad.net permite manipular una diversidad de contenidos matemáticos de manera intuitiva y con operaciones simples, otro aspecto importante es que permite compartir el material con otras personas de la web.

En esta investigación se trabaja con un grupo de problemas de probabilidad y estadística, en la siguiente sección, se muestra algunos de los ejemplos utilizados en las clases de la asignatura de Probabilidad y Estadística. Estos problemas fueron seleccionados ya que son muy comunes dentro de la asignatura, además son problemas que contienen varias aristas, lo que implica que el estudiante tiene que razonar antes de iniciar la fase de desarrollo. Específicamente, los problemas son seleccionados del libro de Devore[21].

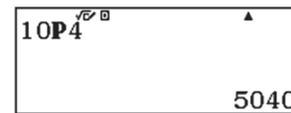
Problema 1. Existen diez asistentes de profesor disponibles para calificar exámenes en un curso de Estadística patrocinado por CASIO. El primer examen se compone de cuatro preguntas y el profesor desea seleccionar un asistente diferente para calificar cada pregunta (sólo un asistente por pregunta). ¿De cuántas maneras se pueden elegir los asistentes para calificar?

Desarrollo: Los estudiantes deben determinar si es una permutación o combinación. Posteriormente, se debe aplicar la respectiva fórmula para calcular lo solicitado.

$$P_{k,n} = \frac{n!}{(n-k)!}$$

Grupo 1: En el grupo 1 debe considerar el valor de k y n. Posteriormente, debe saber utilizar los comandos de la calculadora para poder aplicar la fórmula.

10qO4



Grupo 2: El grupo 2 resuelve el ejercicio de manera manual. Específicamente, debe aplicar la fórmula.

$$P_{k,n} = \frac{n!}{(n-k)!} \quad P_{k,n} = \frac{10!}{(10-4)!} = 5040$$

Los estudiantes de los dos grupos deben presentar una conclusión del resultado. Una conclusión apropiada podría ser que, el profesor puede asignar a sus asistentes de 5040 maneras diferentes para un examen de cuatro preguntas.

En este problema se pudo observar algunos inconvenientes en los dos grupos. En el primer caso, los estudiantes que utilizaban la calculadora, aproximadamente un 10% de estudiantes presentan inconvenientes, no recordaron los comandos de la calculadora. Por otro lado, en el segundo caso, los estudiantes que no usaban la calculadora, aproximadamente un 30% de estudiantes se confunden en el momento de aplicar la fórmula, estos inconvenientes son debido al desconocimiento de la factorial de un número, y en otros casos hay equivocaciones en las operaciones básicas. Un porcentaje reducido de estudiantes de los dos grupos tienen inconvenientes en presentar la respectiva conclusión.

Problema 2. El tiempo que requiere un conductor para reaccionar a las luces de freno de un vehículo que está desacelerando es crítico para evitar colisiones por alcance. El artículo Fast-Rise Brake Lamp as a Collision-Prevention Device, sugiere que el tiempo de reacción de respuesta en tráfico a una señal de freno de luces de freno estándar puede ser modelado con una distribución normal que tiene un valor medio de 1.25 s y desviación estándar de 0.46 s. ¿Cuál es la probabilidad de que el tiempo de reacción esté entre 1.00 s y 1.75 s?

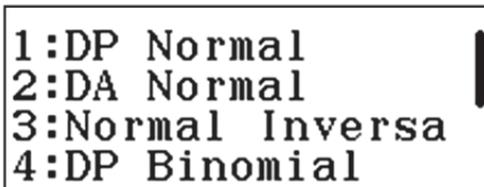
En este problema se solicita que además de las fórmulas de probabilidad, se utilice integrales para realizar el respectivo cálculo.

Grupo 1. En este caso los estudiantes deben conocer los pasos para aplicar los comandos correctos de la calculadora. Los estudiantes deben seguir los siguientes pasos:

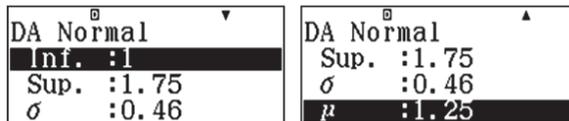
Se debe seleccionar el menú distribución (7).



