

Validación de una aplicación móvil para el aprendizaje en las habilidades de toma de decisiones de estudiantes de ingeniería

Validation of a mobile application for learning decision-making skills in Engineering students

Martha Angélica Maldonado Vargas • Juan Pablo Ucán Pech

RESUMEN

En este artículo se describe la validación de una propuesta de aplicación móvil para el aprendizaje en las habilidades de toma de decisiones para estudiantes de ingeniería. Para la construcción de la propuesta se utilizó la disciplina de Ingeniería de Software. Para la validación se utilizó en primera instancia un juicio de expertos y en segunda instancia se validó por parte de un conjunto de estudiantes con la recolección de sus opiniones a través de un instrumento basado en una escala de Likert de cuatro niveles. En general las opiniones recolectadas fueron positivas; se observó que existe una influencia positiva por parte de los alumnos universitarios para responder a los problemas que se les presenten, no solo académicamente sino también en la vida cotidiana, porque la aplicación móvil tomó en cuenta sus necesidades como usuarios.

Palabras clave: Ambiente virtual de aprendizaje, tecnología educativa, aprendizaje móvil, *software* educativo, heurística.

ABSTRACT

This article describes the validation of a mobile application proposal for learning decision-making skills for engineering students. For the construction of the proposal, the discipline of Software Engineering was used. For the validation, an expert judgment was used in the first instance, and in the second instance, it was validated with the collection of the opinions from a group of students through an instrument based on a four-level Likert scale. In general, the opinions collected were positive; it was observed that there is a positive influence from university students to respond to the problems that arise, not only academically but also in daily life because the mobile application took into account their needs as users.

Keywords: Virtual learning environment, educational computing, M-learning, educational software, heuristics.

INTRODUCCIÓN

La toma de decisiones a lo largo de la vida (académica, personal y laboral) se va fortaleciendo de acuerdo al proceso estratégico que cada persona va desarrollando. Decisiones que se toman al levantarse y hasta la hora de dormir forman parte del día a día. Siempre existen detalles específicos en cada situación que varían, y por lo general la toma de decisiones se realiza con los siguientes pasos: reconocer y definir con claridad el problema, recopilar la información necesaria para analizar las posibles alternativas, seleccionar e implementar la alternativa más viable; para lograr con eficacia lo anterior se recurre a procedimientos más formales llamados heurísticas, siendo estas un procedimiento cuyas acciones tienen un cierto grado de variabilidad y su ejecución garantiza la consecución de un resultado óptimo.

Por otro lado, la tecnología educativa es una disciplina nueva, significativa, integradora y viva, porque los cambios van de acuerdo al ambiente en el que está inmersa (Cabero y Barroso, 2015). Además, relaciona las experiencias en el conjunto enseñanza-aprendizaje, mostrando mejoras en los contenidos educativos formales e informales con el uso extendido de redes sociales, la web, a través de reuniones virtuales, comunicación en tiempo real y ubicua; destacando que en la actualidad es imperante que el docente sea una persona con iniciativa y capacidad para anticiparse a problemas o necesidades futuras y lo que represente el proceso enseñanza-aprendizaje en la utilización cotidiana de las tecnologías de información y comunicación (TIC) y su cambio con el uso de herramientas digitales o nueva infraestructura en la educación.

Usar TIC en las aulas admitirá creación en la manera de educar, pues se podrá hacer uso de diferentes herramientas de comunicación, de estrategias y técnicas para la formación y mayor flexibilidad en la figura docente-aprendiz.

Algunas de las ventajas que ofrecen los ambientes virtuales de aprendizaje son que con ellos se puede acceder a la enseñanza ubicua, dinámica en contextos espe-

Martha Angélica Maldonado Vargas. Profesora-Investigadora de la Universidad Madero, Puebla, México. Es Doctora en Tecnología Educativa por el Centro Universitario Mar de Cortés, Maestra en Ingeniería Energética Aplicada a Procesos e Ingeniero Químico por la UNAM. Fue coordinadora de proyectos en el Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica (1999-2004). Es especialista en los módulos Production Planning, Sales and Distribution, Quality Management, Project Systems and Warehouse Management de SAP y especialista en Plant Simulation y Jack de la plataforma de Siemens. Cuenta con una certificación en docencia virtual por la Universidad Benito Juárez (2021). Correo electrónico: marthamv@umad.edu.mx. ID: <https://orcid.org/0000-0001-8621-7216>.

Juan Pablo Ucán Pech (autor de correspondencia). Profesor-Investigador en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Es Licenciado en Ciencias de la Computación por la Facultad de Matemáticas de la UADY, Maestro en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Mérida y Doctor en Sistemas Computacionales por la Dirección de Posgrado e Investigación de la Universidad del Sur. Es miembro del Cuerpo Académico de Investigación de Ingeniería de Software para la Educación. Cuenta con los reconocimientos del Sistema Nacional de Investigadores y del PRODEP. Su trabajo de investigador es en áreas de ingeniería de *software* e informática educativa. Correo electrónico: juan.ucan@correo.uady.mx. ID: <https://orcid.org/0000-0002-1013-6396>.

cíficos y que tenga características del *M-learning*, es decir, que sea multifuncional, personalizable, flexible, motivante y diversa.

De acuerdo con Al-Rahmi et al. (2022), en los años recientes, entre las tecnologías que han sido de interés en el proceso de enseñanza-aprendizaje se encuentran los ambientes virtuales de aprendizaje basados en el aprendizaje móvil o *M-learning*, y por otro lado Rodríguez y Juárez (2017) afirman que el uso de los dispositivos móviles como herramienta de aprendizaje en el salón de clases puede considerarse favorable.

El trabajo que se describe en el presente artículo se deriva de la propuesta de un prototipo para el aprendizaje en las habilidades de toma de decisiones de estudiantes de ingeniería, en particular se presenta la validación de la propuesta que corresponde a una aplicación de *software* para dispositivos móviles identificada como *Toma de decisiones* (TD).

MARCO TEÓRICO

Heurísticas para la toma de decisiones

La teoría de decisiones es una aproximación general cuando los resultados de diferentes alternativas son por costumbre inciertos y ayuda en las decisiones sobre procesos, capacidad, localización, inventario, transporte, costos, y algunos más. Para empezar, se debe realizar una lista de alternativas viables considerando un número finito de alternativas, incluyendo la de no hacer nada; además hacer una lista de los acontecimientos (fortuitos o estados de la naturaleza) que tengan repercusión en el resultado de la opción elegida, pero que estén fuera del control del tomador de la decisión.

Cuando se presentan varias opciones y se pretende tomar una decisión de manera efectiva, primero se debe identificar el problema, los criterios de decisión que son relevantes o importantes y ponderarlos de forma coherente para poder evaluar aplicando cualquier heurística.

Además, cuando se toman decisiones se tienen tres condiciones a escoger: con certidumbre, riesgo e incertidumbre. Certidumbre, cuando se conoce el resultado de cada alternativa; el riesgo es la condición en la que el tomador de decisiones puede estimar la probabilidad de ciertos resultados; finalmente, la incertidumbre es cuando no se está seguro de los resultados y no se pueden hacer estimaciones de probabilidad razonables.

Son cuatro métodos de evaluación los que en este artículo se describen para la toma de decisiones: la calificación de factores o matriz de preferencias, el análisis del punto de equilibrio, la teoría de decisiones y el árbol de decisiones (Heizer, 2009).