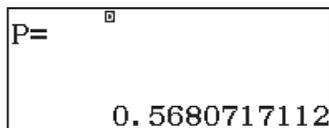
En este caso, aparece la siguiente pantalla.



Se debe seleccionar la opción 2. Luego hay que ingresar los datos que proporciona el problema, el límite inferior y superior, la desviación y la media.



Posteriormente, se debe pulsar la tecla =

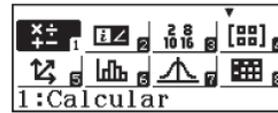


Por tanto, la probabilidad de que el tiempo de reacción esté entre 1.00 s y 1.75 s es de 0.56 o del 56%.

Por otro lado, para la aplicación de integrales, se de usar la expresión de la distribución normal estándar.

$$\int_a^b \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)} dx$$

Para realizar este proceso se debe seleccionar, el menú 1 calcular. Posteriormente, con la tecla y se ingresa la respectiva expresión.



$$\int_1^{1.75} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 0.46} e^{-\frac{(x-1.2)^2}{2(0.46)^2}}$$

$$\leftarrow \frac{1}{\pi \times 0.46} e^{-\frac{(x-1.25)^2}{2(0.46^2)}} dx$$

$$\int_1^{1.75} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 0.46} e^{-\frac{(x-1.2)^2}{2(0.46)^2}} = 0.5680717102$$

Esto indica el mismo valor de la probabilidad, 0.56. Para una mejor interpretación del problema se ingresa a la herramienta Classpad, se genera con el código QR de la calculadora. Esta herramienta ofrece de manera gráfica los datos proporcionados y el resultado. Además, se puede observar en la Fig. 1 la región de la probabilidad que está entre la recta roja y verde respectivamente y la campana de Gauss.

Grupo 2. En este grupo están los estudiantes que no utilizan la calculadora como recurso tecnológico. En el primer punto los estudiantes utilizan las siguientes expresiones:

$$1 \leq X \leq 1.75$$

$$\frac{1 - 1.25}{0.46} \leq \frac{X - 1.25}{0.46} \leq \frac{1.75 - 1.25}{0.46}$$

$$P(1 \leq X \leq 1.75) = P\left(\frac{1 - 1.25}{0.46} \leq Z \leq \frac{1.75 - 1.25}{0.46}\right)$$

$$P(1 \leq X \leq 1.75) = P(-0.54 \leq Z \leq 1.09) =$$

$$\phi(1.09) - \phi(-0.54) =$$

$$0.8621 - 0.2946 = 0.5675$$

En la integral, los estudiantes reemplazan los datos en la respectiva fórmula.