La matriz de preferencia opera con criterios múltiples que no pueden evaluarse con una sola medición de conceptos, como el costo o la utilidad. El análisis de punto de equilibrio permite determinar la magnitud del cambio, ya sea en volumen o demanda que se requiere para considerar que una alternativa es mejor que otra. La

teoría de las decisiones evalúa la mejor alternativa cuando los resultados son inciertos, y, finalmente, el árbol de decisiones se considera cuando las decisiones se toman de forma secuencial.

TIC y tecnología educativa

El uso de las TIC comprendidas y utilizadas como herramientas de apoyo permite al docente crear un ambiente entusiasta y motivado, con lo cual se mejora el proceso enseñanza-aprendizaje. La tecnología educativa admite desarrollar nuevos modelos de integración (docente-estudiante) y es con el manejo de dispositivos tecnológicos para el acceso a información y recursos que complementen lo aprendido dentro del salón de clase. Hoy en día la educación es una variable que incorpora a diversas comunidades, siendo las TIC uno de los principales vínculos para el aprendizaje.

El desarrollo de las TIC es acelerado, afectando sobremanera a la educación, porque

Depende del comportamiento de muchas variables relacionadas con cuatro factores, a saber, la filosofía pedagógica y la competencia tecnológica de los educadores; los recursos tecnológicos propiamente dichos, hardware y conectividad; la disponibilidad y correcta utilización de los contenidos digitales apropiados; el apoyo administrativo, pedagógico y técnico que ofrece la institución [De Cendros y Bermudes, 2009, p. 10].

Por otro lado, De Cendros y Bermudes (2009) establecen como factores importantes para asegurar el aprovechamiento de las TIC en el aprendizaje a la competencia tecnológica del docente y sus creencias y prácticas pedagógicas, haciendo hincapié en las teorías de aprendizaje, lineamientos o estándares académicos y su relación con el trabajo profesional. Sin embargo, entre los docentes existen barreras tecnológicas que impiden la incorporación de las TIC en las aulas, como son:

- Competencia tecnológica (el docente debe entender el funcionamiento del sistema operativo de su equipo, saber usar herramientas básicas, aprender manejo de programas principales, usar correo electrónico y navegadores de Internet).
- Recursos tecnológicos con los que cuenten las instituciones y a disposición de la comunidad (*software* y *hardware*).
- Estrategias instruccionales tecnológicas (uso de contenidos digitales pertinentes, actualizados y de acceso instantáneo, gratuitos o de pago) para su integración al proceso de aprendizaje.
- Apoyo técnico en las instituciones educativas (computadoras y conectividad).
- Resistencia del docente (no quiere utilizar las TIC).

Aunque las TIC promueven la creación de un espacio social nuevo y de carácter virtual en la sociedad y con su implementación se desarrollaron nuevos procesos de aprendizaje y trasmisión de conocimiento promoviendo la globalización y difusión

de una cultura de masas, aunado a que las instituciones educativas han cambiado sus estructuras para no quedar rezagados en el avance tecnológico, se tienen ciertas limitaciones a nivel universitario como el discurso oral o impreso, sigue el docente siendo el transmisor de información y sin conocimiento tecnológico, además de los altos costos de las tecnologías (De Cendros y Bermudes, 2009).

Sin embargo, a fin de evitar dificultades en este proceso de enseñanza-aprendizaje, las instituciones educativas deben fomentar la optimización de sus métodos de enseñanza, capacitar a sus docentes en el uso adecuado de las TIC, incorporar nuevos recursos tecnológicos, modificar conceptos, hábitos y habilidades y cambios en el dúo alumno-profesor para lograr un aprendizaje significativo, con una educación más individual y flexible.

Las dificultades que se presentan en los alumnos en su proceso de aprendizaje son: infraestructura en casa, escuela, bibliotecas, se deben tener computadoras con acceso a Internet; contenidos programáticos accesibles en línea, diseñados con fines educativos, disponibles en redes educativas nacionales; alfabetización tecnológica derivada de la debida capacitación al personal tanto docente como administrativo de las instituciones educativas; apoyo técnico en el momento que se requiera y de preferencia en el lugar, que puede ser a través de un departamento de soporte técnico; recursos económicos destinados a la educación, para capacitar a los alumnos para pensar.

Cabe hacer la siguiente declaración: para lograr un aprendizaje significativo en los alumnos, los docentes deberán estar capacitados para manipular con eficiencia, efectividad y eficacia cuanta información se tenga de Internet (a través, indudablemente, del curado de contenidos) para utilizar las herramientas TIC de forma que su desempeño laboral se vea favorecido con consecuencias que permitan convertir la información en conocimiento y siempre estar actualizados en funciones y estrategias educativas.

En el mismo sentido, la educación universitaria constantemente se está innovando, con el objetivo de obtener mejores resultados en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y uno de los elementos involucrados en este proceso ha sido sin duda la tecnología.

De acuerdo con Al-Rahmi et al. (2022), en los años recientes entre las tecnologías que han sido de interés en el proceso de enseñanza-aprendizaje se encuentran los ambientes virtuales de aprendizaje basados en el aprendizaje móvil o *M-learning*, el cual se “trata de un proceso de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes utilizan los dispositivos móviles para su desarrollo” (Fernández-Arias et al., 2021, p. 62).

Couoh y Martin (2021) exponen que en un principio cuando aparecieron los dispositivos móviles como los teléfonos, por ejemplo, fueron utilizados solo para comunicarse, pero hoy en día los teléfonos inteligentes y otros dispositivos móviles se han introducido en otras disciplinas, y la educación no es la excepción, tal como se mencionó anteriormente, principalmente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Trabajos relacionados

Como se mencionó en la sección anterior, dentro de las instituciones educativas han surgido metodologías para poder implementar el uso de tecnologías y aplicaciones móviles en el proceso enseñanza-aprendizaje con miras a satisfacer las necesidades de los alumnos, tener clases eficaces, motivantes y mejores. Como resultado de la revisión de la literatura, a continuación se presentan algunos trabajos relacionados.

Romero-Rodríguez et al. (2021) presentaron un análisis del *mobile learning* como una herramienta para la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje y su influencia en la auto-regulación, porque facilita el acceso a la información y a los contenidos. Utilizando una metodología cuantitativa para representar la realidad observada e instituir conclusiones genéricas, consideraron como población una muestra de 420 estudiantes, el instrumento utilizado fue un cuestionario (con 20 ítems: uso de dispositivo móvil en clase, carga de aplicaciones educativas, dispositivo móvil como apoyo en la formación, motivación de uso, entre otros) que se evaluó con la escala de Likert de cuatro niveles (poco, nada, bastante y mucho), considerando como variables principales el rendimiento académico, el uso del dispositivo móvil y la autorregulación. Entre los resultados obtenidos se observa que los alumnos utilizan mayoritariamente la computadora portátil, mientras que casi no usan aplicaciones para ayudarse en los estudios y además tampoco las descargan. Por otro lado, los alumnos creen que el dispositivo móvil les permite establecer una relación más fluida con el profesor y les facilita la comprensión de los contenidos de aprendizaje. Así también se observó la correlación que a mayor rendimiento académico mayor auto-regulación. Los autores concluyen que el estudio no indica una relación significativa entre la influencia del dispositivo móvil y su impacto con el rendimiento académico, además del surgimiento de la necesidad de investigar qué recursos tecnológicos tienen una mayor influencia o impacto en el aprendizaje. Otro punto importante son las líneas de investigación futuras, principalmente el análisis de los beneficios de la implementación de los dispositivos móviles en la educación superior.

De forma similar, Tejada y Barrutia (2021) exploraron las actitudes de los alumnos y docentes respecto a la implementación del aprendizaje móvil, principalmente en la región de Cajamarca, Perú, con el objetivo de conocer en qué proporción los usuarios tienen el interés de usar la tecnología y conocer los impactos generados. La metodología utilizada fue de tipo exploratoria para evaluar el conocimiento de los estudiantes y docentes y su percepción de la utilidad de los dispositivos móviles en el ámbito educativo. La población considerada fue de cinco instituciones de educación superior de Cajamarca, Perú; con 450 estudiantes y 125 alumnos. Los instrumentos utilizados fueron encuestas (28 preguntas, siguiendo la escala Likert de cinco puntos) aplicadas a los alumnos y docentes. Usando estadística descriptiva junto con un estudio factorial exploratorio y haciendo pruebas de confiabilidad se analizaron los

datos. Los resultados obtenidos demostraron que la población mayoritaria era de la especialidad de educación incluyendo más varones. Un dato controversial es que casi el 12% de los encuestados no tienen ningún tipo de dispositivo móvil. Entre los estudiantes destaca la percepción de la superación personal y la evolución en sus habilidades de aprendizaje, mientras que en la plantilla docente se detona el uso del dispositivo móvil para navegar en la web, acceder a correos electrónicos y usar *apps*, pero solo el 18.4% lo usa para mejorar sus estrategias de enseñanza.

Por otro lado, existen numerosas situaciones en las que el ser humano debe elegir entre diferentes alternativas, aún siendo la selección subjetiva, depende de diversos criterios y aspectos a tomar en cuenta. Un procedimiento matemático para toma de decisiones complicadas es el proceso de jerarquía analítica; Alarcón (2018) propone una aplicación móvil que puede utilizar cualquier persona, en cualquier ámbito, para ayudarlos a tomar decisiones en situaciones de la vida real. El análisis de estudio empleado en su propuesta fue cuantitativo de tipo experimental basado en el grado de aceptación del usuario. En el proceso de la aplicación la metodología de desarrollo fue ágil (Scrum), la cual se basa en iteraciones para aplicaciones móviles, usando además el entorno de Android Studio y el *software* Developer Kit y Java Developer Kit. Considerando una muestra de 30 sujetos a los cuales se les aplicaron dos encuestas (en la primera se prueba la aplicación y en la segunda se prueba la aceptabilidad), los resultados que obtuvo fueron que la mayoría de las personas encuestadas estuvo de acuerdo con la elección que se tomó con la aplicación, en la primera y segunda alternativas con un 80% y en la tercera alternativa con un 97%. El autor concluyó que el grado de éxito de los usuarios al seleccionar una alternativa fue de 80%, siendo un valor alto porque los datos de entrada y salida dependen de la ponderación que los sujetos otorguen a las alternativas, además no se puede realmente afirmar que la solución sea la correcta porque existen diferentes variables, las ponderaciones suelen ser también distintas y no siempre serán cuantitativas.

CARACTERÍSTICAS DEL TD DESARROLLADO

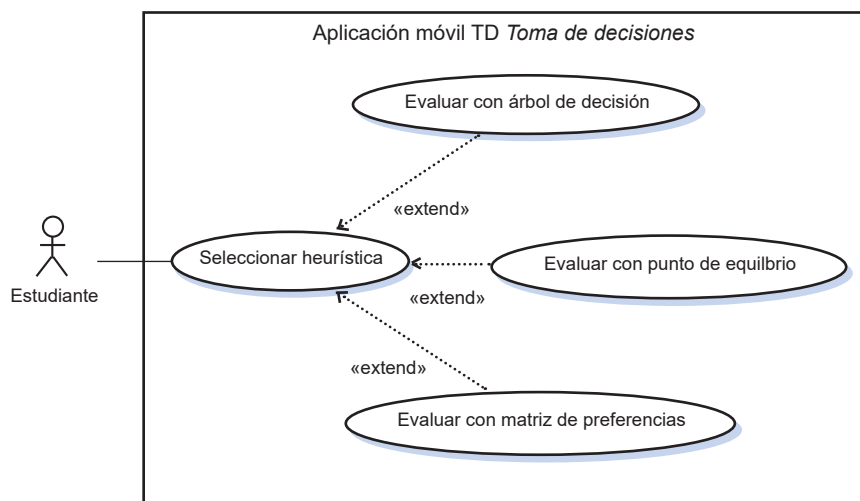
La herramienta propuesta, denominada como *Toma de decisiones* (TD), consiste en la integración de tres heurísticas juntas, como son matriz de preferencias, punto de equilibrio y árbol de decisiones, que permiten en conjunto la resolución de problemas para la toma de decisiones en la ingeniería de procesos. El TD se puede definir como una herramienta computacional que le permita al usuario identificar soluciones más fácilmente, así como realizar un análisis más eficiente, evaluar, clasificar e interpretar los datos que se obtengan para una mejor planificación y administración.

A continuación se describe de manera general el TD evaluado en este reporte de investigación. En la Figura 1 se visualiza un elemento de diseño del TD, este corresponde al diagrama de casos de uso utilizado para la construcción de la herramienta.

En este diseño se pueden visualizar los tres módulos desarrollados en el TD, donde los usuarios principales del TD son los estudiantes; los estudiantes pueden acceder a cualquiera de los tres módulos principales: “Árbol de decisión”, “Punto de equilibrio” o “Matriz de preferencias”. De manera general, una vez accedido cualquiera de estos tres módulos, a los estudiantes se les presenta una serie de datos de entrada en función del tipo de problema para el que esté diseñada y una serie de datos y gráficos de salida que son las soluciones del problema, incluye también comentarios.

Figura 1

Diagrama de casos de uso del TD



Fuente: Construcción personal.

Figura 2

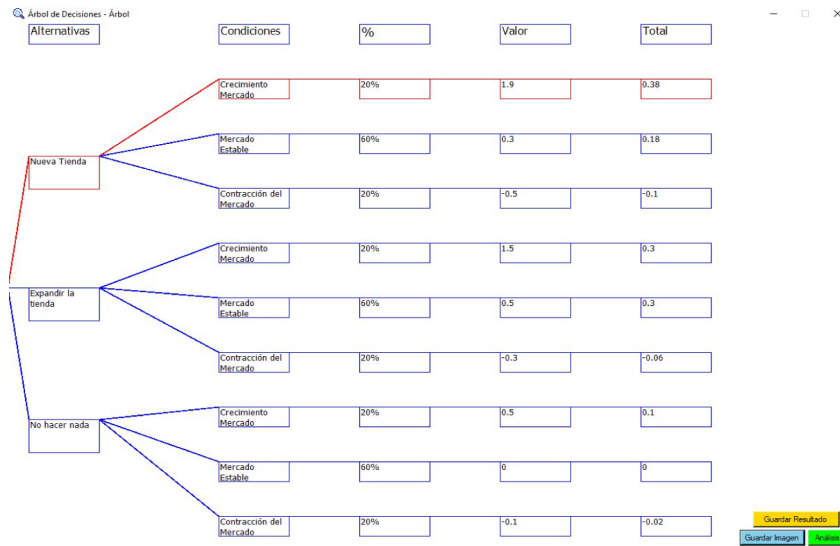
Árbol de decisiones: datos de entrada

Alternativas	Crecimiento Mercado	Mercado Estable	Contracción del Mercado
Nueva Tienda	1.9	0.3	-0.5
Expandir la ...	1.5	0.5	-0.3
No hacer na...	0.5	0	-0.1

Fuente: Construcción personal.