$$\int_a^b \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)} dx$$

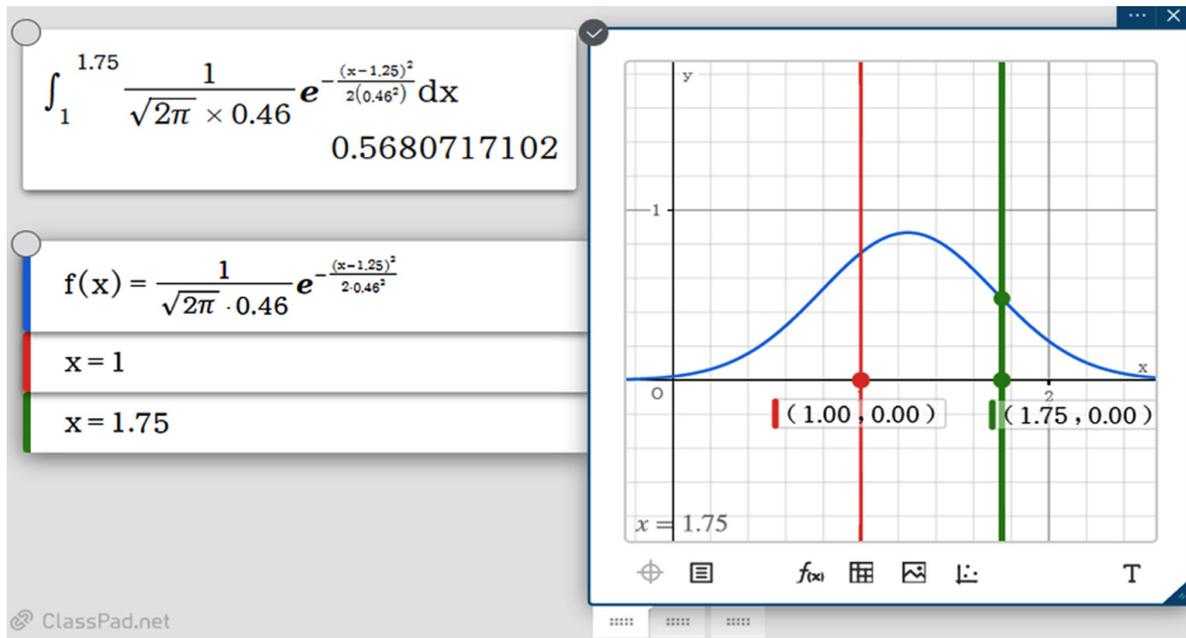


Fig. 1. Área de densidad.

Antes de resolver la integral se sustituye los valores que de μ y σ y se resuelve la respectiva integral.

$$\int_a^b \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)} dx$$

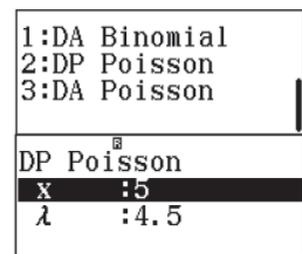
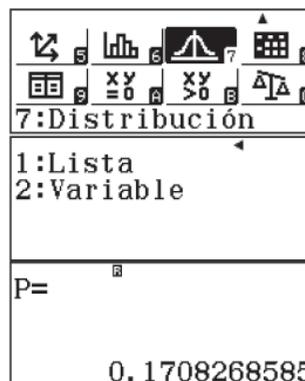
$$\int_1^{1.75} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 0.46} e^{-(x-1.25)^2/(2 \times 0.46^2)} dx$$

$$\int_1^{1.75} 0.867 e^{-(x-1.25)^2/(0.4232)} dx = 0.56$$

En este problema, los estudiantes del grupo 1, presentan problemas en el manejo de los menús de la calculadora, existe problemas de resolución en aproximadamente el 35 % de estudiantes, en los dos casos, utilizando el menú de probabilidad y utilizando el menú calcular para resolver la integral definida. Por otro lado, el grupo 2, aproximadamente el 60% de estudiantes presentan inconvenientes al resolver el problema utilizando las respectivas fórmulas de probabilidad. Los inconvenientes aumentan el momento de integrar manualmente la función de densidad.

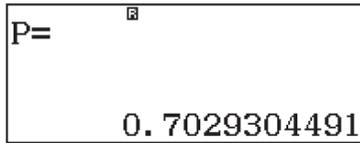
Problema 3. Sea X el número de criaturas de un tipo particular capturadas en una trampa durante un periodo determinado. Suponga que X tiene una distribución de Poisson con $\lambda = 4.5$, así que en promedio las trampas contendrán 4.5 criaturas La probabilidad de que una trampa contenga exactamente cinco criaturas es:

Grupo 1. Los estudiantes deben conocer las funciones básicas de la calculadora. En el primer caso, se debe ingresar al menú 7 de la calculadora, después, se baja con las teclas cursoras y se selecciona la opción 2 DP Poisson, finalmente, se selecciona la opción 2, variable y se ingresa los datos.



Por tanto, la probabilidad de que una trampa contenga exactamente cinco criaturas es 0.17.

En el segundo caso, se debe seleccionar la opción 3 DA Poisson.



P= 0.7029304491

Por tanto, la probabilidad de que una trampa contenga cuando mucho cinco criaturas es de 0.703.

En este caso los estudiantes que tiene inconvenientes al resolver los problemas es un 20 % en los dos casos.