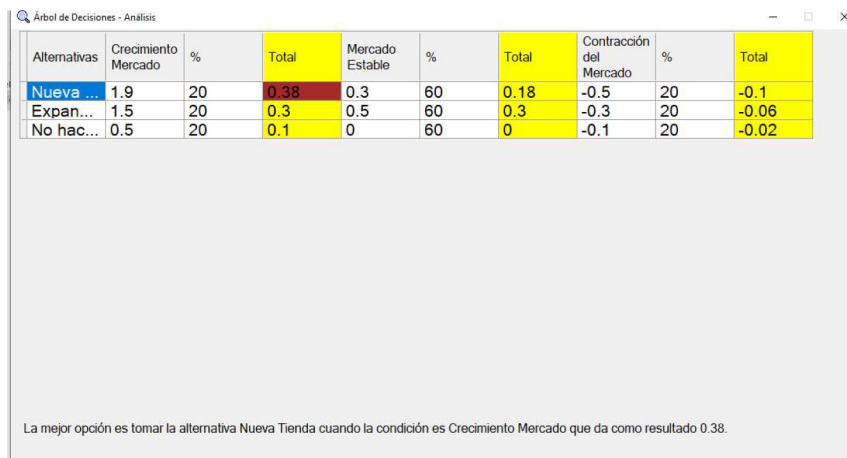
Para la construcción del TD se utilizó como lenguaje de programación C# (orientado a objetos) y proporciona construcciones de lenguaje para aceptar directamente estos conceptos; es decir, este conjunto de herramientas se utiliza para crear sitios y aplicaciones web (de escritorio y móviles). Un ejemplo de la interfaz de usuario del módulo “Árbol de decisiones” se muestra en las figuras 2, 3 y 4.

Figura 3
Árbol de decisiones: datos de salida



Fuente: Construcción personal.

Figura 4
Árbol de decisiones: datos de salida



Fuente: Construcción personal.

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

La validación de un producto de *software* consiste en un proceso para comprobar si dicho producto cumple con lo que el usuario deseaba. El proceso utilizado para la validación del *software Toma de Decisiones* (TD) se realizó desde dos instancias, la primera fue con el cliente y la segunda con los usuarios.

Como primera instancia de validación, los clientes quienes fungieron como expertos fueron los involucrados en este proyecto de investigación. Para dicha validación los clientes, con apoyo de los desarrolladores del *software*, fueron revisando cada una de las funcionalidades del TD definidas en la especificación de requisitos del *software*, que al final fueron aceptadas.

En la segunda instancia de validación el TD se utilizó para una evaluación empírica en la que participaron los clientes y alumnos, donde los alumnos fungieron como usuarios. Al final, el objetivo de esta segunda parte de la validación fue también evaluar el aprendizaje en las habilidades de toma de decisiones de los alumnos, y al final también fue apreciada correctamente.

Como parte del método para realizar las pruebas en la segunda instancia antes mencionada se les aplicó a los alumnos un cuestionario, en nuestro caso se diseñó un instrumento que recopilaba la opinión de los alumnos con base en una escala Likert de cuatro niveles; en la Figura 5 se presenta el instrumento utilizado. Cabe mencionar que los primeros tres ítems de este instrumento corresponden a la descripción de tres problemas que los alumnos resolvieron implementando las tres heurísticas juntas (matriz de preferencias, punto de equilibrio y árbol de decisiones), dichos problemas serán considerados para una evaluación empírica de aprendizaje de esta temática.

En la validación aquí reportada, en una sesión de aprendizaje participaron 30 alumnos, algunos de ellos se encontraban cursando su quinto semestre de la Licenciatura de Ingeniería Industrial y Rentabilidad de Negocios, y otros del noveno semestre de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, correspondientes al semestre enero-mayo del 2022.

Antes de presentar los resultados, es importante señalar que el instrumento fue validado en dos fases, en la primera fase se realizó análisis cualitativo y en la segunda fase análisis cuantitativo.

En la primera fase se realizó una validez de contenido, esta consistió en una validación por jueces. Durante esta fase el instrumento fue presentado a un grupo de cinco expertos en el área de investigación (tal como lo indica la técnica Delphi), dichos expertos realizaron la actividad correspondiente y como resultado se obtuvieron opiniones positivas, además se simplificó el resultado del trabajo de investigación gracias a su retroalimentación.

En la segunda fase se realizó una validez de constructo, esta consistió en una validación de fiabilidad del instrumento. Para esta actividad se aplicó el coeficiente

Figura 5
Instrumento de evaluación de herramienta propuesta

		TED	Totalmente En Desacuerdo		
		ED	Desacuerdo		
		N	Neutral		
		DA	Acuerdo		
		TED	ED	N	DA
04	Me fue fácil aprender a usar la aplicación para toma de decisiones.				
05	Al utilizar la aplicación los tiempos de respuesta fueron menores.				
06	Me resulto fácil tomar la decisión con la aplicación.				
07	El esfuerzo para utilizar la aplicación ha sido mínimo				
08	La aplicación me ayudó a agilizar el proceso de tomar decisiones.				
09	Con la aplicación, puedo considerar varias alternativas de solución				
10	Con la aplicación mejoraron mis habilidades para tomar decisiones.				
11	Con la aplicación puedo disminuir los errores en la toma de decisiones.				
12	Puedo disminuir consecuencias negativas de tomar decisiones al tener una mejor herramienta como la aplicación.				
13	Al usar la aplicación, puedo evaluar mejor las oportunidades de tomar una decisión.				
14	Tengo mayor tiempo para analizar las fortalezas y debilidades de mi decisión.				
15	Al usar la aplicación me permite tener mejor percepción de las alternativas a elegir.				
16	Con el uso de la aplicación ¿se pueden distinguir valores objetivos?				
17	Con la aplicación, ¿se pueden distinguir de manera fácil otros intereses diferentes a las alternativas de selección?				
18	¿Tuve conflicto cuando en la decisión resultaron atractivas varias opciones?				
19	Cuando tomo decisiones, considero los riesgos.				
20	Considero un momento idóneo para tomar una decisión				
21	Considero que el tiempo influye de la misma manera en cualquier decisión.				
22	La diversidad que presenta la aplicación permite realizar todas las acciones requeridas para resolver las heurísticas.				
23	La diversidad que presenta la aplicación permite alcanzar un nivel de interacción suficiente para comprender las heurísticas.				
24	Con la aplicación, es más fácil resolver el procedimiento matemático que tomar la decisión.				
25	Me gusto tener una herramienta que me ayude a resolver las heurísticas.				
26	Considero que puedo disminuir consecuencias negativas de tomar decisiones al tener una mejor herramienta.				

Fuente: Construcción personal.

denominado Alfa de Cronbach y los resultados obtenidos mostraron un coeficiente de 0.989, es decir, el nivel de fiabilidad obtenido fue excelente.

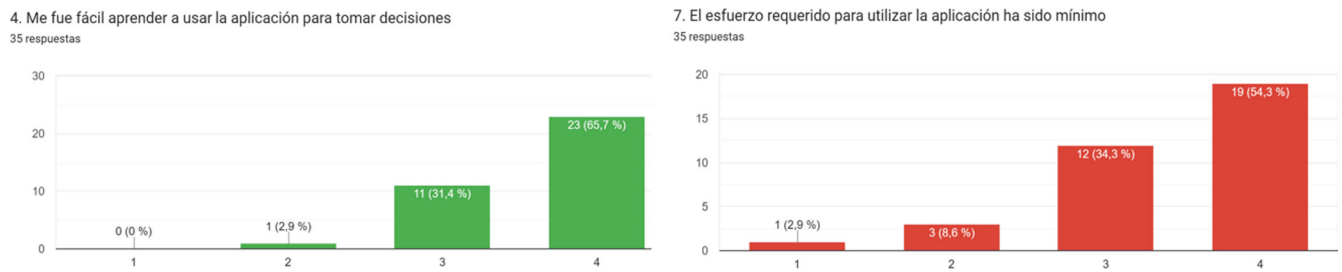
Las opiniones recogidas con el instrumento se ilustran y analizan a continuación.

En la Figura 6 se ilustran los ítems 4 y 7. Los resultados son que el 66% de los sujetos de prueba está de acuerdo en que le fue fácil aprender a usar la aplicación para toma de decisiones, el 31% se mostró neutral y solo el 3% estuvo en desacuerdo. Asimismo, en el ítem 7 se observa al 54% de los alumnos que están de acuerdo en que el esfuerzo requerido para utilizar la aplicación ha sido mínimo, mientras que el 34% de los sujetos se mostró neutral y el 9% está en desacuerdo.

Derivado de lo anterior, resulta prioritario el otorgarles a los alumnos universitarios este tipo de herramientas para adquisición de competencias que les servirán en su vida, aun teniendo que cambiar la metodología de enseñanza frente al aprendizaje tradicional en la materia de planeación y control de la producción.

Para adquirir destrezas en las competencias cognitivas, se debe invertir de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales para la solución de problemas (Arceo et al., 2019). Los sujetos de prueba (por su edad) están considerados como nativos digitales, lo cual les facilitará el uso de la *app* y será un recurso innovador.

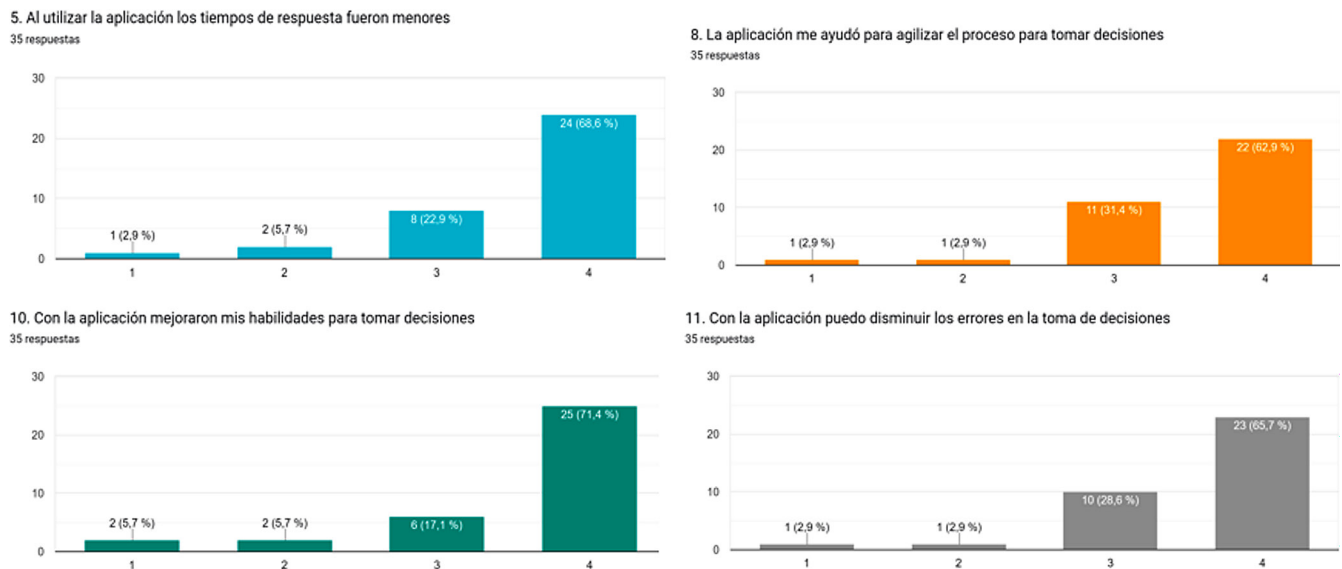
Figura 6
Respuestas post test, ítems 4 y 7



Fuente: Construcción personal.

La Figura 7 contiene los resultados de los ítems 5, 8, 10 y 11. En el ítem 5 se observa que el 68% de los estudiantes estuvieron de acuerdo en que al utilizar la aplicación los tiempos de respuesta fueron menores, el 23% se mostró neutral y el 6%

Figura 7
Respuestas post test, ítems 5, 8, 10 y 11



Fuente: Construcción personal.

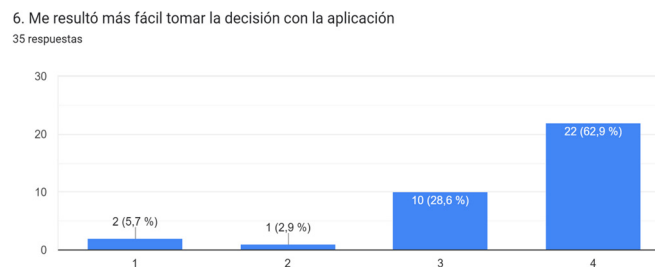
estuvo en desacuerdo. Por otro lado, en el ítem 8 el 63% respondió que la aplicación les ayudó a agilizar el proceso para tomar decisiones, el 31% fue neutral y el 6% estuvo en desacuerdo. Así también en el ítem 10, el 71% de los alumnos estuvieron de acuerdo en que mejoraron sus habilidades para tomar decisiones, el 17% se mostró neutral y el 6% estuvo en desacuerdo.

Finalmente, en el ítem 11 se muestra que el 66% de los sujetos considera que puede disminuir errores en la toma de decisiones, el 28% fue neutral y solo el 3% estuvo en total desacuerdo. Los errores en la toma de decisiones pueden atribuirse a la responsabilidad o a la culpa y se manifiestan en fallos que comprometen no solo la integridad de las personas sino también la producción, organización en términos empresariales. Derivado de esto, pueden establecerse errores atribuibles a la relación persona-contexto en los lugares donde se realizan las actividades (Mira, 2013), y es lo que con una toma de decisiones adecuada se puede evitar, desde sobrecarga de trabajo, condiciones ambientales deficientes, entre otros.

Para el 63% de las personas que respondieron el ítem 6 de la Figura 8 les resulta más fácil tomar la decisión con la aplicación, mientras el 29% es neutral y el 6% está en total desacuerdo. Como se sabe, la opinión de un sujeto al momento de elegir entre diferentes opciones depende de los criterios a tomar en cuenta, además, si no los tiene bien definidos puede ser una selección subjetiva (Alarcón, 2018). Con la aplicación se disminuye el sesgo al proporcionar ventajas, pues resuelve los algoritmos matemáticos, les otorga un análisis y por lo tanto es más fácil tomar la decisión.