Grupo 2. El estudiante debe conocer la fórmula de Poisson:

$$p(x; \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

$$P(X = 5) = \frac{e^{-4.5} (4.5)^5}{5!} = 0.170$$

Por tanto, la probabilidad de que una trampa contenga exactamente cinco criaturas es 0.17.

Por otro lado, se puede calcular la probabilidad de que una trampa contenga cuando mucho cinco criaturas.

$$P(X \leq 5) = \sum_{x=0}^5 \frac{e^{-4.5} (4.5)^x}{x!} = e^{-4.5}$$

$$\left[1 + 4.5 + \frac{(4.5)^2}{2!} + \dots + \frac{(4.5)^5}{5!} \right] = 0.703$$

Por tanto, la probabilidad de que una trampa contenga cuando mucho cinco criaturas es de 0.703.

En este problema, en el primer caso los estudiantes tienen problemas de aplicación de la fórmula, el porcentaje de estudiantes que no logran obtener la solución es del 40%. Por otro lado, el segundo caso se les dificulta aún más, un 55% de estudiantes no logran obtener el resultado.

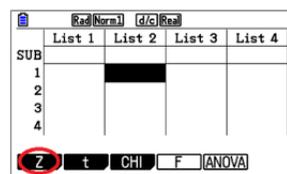
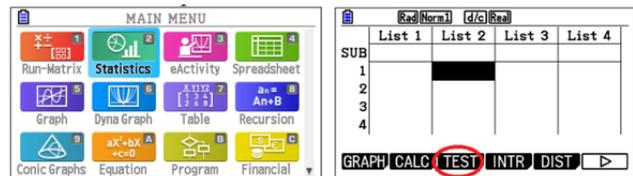
Problema 4. Un fabricante de sistemas rociadores utilizados como protección contra incendios en edificios de oficinas afirma que la temperatura de activación del sistema promedio verdadera es de 130°. Una muestra de $n = 9$ sistemas, cuando se somete a prueba, da una temperatura de activación promedio muestral de 131.08°F. Si la distribución de los tiempos de activación es normal con desviación estándar de 1.5°F, ¿contradicen los datos la afirmación del fabricante a un nivel de significación $\alpha = 0.01$?

En los dos grupos se debe plantear la hipótesis nula y alternativa.

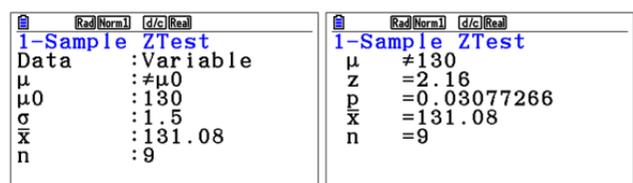
H_0 = El promedio verdadero es igual al promedio muestral $\mu = \bar{x}$.

H_a = El promedio verdadero es diferente al promedio muestral $\mu \neq \bar{x}$.

Grupo 1. En este caso los estudiantes utilizan el emulador de la calculadora Casio fx - CG50. Para resolver este problema se debe ingresar al menú estadístico (menú 2). Posteriormente, en el menú se debe seleccionar la opción test (F3). A continuación, se selecciona el tipo de test en este caso z (F1, F1).



En el último paso se debe ingresar los datos.



Considerando los datos del problema, z debe estar en el intervalo de $-2.58 \leq z \leq 2.58$. Por tanto, el valor de 2.16 está en la zona de aceptación, se acepta las hipótesis nulas y se puede indicar que no hay diferencias significativas entre las medias.

En este problema los estudiantes presentan inconvenientes en recordad los comandos de la calculadora e interpretar los resultados, un 20% de estudiantes no finaliza correctamente el ejercicio.

Grupo 2. Se debe calcular el valor estadístico z .

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} = \frac{131.08 - 130}{1.5/\sqrt{9}} = 2.16$$

Como se menciona anteriormente, el intervalo es de $-2.58 \leq z \leq 2.58$. Por tanto, el valor de 2.16 está en la zona de aceptación, se acepta las hipótesis nulas y se puede indicar que no hay diferencias significativas entre las medias.

En este problema los estudiantes tienen inconvenientes al aplicar la fórmula e interpretar los resultados, un 25% de estudiantes no finaliza correctamente el ejercicio.

V. ESTUDIO DE LA ANSIEDAD DE LOS ESTUDIANTES

En este apartado se estudia la ansiedad de los estudiantes analizando la media y la desviación típica de las puntuaciones obtenidas para cada uno de las preguntas. La encuesta se aplica al final de la asignatura a los dos grupos. En este factor se debe tener en cuenta que la escala está codificada de modo que a mayor puntuación menor ansiedad[22].

La Tabla II muestra la media (\bar{x}) y la desviación estándar (σ) de las puntuaciones otorgadas por los estudiantes a las preguntas correspondientes al Factor Ansiedad. La puntuación máxima en el G1 se obtuvo en la pregunta 8 (no me altero cuando tengo que trabajar en problemas de Probabilidad y Estadística), con una media de 2.60. Es decir, no genera estrés el hecho de trabajar con problemas de Probabilidad y Estadística. En el caso de la G2, la puntuación máxima se obtuvo en la pregunta 9 (la Probabilidad y Estadística hacen que me sienta incómodo/a y nervioso/a.), con una media de 2.30. Es decir, los nervios no están generando

Tabla II. Medias y desviación estándar de cada ítem del G1 y G2.

| No | Ítems | G1 | | G2 | |
|----|--|-----------|----------|-----------|----------|
| | | \bar{x} | σ | \bar{x} | σ |
| 1 | La asignatura de Probabilidad y Estadística se me da bastante mal. | 1.97 | 0.65 | 2.14 | 0.49 |
| 2 | Estudiar o trabajar con Probabilidad y Estadística no me asusta en absoluto. | 2.13 | 0.69 | 2.32 | 0.59 |
| 3 | Probabilidad y Estadística es una de las asignaturas que más temo. | 1.87 | 0.59 | 2.41 | 0.65 |
| 4 | Tengo confianza en mí mismo/a cuando enfrento a un problema de Probabilidad y Estadística. | 1.93 | 0.71 | 2.49 | 0.52 |
| 5 | Cuando me enfrento a un problema de Probabilidad y Estadística me siento incapaz de pensar con claridad. | 1.70 | 0.53 | 1.98 | 0.57 |
| 6 | Estoy calmado/a y tranquilo/a cuando me enfrento a un problema de Probabilidad y Estadística. | 2.13 | 0.58 | 2.32 | 0.60 |
| 7 | Trabajar con Probabilidad y Estadística hace que me sienta nervioso/a. | 1.90 | 0.70 | 2.43 | 0.61 |
| 8 | No me altero cuando tengo que trabajar en problemas de Probabilidad y Estadística. | 1.98 | 0.61 | 2.59 | 0.75 |
| 9 | La Probabilidad y Estadística hacen que me sienta incómodo/a y nervioso/a. | 2.03 | 0.60 | 2.32 | 0.53 |

ansiedad. El promedio obtenido al responder todas las preguntas de este factor fue de 2.32 y 2.05 en el G1 y G2, respectivamente.

Es importante mencionar que[23] presenta los criterios utilizados para clasificar estas variables o factores como positivo y negativo. Específicamente, el autor indica que si la media aritmética es superior a 2.50 se le debe considerar al factor como positivo. En esta investigación en los dos grupos la media aritmética es inferior a 2.50, esto indica que es un factor negativo hacia el aprendizaje de los estudiantes. Además, La Fig. 2 muestra las puntuaciones de manera gráfica de los dos grupos, azul hace referencia al grupo 1 y rojo al grupo 2. Sin embargo, para verificar si las diferencias entre las medias de cada pregunta son significativas, se aplica la prueba de t-Student. Concretamente, en P7 (Trabajar con Probabilidad y Estadística hace que

me sienta nervioso/a) el p -valor > 0.05 , este valor indica que no existe diferencias significativas en esta pregunta. Por otro lado, en las demás preguntas el p -valor < 0.05 , esto indica que existe diferencias significativas entre las medias.

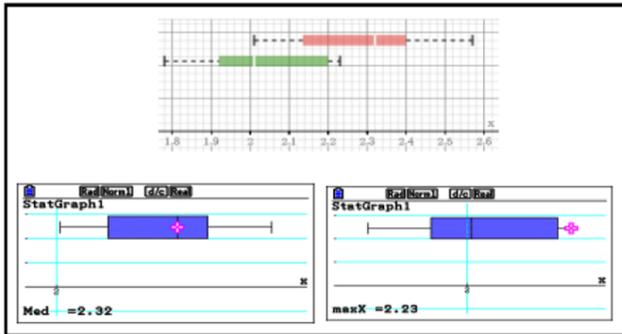


Fig. 2. Puntuaciones de los ítems del factor ansiedad del G1 (azul) y G2 (rojo).

También, en la Fig. 3 (grupo experimental rojo, grupo de control verde) se puede observar el gráfico de caja y bigote de las puntuaciones obtenidas por los dos grupos. En el gráfico se puede inferir que las puntuaciones del estudiantado proveniente de la G2 son claramente inferiores al G1. En el G1 el 25% de estudiantes obtienen puntuaciones inferiores a 2.15 (Q1) y un 50% inferior a 2.32 (Q2). Por otro lado, en el G2 el 25% de estudiantes obtienen puntuaciones inferiores a 1.92, y el 50% inferior a 2.21 Q2.

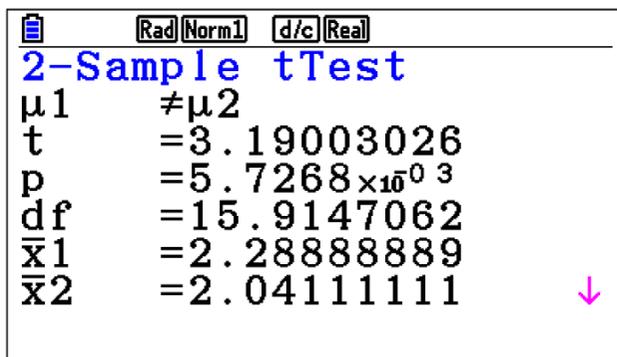


Fig. 3. Diagrama de caja y bigotes de las puntuaciones de los dos grupos.

Finalmente, se realizó un test estadístico para analizar si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias obtenidas por cada grupo. Concretamente, se aplicó el test estadístico t-Student de dos colas, tomando el parámetro

$\alpha=0.05$ con un nivel de significación del 5%. El valor de p de la prueba de t-Student es $p < 0.01$, este valor indica que hay diferencias significativas entre la media del grupo de experimental y control. Específicamente, el grupo experimental obtiene una media mayor. La Fig. 4 muestra el resultado de la prueba de t-Student.

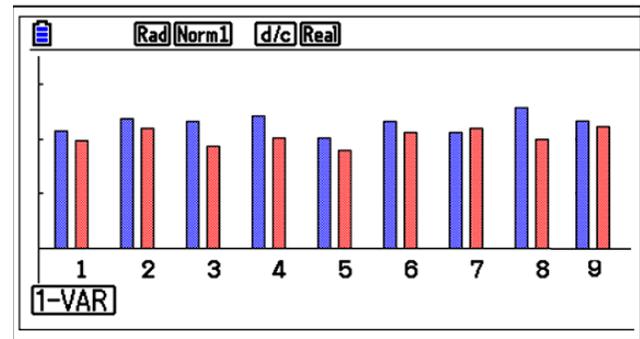


Fig. 4. Resultados de la prueba t-Student.

VI. DISCUSIÓN

El propósito de esta investigación fue estudiar si la utilización de la calculadora disminuye la ansiedad en el estudio de la asignatura de Probabilidad y Estadística en los estudiantes de primer año de Ingeniería. Para responder las preguntas de investigación, se estudiaron los puntajes de la media aritmética de cada pregunta del Factor Ansiedad para los dos grupos. Los resultados indicaron que los estudiantes que utilizan la calculadora tienen un nivel moderado de ansiedad. Por otro lado, los estudiantes que no utilizan la calculadora tienen una ansiedad moderada-baja hacia la asignatura Probabilidad y Estadística. Estos indicadores son similares a los resultados internacionales, los estudiantes muestran una moderada ansiedad hacia la estadística[26]. Los estudiantes del grupo 1 presenta mayor ansiedad cuando se enfrentan a un problema de Probabilidad y Estadística. Por otro lado, los estudiantes del grupo 2 presentan mayor ansiedad por el hecho de que creen que la Probabilidad y Estadística es una de las asignaturas más complicadas. Compartimos el criterio de otros estudios que han indicado que los estudiantes tienen ansiedad el momento de pedir ayuda a los profesores en estadística, además, una ansiedad moderada baja en la interpretación de los resultados, quizá porque el docente no da una mayor importancia al aprendizaje basado en problemas[25]. Unos de los aspectos que influye en la

ansiedad hacia la Probabilidad y Estadística es que los estudiantes en el bachillerato no han tenido la oportunidad de desarrollar habilidades en la asignatura[1]. Además, es importante indicar que la ansiedad probabilística y estadística afecta negativamente o positivamente al rendimiento del estudiante, es decir a mayor ansiedad menor rendimiento académico[5].

Un resultado importante de esta investigación es que los estudiantes del grupo 1, que usaron la tecnología, concretamente, el uso de la calculadora fx 570/ 991 y CG50 y la herramienta ClassPad.net en la asignatura de Probabilidad y Estadística tienen menor ansiedad que los estudiantes que no utilizan la calculadora. Es decir, el uso de la tecnología tuvo una influencia positiva. Esta diferencia entre los dos grupos se da porque la calculadora facilita a que los estudiantes centren su atención en el proceso de resolución del problema, lo que no siempre sucede cuando se hacen algoritmos por rutinas[24]. También, se pudo observar que el uso de la calculadora reduce los errores en los cálculos de los problemas. Considerando que en este estudio el uso de la calculadora disminuye la ansiedad de los estudiantes y considerando que los países con mejor nota en el informe PISA (programa para la Evaluación Internacional de Alumnos) permiten usar calculadoras en el aula y en los exámenes[10]. Se recomienda el uso de la calculadora dentro del aula para la resolución de ejercicios y problemas, además, que se incluya a la calculadora dentro de la evaluación. Hay varios trabajos investigativos que defienden el uso de la calculadora y son presentados en congresos organizados por instituciones como el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) o la Comisión Internacional de Instrucción Matemática (ICMI). La disponibilidad de tecnología y software cada vez más potentes para la educación estadística y probabilística requiere, además de la innovación inherente, un desarrollo paralelo de la reflexión teórica y la conceptualización de las experiencias empíricas[25].

Finalmente, es importante destacar que esta investigación puede ser de utilidad, tanto para docente de universidad, bachillerato y educación básica. El propósito es mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de la Probabilidad y Estadística. Como se ha indicado anteriormente, para lograr una enseñanza de calidad es necesario estudiar la ansiedad de los estudiantes, y con

el propósito de mejorar se debe utilizar una herramienta que comúnmente tienen acceso la mayoría de estudiantes, una calculadora. En una futura investigación se estudiará si el uso de la calculadora ayuda a mejorar el logro académico de los estudiantes.

REFERENCIAS

- [1] L. Tauber, et al., «Experiencias de enseñanza sobre probabilidad y estadística», *Propuestas para la enseñanza de las matemáticas*, vol. 32, n° 1, pp 316-326, 2019.
- [2] H. Alvarado, et al., «Intuiciones probabilísticas en estudiantes de ingeniería: implicaciones para la enseñanza de la probabilidad», *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, vol. 21, no 2, pp 131-156, 2018.
- [3] E. Fennema y J. Sherman, «Mathematics attitudes scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males», *Journal for research in Mathematics Education*, vol. 7, no 5, pp 324-326, 1976.
- [4] C. Cruise, «Development and validation of an instrument to measure statistical anxiety. In: American Statistical Association 1985 Proceedings of the Section on Statistical Education», Washington DC: American Statistical Association, pp 92-7, 1985.
- [5] A. Onwuegbuzie, D. Da Ros, J. Ryan, «The Components of Statistics Anxiety: A Phenomenological Study», *Focus on Learning Problems in mathematics*, vol. 19, no 4, pp 11-35, 1997.
- [6] M. Yos, «CASIO EDU+ y la creación de clases en línea», *Investigaciones educativas de la enseñanza del cálculo, las ciencias y las matemáticas*, vol 1, pp 50-55, 2021.
- [7] E. Hazday, E. Rodríguez y O. Pérez, «El trabajo independiente de la matemática numérica con el uso de calculadoras graficadoras», Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría, 2010.
- [8] R. Rivero, «La enseñanza y aprendizaje del cálculo integral en un entorno computacional: actitudes de los estudiantes hacia el uso de un programa de cálculo simbólico (PCS)», Universidad de La Laguna (Canary Islands, Spain), 2004.
- [9] C. Vallejo y Y. Reyes «La Enseñanza del cálculo, las ciencias y las matemáticas», *Investigaciones educativas de la enseñanza del cálculo, las ciencias y las matemáticas*, vol 1, pp 20-243, 2021.
- [10] R. Biehler, et al., «Technology for enhancing statistical reasoning at the school level. En Third

- international handbook of mathematics education,» Springer, New York, NY, pp 643-689, 2013.
- [11] L. Bonet y R. Peiró, «Resolución de problemas con la calculadora gráfica CG50», *Revista Épsilon*, vol. 103, p. 71-87, 2019.
- [12] R. Martínez, et al., «Tecnologías de Información y Comunicación en el rendimiento académico estudiantil», 2022.
- [13] C. Gómez, «Influencia de la tecnología en el aprendizaje del estudiante para resolver problemas matemáticos», *Revista Cedotic*, vol. 5, no 1, pp 79-97, 2020.
- [14] I. Lazarte, et al. «Gamificación en la educación superior: metodología pedagógica aplicada en la asignatura probabilidad y estadística», En VIII Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad (STS 2021)-JAIIO 50 (Modalidad virtual). 2021.
- [15] C. Sánchez, «Las competencias matemáticas y el empleo de las tecnologías en estudiantes de bachillerato en México», *Revista Varela*, vol. 23, no 64, pp 24-37, 2023.
- [16] E. Auzmendi, «Las actitudes hacia la matemática-estadística en las enseñanzas media y universitaria», *Características y medición*. Ed mensajero. España, 1992.
- [17] C. Liu, B. Jack y H. Chiu «Taiwan elementary teachers' views of science teaching self-efficacy and outcome expectations», *International Journal of Science and Mathematics Education*, no 6, pp 19-35, 2007.
- [18] J. Segarra, «Motivación de estudiar Álgebra Lineal con la calculadora Casio fx-570/991», *Unión-Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, no 18, pp 1-15, 2022.
- [19] G. Daza & G. Garza, «Actitudes hacia el cálculo diferencial e integral: caracterización de estudiantes mexicanos del nivel medio superior», *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, vol 32, pp 279-302, 2018.
- [20] D. George, y P. Mallery, «SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference», Boston: Allyn & Bacon. 2003.
- [21] J. Devore, «Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. », International Thomson Editores, 2005.
- [22] W. Flores y E. Auzmendi, «Actitudes hacia las matemáticas en la enseñanza universitaria y su relación con las variables género y etnia», *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, No 22, pp 231-251, 2018.
- [23] S. Ursini y J. Sánchez, «Actitudes hacia las matemáticas. Qué son. Cómo se miden. Cómo se evalúan. Cómo se modifican», Ciudad de México, México: UNAM, FES Zaragoza. 2019.
- [24] J. Santabárbara, «Ansiedad hacia la estadística en estudiantes de Grado en Medicina», *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, vol. 22, no 4, pp 175-179, 2019.
- [25] E. Sánchez, y E. Chernoff, «La Enseñanza y el Aprendizaje de la Probabilidad en el 14º Congreso Internacional de Educación Matemática: Continuación del Trabajo Continuo del Grupo de Estudio Temático 11», *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, pp 1-8, 2022.
- [26] M. Beurze, et al., «Statistics anxiety: a barrier for education in research methodology for medical students?», *Medical Science Educator*, vol. 23, no 3, pp 377-384, 2013.