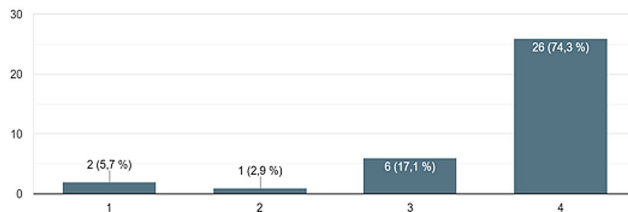
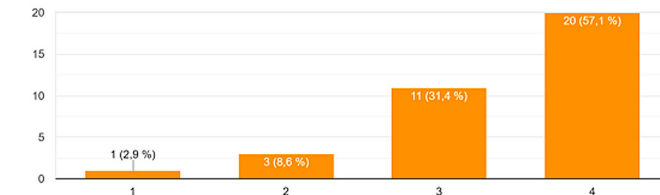
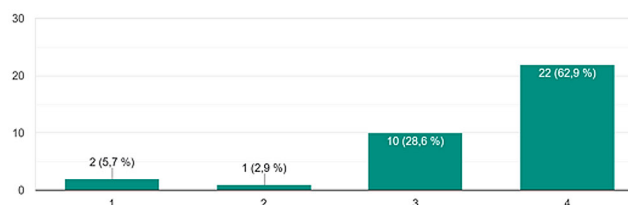
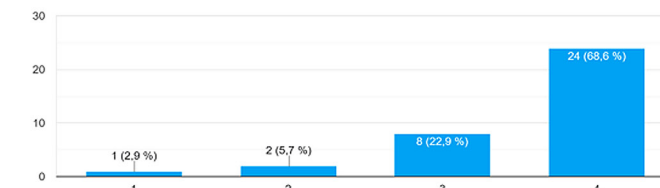
Figura 8

Respuestas post test, ítem 6



Fuente: Construcción personal.

En la Figura 9 se tienen los resultados de los ítems 9, 12, 13 y 14. En el ítem 9 se observa que el 74% de la población encuestada busca alternativas, es decir, considera desde diferentes perspectivas la situación problemática para encontrarle una solución, el 17% se mostró neutral y el 6% estuvo en total desacuerdo. Colombo (2018) refiere que para elegir de manera adecuada las personas deben aprender a escuchar antes de hablar, observar el significado de las palabras, observar la situación desde puntos de vista diferentes y tomar en cuenta el yo interno.

Figura 9*Respuestas post test, ítems 9, 12, 13 y 14*9. Con la aplicación, puedo considerar varias alternativas de solución
35 respuestas12. Puedo disminuir consecuencias negativas de tomar decisiones al tener una mejor herramienta como la aplicación
35 respuestas13. Al usar la aplicación, puedo evaluar mejor las oportunidades de tomar una decisión
35 respuestas14. Tengo mayor tiempo para analizar las fortalezas y debilidades de mi decisión con el uso de la aplicación
35 respuestas*Fuente:* Construcción personal.

Así también pueden disminuir las consecuencias negativas de tomar decisiones al tener una mejor herramienta como la aplicación, de acuerdo con el 57% de los encuestados para el ítem 12, el 31% es neutral en este sentido y el 9% está en desacuerdo. Para el ítem 13, el 68% de los alumnos indicaron que al usar la aplicación pueden evaluar mejor las oportunidades de tomar una decisión y el 23% de los sujetos se mostró neutral, teniendo un 6% de alumnos en total desacuerdo.

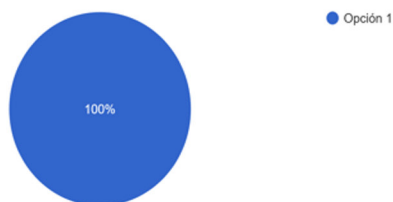
Para el ítem 14, el 68% de los alumnos están de acuerdo con poder evaluar mejor las oportunidades de tomar una decisión y también tienen mayor tiempo para analizar las fortalezas y debilidades de una decisión, en este mismo ítem se tuvo el 23% que contestó neutral y el 6% en desacuerdo.

De gran interés son los resultados de la Figura 10, pues incluye los ítems 15, 16, 17 y 18. En el ítem 15, todos los jóvenes entrevistados coincidieron en que usar la aplicación les permite tener una mejor percepción de las alternativas a elegir. En los ítems 16 y 17 el 63% de los sujetos de prueba pueden distinguir de manera fácil otros intereses diferentes a las alternativas de selección y también con el uso de la aplicación se pueden distinguir valores objetivos. Se les preguntó si tuvieron conflicto cuando en la decisión resultaron atractivas varias opciones, el 37% respondió neutral, y el 29% estuvo de acuerdo.

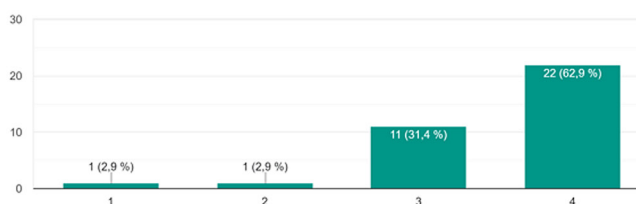
Figura 10

Respuestas post test, ítems 15, 16, 17 y 18

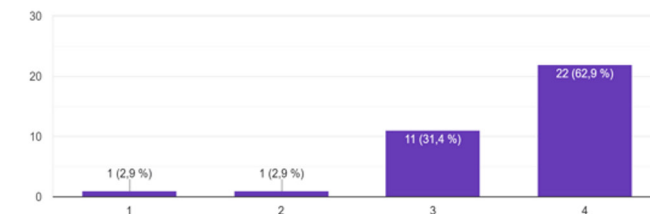
15. Usar la aplicación me permite tener mejor percepción de las alternativas a elegir
35 respuestas



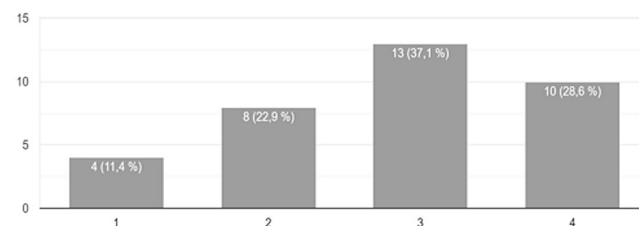
17. Con la aplicación, ¿se pueden distinguir de manera fácil otros intereses diferentes a las alternativas de selección?
35 respuestas



16. Con el uso de la aplicación, ¿se pueden distinguir los valores objetivos?
35 respuestas



18. ¿Tuve conflicto cuando en la decisión resultaron atractivas varias opciones?
35 respuestas



Fuente: Construcción personal.

Generalmente cuando se presenta un conflicto (situación de desacuerdo) los seres humanos lo eluden porque no lo saben gestionar (Ingenia, 2008). Para abordar con éxito la resolución de conflicto y que el proceso de toma de decisiones sea favorable, en primera instancia se debe prever e identificar la situación para detectar y analizar los problemas que se tengan, evaluar si se puede resolver el conflicto con alguna habilidad social y sobre todo clasificar los criterios y factores que influyen en la decisión.

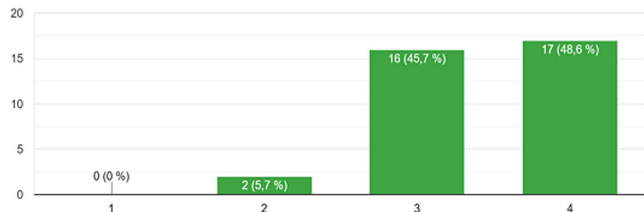
Los resultados obtenidos en la Figura 11 muestran en el ítem 19 que el 48% de los alumnos están de acuerdo en que cuando toman decisiones consideran los riesgos, sin embargo, el 46% se percibe como neutral y solo el 6% está en desacuerdo. Por otro lado, en el ítem 20 el 49% de los sujetos de prueba considera que existe un momento idóneo para tomar una decisión, mientras que el 37% lo considera de forma neutral y el 11% está en desacuerdo.

En el ítem 21 el 63% de los estudiantes está de acuerdo en considerar que el tiempo influye de la misma manera en cualquier decisión, por otro lado, el 26% es neutral y el 8% de los alumnos está en desacuerdo. Además, en el ítem 26 se observa que el 77% de los encuestados considera que puede disminuir consecuencias negativas de tomar decisiones al tener una mejor herramienta, el 17% es neutral y solo el 3% está en total desacuerdo.

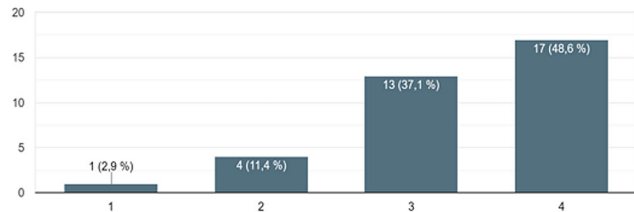
Figura 11

Respuestas post test, ítems 19, 20, 21 y 26

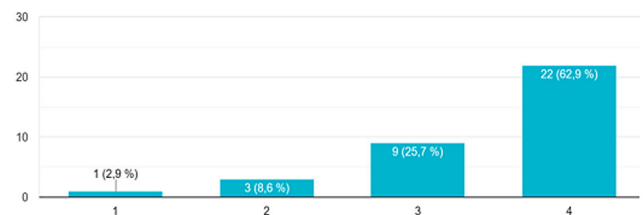
19. Cuando tomo decisiones, considero los riesgos
35 respuestas



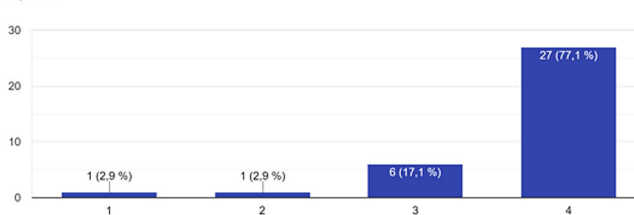
20. Considero que existe un momento idóneo para tomar una decisión
35 respuestas



21. Considero que el tiempo influye de la misma manera en cualquier decisión
35 respuestas



26. Considero que puedo disminuir consecuencias negativas de tomar decisiones al tener una mejor herramienta
35 respuestas



Fuente: Construcción personal.

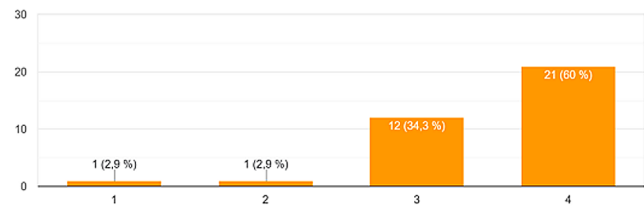
Durante el día se toman alrededor de 35,000 decisiones y el 99.74% de ellas de forma automática (y conscientes solo de una parte), desde triviales como decidir levantarte hasta trascendentes como aceptar un empleo nuevo. Se hace difícil porque la mayoría de las personas debe considerar el riesgo y la posibilidad de que las alternativas fallen, puesto que no es sencillo y en muchas ocasiones se debe, entre otras cosas, a la falta de información (incluso desconocerla totalmente) de las alternativas a elegir, por lo que los riesgos deben ser abordados de forma sistemática para poder resolverlos (Funston et al., 2010).

En la Figura 12 se ilustran los resultados de los ítems 22 y 23. Cuando se les preguntó si la diversidad que presenta la aplicación permite realizar todas las acciones requeridas para resolver las heurísticas (ítem 22) el 60% de los encuestados estuvo

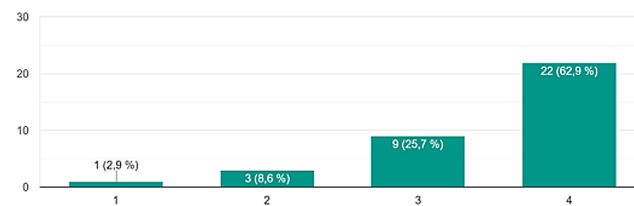
Figura 12

Respuestas post test, ítems 22 y 23

22. La diversidad que presenta la aplicación permite realizar todas las acciones requeridas para resolver las heurísticas
35 respuestas



23. La diversidad que presenta la aplicación permite alcanzar un nivel de interacción suficiente para comprender las heurísticas
35 respuestas



Fuente: Construcción personal.

de acuerdo, el 34% lo consideró de forma neutral y solo el 3% estuvo en total desacuerdo; así también se les preguntó en el ítem 23 si la diversidad que presenta la aplicación permite alcanzar un nivel de interacción suficiente para comprender las heurísticas y el 63% estuvo de acuerdo, el 26% de los alumnos fue neutral y el 8% estuvo en desacuerdo.

El diseño de interacción en una *app* consiste en la disposición de los servicios interactivos de una aplicación, sus sistemas y el entorno con el usuario, para lo cual se deben tomar en cuenta las necesidades que presenta el usuario, en este caso la *app* está dirigida a estudiantes de ingeniería con quienes se trabajó para el desarrollo de los escenarios (interfaces), se consideró la usabilidad, es decir, sencilla de usar con una curva de aprendizaje rápida, y sobre todo se tomó en cuenta el tiempo de respuesta de la *app* (rápida).

En respuesta se ve en la Figura 13 que el 69% de los sujetos de prueba estuvieron de acuerdo con la aplicación y es más fácil resolver el procedimiento matemático que tomar la decisión, mientras el 23% fue neutral y el 3% mostraron desacuerdo.

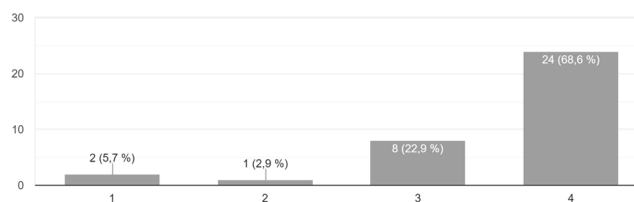
A lo largo de la vida estudiantil generalmente a los alumnos se les complica resolver problemas que impliquen matemáticas; la idea es otorgarles una herramienta que les haga los cálculos y que puedan centrar la habilidad de resolución de problemas, el pensamiento lógico y crítico en tomar una decisión. Además se mejora el proceso de análisis-síntesis, predicción, evaluación y reflexión que permite a los estudiantes resolver problemas de manera eficaz (Casas y Torres, 2015).

Figura 13

Respuestas post test, ítem 24

24. Con la aplicación, es más fácil resolver el procedimiento matemático que tomar la decisión

35 respuestas



Fuente: Construcción personal.

En el ítem 25, a los alumnos les gustó (con el 71%) tener una herramienta que ayude a resolver las heurísticas, como se observa en la Figura 14. El 23% es neutral y el 3% está en total desacuerdo. Con las nuevas tecnologías de información se mejora la transmisión de la información, se reduce el tiempo usado tradicionalmente en resolver cálculos rutinarios para concentrarse en tareas de alto nivel, mejorando cómo se presenta la información, además de que se mejora la interacción entre la *app* y el usuario (Casas y Torres, 2015).

Figura 14*Respuestas post test, ítem 25*

Fuente: Construcción personal.

Por otra parte, en el ítem 27 se les preguntó acerca de los aspectos adicionales que les gustaría que resolviera la aplicación, para lo cual comentaron: tener fórmulas, que se pudieran editar las alternativas con mayor facilidad; que realizara promedios móviles, diagrama de Pareto, control de inventarios, MRP y MPS, balanceo de líneas de producción y el método de centro de gravedad (estas son otras heurísticas que no forman parte de la investigación de esta tesis); quieren todos los ejercicios de la materia de planeación y que se puedan corregir algunos errores, y que permita poner más números en los valores.

Algunos otros comentaron que no requerían aspectos adicionales porque todo estaba perfecto; otros consideraron que es muy buena aplicación, aunque se le pueden agregar más funciones y algunos otros ejercicios matemáticos; así pues, en el ítem 28 se les pide que indiquen sugerencias para mejorar la aplicación y la mayoría contestó que no tenían recomendaciones porque está perfecta.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado como prototipo una aplicación móvil para el aprendizaje de la toma de decisiones, la cual se desarrolló con tres heurísticas: matriz de preferencias (con y sin incertidumbre), punto de equilibrio y árbol de decisiones. La aplicación proporciona la resolución del problema planteado dependiendo de la heurística seleccionada y realiza un análisis detallado de la mejor alternativa e incluye diagramas y gráficas.

Con el uso de la *app* se les proporcionó a los alumnos una herramienta que, al hacer todos los cálculos matemáticos de manera fácil y rápida, les permite centrar su atención y habilidad para el análisis-síntesis de las alternativas que se les presentan, las evalúan, reflexionan y toman de manera eficiente una decisión, es decir, se refuerza el pensamiento crítico. Siendo los alumnos nativos digitales, utilizar TIC les favorece la concentración en tareas de alto nivel, lo cual les servirá en su vida laboral, con lo cual queda demostrado que tienen la capacidad adecuada de entendimiento de las heurísticas planteadas.

Además, con la implementación de la aplicación se crearon nuevos procesos de aprendizaje y nuevos conocimientos que pueden ser escalables a la vida laboral.

Finalmente, es importante mencionar que al momento de escribir este artículo se está realizando el análisis exploratorio de las opiniones recabadas con respecto a la herramienta computacional propuesta, con el objetivo de adaptar en la herramienta computacional las mejoras sugeridas por los estudiantes; también como otros trabajos futuros se tiene considerado realizar otros experimentos con la herramienta computacional propuesta, tanto dentro de la Universidad Madero como en otras universidades, en específico con estudiantes de ingeniería.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo brindado por la Universidad Madero (UMAD), así como a los alumnos de las licenciaturas en Ingeniería Industrial y Rentabilidad de Negocios e Ingeniería Mecatrónica de la UMAD que participaron en la prueba de validación.

REFERENCIAS

- Alarcón, D. (2018). Aplicación para la toma de decisiones mediante el proceso de jerarquía analítica. *Fides et Ratio*, 15, 87-110. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2018000100007&lng=es&tlng=es
- Al-Rahmi, A. M., Al-Rahmi, W. M., Alturki, U., Aldraiweesh, A., Almutairy, S., y Al-Adwan, A. S. (2022). Acceptance of mobile technologies and M-learning by university students: An empirical investigation in higher education. *Education and Information Technologies*, 27, 7805-7826. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10934-8>
- Arceo, A., Niño J., y Álvarez S. (2019). Uso de una app móvil para evaluar la calidad de la enseñanza superior. Estudio de neuromarketing. *Revista Prisma Social*, (27), 65-85. <https://revistaprismasocial.es/article/view/3198>
- Cabero, J., y Barroso, J. (2015). *Nuevos retos en tecnología educativa*. Síntesis.
- Casas, L., y Torres, J. (2015). Resolución de problemas en matemáticas y TIC. Propuestas actuales, en L. Blanco, J. Cárdenas y A. Cabello (coords), *La resolución de problemas de matemáticas en la formación inicial de profesores de primaria* (col. Manuales UEX-98, pp. 149-171). Universidad de Extremadura.
- Colombo, D. (2018, jul. 14). *Cómo tomar decisiones* [Video]. https://www.youtube.com/watch?v=2Vz_4f-OvT0
- Couoh, M. A., y Martin, N. S. (2021). Análisis de resultados de aprovechamiento e interacción en alumnos de nivel superior al utilizar una aplicación móvil de aprendizaje colaborativo. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 12, e1363. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1363
- De Cendros, D., y Bermudes, J. (2009). Limitaciones de las tecnologías de información y comunicación en la educación universitaria. *Horizontes Educativos*, 14(1), 9-24. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97912444001>
- Fernández-Arias, P., Vergara, D., Polo, J., y Fernández-Alfaraz, M. L. (2021). Revisión de la implantación del M-learning como método de aprendizaje en España en los niveles educativos de primaria y secundaria. *Revista Educativa Hekademos*, (30), 60-71. <https://www.hekademos.com/index.php/hekademos/article/view/38>
- Funston, F., Wagner S., y Ristuccia, H. (2010). Toma de decisiones inteligente frente al riesgo. *Deloitte Review*, (7). https://gc.scalahed.com/recursos/files/r170r/w26021w/DSS22106_S2_R2.pdf
- Heizer, J. (2009). *Administración de operaciones*. Pearson Educación.

- Ingenia (2008). *Resolución de conflictos y toma de decisiones*. Escuela de Administración Pública. <https://es.scribd.com/doc/271727115/Resolucion-de-Conflictos-y-Tomas-de-Decisiones-desbloqueado>
- Mira, J. (2013). Evitar errores a veces compete a los profesionales, a veces a los pacientes, pero a veces a los directivos. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 36(2). <https://dx.doi.org/10.4321/S1137-66272013000200015>
- Rodríguez, J., y Juárez, J. (2017). Impacto del m-learning en el proceso de aprendizaje: habilidades y conocimiento. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 8(15), 363-386. <https://doi.org/10.23913/ride.v8i15.303>
- Romero-Rodríguez, J.-M., Aznar-Díaz, I., Hinojo-Lucena, F.-J., y Gómez-García, G. (2021). Uso de los dispositivos móviles en educación superior: relación con el rendimiento académico y la autorregulación del aprendizaje. *Revista Complutense de Educación*, 32(3), 327-335. <https://doi.org/10.5209/rced.70180>
- Tejada, J. N., y Barrutia, I. (2021). Tecnología móvil en el aprendizaje universitario. *Revista Sophia*, (17), 1-16. <https://doi-org.udlap.idm.oclc.org/10.18634/sophiaj.17v.1i.1016>

Cómo citar este artículo:

Maldonado Vargas, M. A., y Ucán Pech, J. P. (2024). Validación de una aplicación móvil para el aprendizaje en las habilidades de toma de decisiones de estudiantes de ingeniería. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 15, e1852. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v15i0.1852



Todos los contenidos de *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH* se publican bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional, y pueden ser usados gratuitamente para fines no comerciales, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia.