

Aplicación Web Basada en el Patrón de Arquitectura de Software Modelo-Vista- Controlador (MVC) para Incrementar el Desempeño Académico en la Asignatura de Matemáticas Básicas

Web Application Based on the Model-View-Controller (MVC) Software Architecture Pattern to Increase Academic Performance in the Basic Mathematics Course

Santiago González, L.F., Huerta Mendoza, J.C, Mendoza Luna, Y., Rodríguez Rodríguez, A.J., Vargas Requena, D.T., Martínez Rodríguez, J.L., Malacara Navejar, J.G.
Grupo Disciplinar “Tecnologías Computacionales”, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Rodhe-Universidad Autónoma de Tamaulipas
Carretera a San Fernando cruce con canal Rodhe, Colonia Arcoíris, s/n. 88779 Cd. Reynosa, Tamaulipas. México.
lfelipe_stgo@outlook.es, jhuerta@docentes.uat.edu.mx, ymluna@docentes.uat.edu.mx, arodriguez@docentes.uat.edu.mx, dvargas@docentes.uat.edu.mx, lazaro.martinez@uat.edu.mx, jmalacara@docentes.uat.edu.mx

Fecha de recepción: 23 de julio de 2020

Fecha de aceptación: 22 de abril de 2021

Resumen. La *Coordinación de Tutorías* de la *Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Rodhe* (UAMRR) de la *Universidad Autónoma de Tamaulipas* (UAT) observó que la asignatura *Matemáticas Básicas* del *Programa Educativo Ingeniero en Sistemas Computacionales* (PE-ISC) presenta un alto índice de reprobación. Así mismo, en la actualidad la UAMRR no cuenta con una herramienta tecnológica de apoyo a los estudiantes en esta asignatura. El objetivo general en esta investigación es describir el desarrollo y prueba de una aplicación web para la asignatura de *Matemáticas Básicas* de acuerdo con el programa de estudios que incluye las áreas: aritmética, álgebra, geometría y trigonometría. Se utiliza el patrón de arquitectura de software *Modelo-Vista- Controlador* (MVC) que permite mayor escalabilidad a la aplicación y sencilla adición de módulos. El uso de la aplicación web permitió incrementar el desempeño académico general de los estudiantes en un 37% en el período 2019-3 a un nivel de confianza del 95%.

Palabras Clave: Aplicación WEB, Patrón de Arquitectura de Software, Sistema Operativo.

Summary. The *Tutoring Coordination* of the *Reynosa Rodhe Multidisciplinary Academic Unit* (UAMRR) of the *Autonomous University of Tamaulipas* (UAT) observed that the *Basic Mathematics* subject of the *Computer Systems Engineering Education Program* (PE-ISC) has a high rate of failure. Likewise, currently the UAMRR does not have a technological tool to support students in this subject. The general objective of this research is to describe the development and testing of a web application for the subject of *Basic Mathematics* according to the study program that includes the areas: arithmetic, algebra, geometry, and trigonometry. The *Model-View-Controller* (MVC) software architecture pattern is used, which allows greater scalability to the application and simple addition of modules. The use of the web application allowed to increase the general academic performance of students by 37% in the period 2019-3 to a level of confidence of 95%.

Keywords: WEB Application, Software Architecture Pattern, Operating System.

1 Introducción

El dominio de habilidades matemáticas en estudios de Ingeniería es trascendental, ya que son necesarias para la construcción de modelos con aplicaciones en la industria, comunicaciones y servicios [1-4]. De acuerdo con resultados obtenidos en evaluaciones internacionales del proyecto *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico* (PISA-OCDE) en la que participaron 72 países con el objetivo de medir las competencias en tres asignaturas (una de ellas *Matemáticas*) se observó que los 8 países latinoamericanos que participaron presentan un rendimiento de competencias matemáticas por debajo del nivel promedio de la OCDE [5]. Diferentes tecnologías computacionales se han desarrollado con la intención de dar soporte a los estudiantes para la adquisición de conocimientos en matemáticas básicas en educación superior [6-11].

La *Asociación Nacional de Instituciones en Educación en Tecnologías de la Información* (ANIEI, A.C.) define para los programas educativos correspondientes al perfil *D. Ingeniería Computacional* cuatro áreas de conocimiento prioritarias: *Matemáticas*; *Arquitectura de Computadoras*; *Programación e Ingeniería de Software*; *Redes* [12]. Específicamente, para el área de *Matemáticas*, la ANIEI, A.C. define lo siguiente: “Las matemáticas brindan una excelente e imprescindible base de tipo formativo para el desarrollo de habilidades de abstracción y la expresión de formalismos, además de proporcionar conocimientos específicos fundamentales para la informática y la computación”. La ANIEI, A.C. estructura esta área de conocimientos en cuatro sub-áreas:

7

Matemáticas Básicas; Matemáticas Aplicadas; Matemáticas Discretas; Teoría Matemática de la Computación. El objetivo de la sub-área *Matemáticas Básicas* es: “Proporcionar los conocimientos clásicos de la disciplina matemática que son la base formal para todos los desarrollos posteriores” [12].

Con base en el informe generado por el *Departamento de Tutorías* de la *Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Rodhe* (UAMRR) de la *Universidad Autónoma de Tamaulipas* (UAT) en el año 2018 a la *Coordinación del Programa Educativo Ingeniero en Sistemas Computacionales* (PE-ISC) se observó que los estudiantes de primer semestre presentan dificultades académicas en la asignatura de *Matemáticas Básicas*, lo cual se ve reflejado en un alto índice de reprobación (ver figura 1), los métodos de enseñanza tradicionales considerados complicados por algunos estudiantes, la falta de atención y/o poco interés que les genere la asignatura así como cuestiones de horario son algunos de los factores que influyen en la problemática de los índices de reprobación de los alumnos.

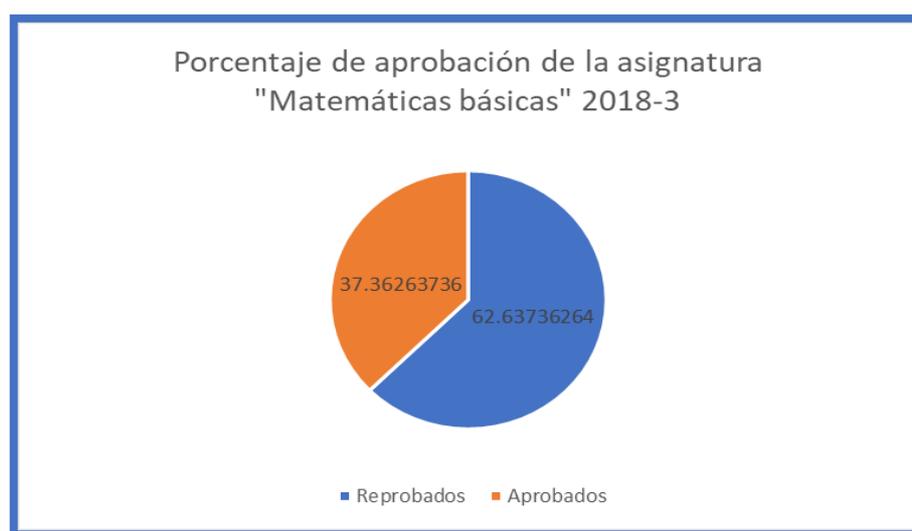


Figura 1. Porcentaje de aprobación/reprobación de la asignatura *Matemáticas Básicas* para el PE-ISC en el ciclo escolar 2018-3.

Así mismo en la actualidad la UAMRR no cuenta con una herramienta tecnológica que permita a sus estudiantes servir como instrumento de apoyo en la asignatura en cuestión. El contenido temático de la asignatura considera tópicos de: *Aritmética, Álgebra, Geometría y Trigonometría*, mismos que se encuentran en la Unidad Enseñanza-Aprendizaje de la asignatura donde además se presentan bibliografías validadas por la *Academia de Matemáticas* en coordinación con la *Academia de Sistemas Computacionales*, las cuales se usaron como referencia del material mostrado en la aplicación.

En materia de Tecnología Educativa el desarrollo de aplicaciones web [13] y aplicaciones móviles [14] orientadas al aprendizaje de matemáticas básicas han generado un creciente interés en los últimos años; sin embargo, son las aplicaciones web modernas la elección primordial de los estudiantes debido a que presentan las siguientes características: ser gratuitas, estar disponibles en internet y no requerir algún tipo de instalación [15].

El objetivo general de esta investigación es desarrollar una aplicación web empleando el patrón de arquitectura de software *Modelo-Vista-Controlador* (MVC), para la asignatura de *Matemáticas Básicas* de acuerdo con su programa de estudios que permita incrementar el desempeño académico general de los estudiantes del PE-ISC de la UAMRR-UAT de primer semestre en más de un 20% a un nivel de confianza del 95%.

2 Fundamentos Teóricos

Se entiende por *patrón de arquitectura de software* a aquellas reglas que determinan el contexto bajo el cual se llevará a cabo el desarrollo, estas reglas tienen como finalidad la obtención de las características esperadas del software en cuestión. Los *patrones arquitectónicos de software* definen un enfoque específico para el manejo de alguna característica de comportamiento del sistema [16]. Existen diferentes tipos de patrones de arquitectura cada uno con sus particularidades mismas que muchas de las veces propician el nombre a estos, entre los más distinguidos se encuentran: *Patrón de Capas; Patrón Cliente-Servidor; Patrón Maestro-Esclavo; Patrón de Tubería y Filtros; Patrón de Pizarra; Patrón Modelo-Vista-Controlador* (MVC). Resulta frecuente la aparición de aplicaciones desarrolladas bajo el *Patrón de Capas* debido a que permite margen en cuanto al diseño visual

que se pretende dar a la aplicación debido a la separación de las capas de aplicación y de lógica, de esta manera cada una de las capas puede obtener el desempeño posible en cuanto a confiabilidad, interoperabilidad y escalabilidad; sin embargo, presenta la desventaja de que algunas capas pueden ser omitidas en algunas situaciones. El *Patrón Cliente-Servidor* es uno de los más utilizados debido a su escalabilidad, su operabilidad se basa en la solicitud de peticiones y el retorno de respuestas, cumpliendo con la estructura básica de las aplicaciones web; presenta la desventaja de que la comunicación entre procesos genera una sobrecarga, ya que diferentes clientes tienen diferentes representaciones. El *Patrón Maestro-Eslavo* consiste en múltiples bucles paralelos y cada bucle puede ejecutar tareas a velocidades distintas. De estos bucles paralelos, un bucle actúa como el maestro y los otros como esclavos [17]. Entre sus ventajas se encuentran la capacidad de realizar múltiples tareas con distintos requerimientos, dada que cada una de estas tareas se lleva a cabo por separado; una desventaja es que la latencia en la comunicación *maestro-esclavo* puede ser un problema, como ocurre en los sistemas en tiempo real. En el *Patrón de Tubería y Filtros* se entabla una conexión entre sus componentes (filtros) a través de conectores (tuberías) de modo que se crea un flujo. Su sencillez otorga la facilidad de entendimiento e implementación, sin embargo, es susceptible a presentar desventajas como el trabajar con ciclos o sentencias condicionales puesto que la inclusión de alguno de estos resultaría en una baja de rendimiento en las tuberías afectadas. El *Patrón de Pizarra* se conforma principalmente de dos componentes: un almacenamiento de datos y la colección de estos; su uso de basa en la búsqueda una solución a problemas complejos, sin embargo, esto propicia la dificultad de conocer la secuencia de pasos que dieron origen a la solución del problema, considerando que se obtenga una solución. El *patrón de arquitectura Modelo-Vista-Controlador* ha generado un creciente interés por los desarrolladores debido a la característica de separar las responsabilidades de las diferentes capas de aplicación, así también ofrece dos motores de vistas *aspx* y *razor*, los cuales obtienen su diseño mediante el uso del lenguaje de marcas HTML, dando un amplio margen de versatilidad a la hora de personalizar la capa del lado del cliente (vistas). Con este patrón, las solicitudes del usuario se enrutan a un controlador que se encarga de trabajar con el modelo para realizar las acciones del usuario o recuperar los resultados de consultas. El controlador elige la vista para mostrar al usuario y proporciona cualquier dato de modelo que sea necesario [18]. Gracias a su cualidad de separar las responsabilidades resulta más sencilla su implementación durante el desarrollo, la facilidad de utilizar tantos modelos sean necesarios permite un código más sencillo de leer y comprender facilitando con ello su corrección, por otro lado resulta muy cómoda la reutilización de plantillas para las vistas ahorrando una considerable cantidad de tiempo sin mencionar su facilidad para acoplarse con frameworks de estilos como los son Bootstrap y SweetAlert que proporcionan un aspecto más agradable para con el usuario. Con esta delineación de responsabilidades es más sencillo escalar la aplicación, porque resulta más fácil codificar, depurar y probar algo (modelo, vista o controlador) que tenga un solo trabajo. Es más difícil actualizar, probar y depurar código que tenga dependencias repartidas entre dos o más de estas tres áreas [18].

3 Metodología

3.1. Estrategia diseñada

La metodología utilizada para el desarrollo de la aplicación considera el modelo de cascada y en espiral, mismos que se conforman de las siguientes etapas:

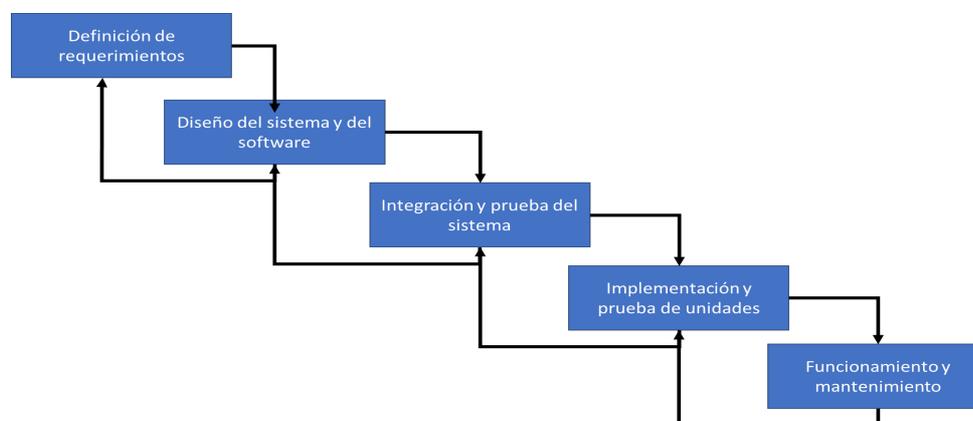


Figura 2. Metodología de cascada

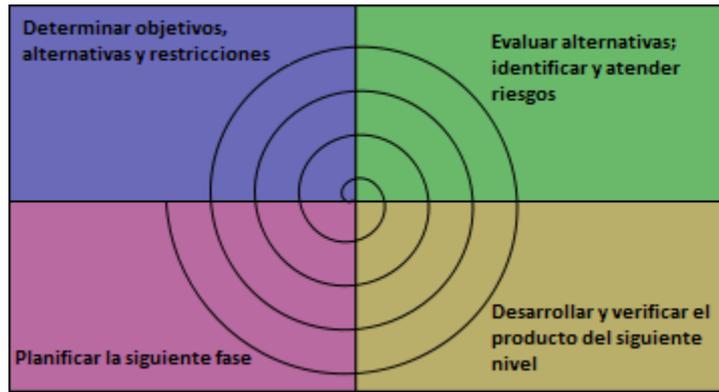


Figura 3. Metodología en espiral [22].

La principal característica del modelo en cascada es la forma en que iteran cada una de las etapas de las que se conforma dado que no se permite el inicio a otra etapa sin que la anterior esté totalmente finalizada, esto pudiera generar un problema en el caso de que sea necesario realizar más de una iteración entre las etapas llegando al punto de dejarlas en un estado de pausa y continuar con la siguiente, provocando con ello falta de características solicitadas por el usuario final. En contraparte el modelo de cascada no ve el desarrollo de software como un problema lineal, se divide en 4 cuadrantes y una espiral donde podríamos considerar cada pequeño ciclo como una fase del proceso total, esta fase tendría pequeñas características de cada etapa una de las etapas que lo componen (Análisis de riesgos y restricciones, Evaluación de riesgos, Desarrollo y Validación, Planificación, Operación y mantenimiento), es decir sería una versión reducida del total de la aplicación por desarrollar.

Dado a que el desarrollo de software pudiera no ser satisfecho por una sola metodología, se optó por realizar una mezcla de la metodología en cascada y en espiral, sobre todo en la forma de iteración entre sus etapas a fin de moldear una mezcla que resulte más adecuada de trabajar para nuestra aplicación, las fases o etapas de desarrollo empleadas son: Definición de requerimientos, diseño de software, desarrollo de prototipos de módulos, prueba de prototipos de módulos, integración de módulos, pruebas de la aplicación, implementación y mantenimiento. La secuencia de interacción entre cada una de las etapas se presenta en la Figura 1.

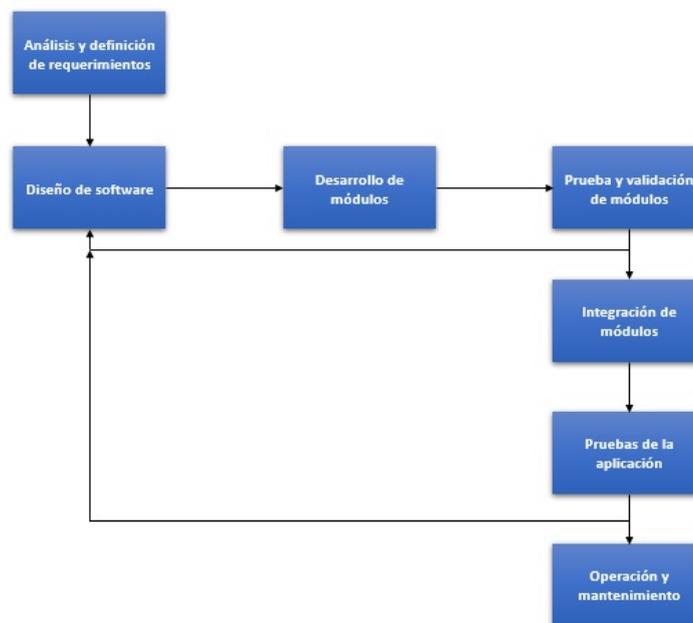


Figura 4. Fases de desarrollo

Describiendo un poco las iteraciones entre ellas en un principio se empleó una secuencia en las etapas iniciales (Análisis y definición, Diseño, Desarrollo de módulos, Prueba y Validación), en ellas aplicamos el concepto del modelo espiral donde con cada iteración del conjunto se crea un nuevo módulo de lo que será el software total, a su vez las etapas siguientes (Integración de módulos y Pruebas de aplicación) también permite

esta iteración de vuelta y a su vez nos daría permisos para regresarnos a las etapas iniciales de haber algún inconveniente con el funcionamiento y las características que debe contar la aplicación.

A continuación, se especifican las etapas de la metodología resultante de la combinación de las metodologías cascada y espiral:

Análisis y definición de requerimientos. En esta etapa se contemplan todas las posibles variables, elementos de software y hardware, bibliografía, lenguajes de programación, etc. que pudieran utilizarse con el fin de completar las especificaciones necesarias de acuerdo con el proyecto a desarrollar.

El desarrollo de la aplicación tiene como finalidad ser una herramienta de apoyo para los estudiantes del PE-ISC de la UAMRR-UAT en la asignatura de *Matemáticas Básicas*. A continuación, se enlistan los requerimientos con los que cumple la aplicación:

1. Permitir el acceso exclusivamente a estudiantes con una cuenta previamente registrada.
2. Permitir el acceso al contenido temático de la asignatura solo a usuarios que presenten inscripción válida a través de la aplicación.
3. Desplegar información de cada una de las opciones a seleccionar y una herramienta de paso a paso del curso seleccionado.
4. La aplicación permite la edición de los datos del usuario (Nombre, Correo, Contraseña, etc.)
5. La aplicación presenta un buzón de comentarios para retroalimentación y mejora de la aplicación.
6. La aplicación presenta un manual de usuario y guía del llenado de encuesta y test.

Para el cumplimiento de estos requerimientos, se presenta en la Figura 2 el desarrollo de los siguientes módulos: Usuarios, General, Curso de *Matemáticas Básicas*.

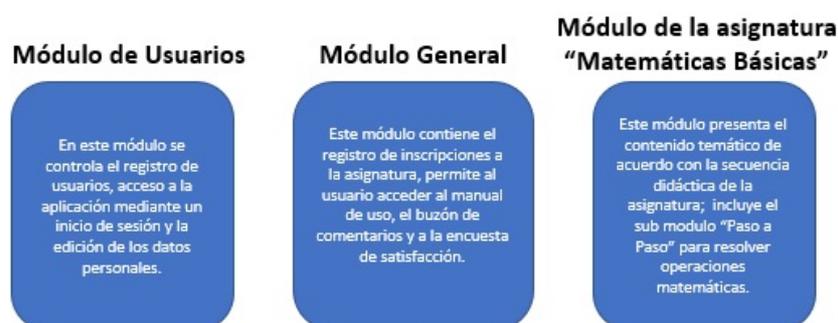


Figura 5. Módulos de desarrollo.

Diseño de software. En esta etapa se realiza el modelo del sistema de manera general, los diagramas de flujo son útiles para observar el esquema del comportamiento que tendrá el software, los módulos, las bases de datos y todo elemento necesario son propuestos durante esta etapa. Se generaron dos diseños: uno referente a la interacción de los módulos de la aplicación y bases de datos como un todo y otro corresponde al diseño de la base de datos relacional.

Desarrollo de módulos. Se da inicio la programación de la aplicación a través del IDE Visual Studio; esta programación se apega a la arquitectura de desarrollo a utilizar, para esta aplicación se elige MVC, algunos de los módulos a desarrollar son:

- Inicio de sesión. Esto permite que la información de cada uno de los usuarios tenga mayor grado de protección y respaldo, además de ser necesaria dado que la recolección de datos será a través de la aplicación.
- Perfil de Usuario. El usuario por medio de su perfil hace uso de las herramientas de inscripción al curso y edición de datos personales.
- Curso Matemáticas Básicas. Este módulo presenta el contenido de la asignatura en texto plano o a través de multimedia. Además, cuenta con un submódulo denominado "Paso a Paso" en él se resuelven distintas operaciones a través de una serie de pasos.

Prueba y validación de módulos. Se realizan pruebas a los módulos de la aplicación, en caso de no cumplir con las características deseadas se rechaza la validación de estos y se regresa a la etapa de diseño para proceder con las correcciones necesarias. Aquellos módulos que son validados se integran de manera progresiva hasta completar las funcionalidades de la aplicación.

Integración de módulos. En esta etapa, para dar paso a la forma final de la aplicación, los módulos validados se unen entre sí. Un buen diseño de software permite que los modelos y controladores interactúen entre sí sin errores. En la Figura 3 se presenta el esquema general de integración de la aplicación.

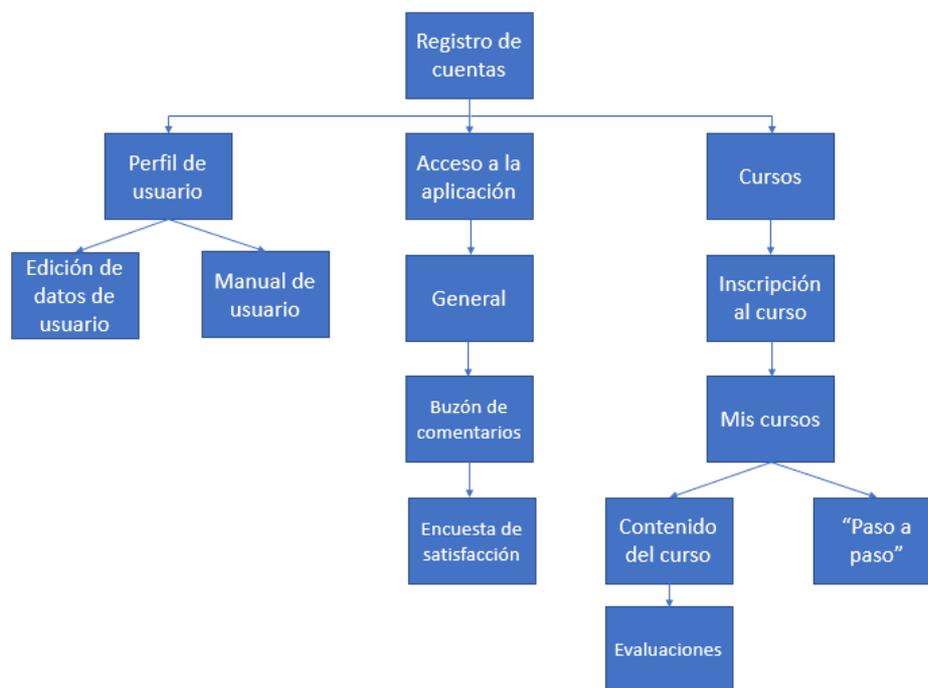


Figura 6. Esquema general de integración de módulos de la aplicación.

Pruebas de la aplicación. En esta etapa se realizan pruebas a la aplicación completa para observar si la interacción entre los módulos es adecuada para cumplir con los requisitos del sistema, en caso de no ser así, se retorna a la etapa de diseño de software para corregir el módulo o módulos que estén causando conflicto y continuar con las siguientes etapas hasta llegar nuevamente a la etapa de pruebas. Las pruebas para medir la eficiencia de software están reguladas bajo la norma ISO/IEC 9126, resaltando: rendimiento, carga y estrés [19].

Operación y mantenimiento. Es la etapa final de desarrollo, se da una capacitación a los usuarios finales para el manejo del software además de entregar los manuales de usuario y técnico a los correspondientes departamentos; el mantenimiento se acuerda entre el desarrollador y el cliente. La retroalimentación de los usuarios a través de buzón de comentarios permite proceder con el mantenimiento correctivo de una manera eficiente, además de considerar recomendaciones para mejorar aspectos visuales y funcionales.

3.2. Materiales y métodos

Seleccionar y aplicar adecuadamente los instrumentos y herramientas es muy importante para la etapa de verificación y validez de los resultados de la investigación una vez realizada. En la Tabla 1 se presentan los equipos e instrumentos utilizados para el desarrollo de este proyecto.

Tabla 1. Descripción de los equipos e instrumentos utilizados en el desarrollo de la aplicación web.

Equipo/Instrumento	Marca	Modelo	Proveedor	Observaciones
MS SQL Server Management Studio 18.1	SQL Server	v18.1	Microsoft	Sistema gestor de base de datos
SQL Server Express 2012	SQL Server	2012	Microsoft	Servidor de base de datos gratuito
MS Visual Studio Community 2019	MS Visual Studio	2019	Microsoft	Entorno de desarrollo para aplicaciones.
Azure App Services	Azure	N/A	Microsoft	Servicio de alojamiento para aplicaciones.
Framework Bootstrap 4.3.0	Bootstrap	v4.3.0	Twitter	Entorno de trabajo para dar diseño a aplicaciones web
Framework SweetAlert	SweetAlert	v1.1.3	Tristan Edwards	Entorno de trabajo para dar diseño a aplicaciones web
Microsoft Excel	Excel	Office 365	Microsoft	Hoja de cálculo utilizada en la elaboración de tablas
Microsoft PowerPoint	PowerPoint	Office 365	Microsoft	Programa de presentación utilizado en la elaboración de diagramas
Equipo de desarrollo	Sony Vaio Asus	SVF14N13CXB VivoBook F510UA	Sony Asus	Procesador: Intel Core i5-4200U RAM: 8GB Disco duro: 500GB Procesador Intel Core i5-8250U RAM: 8GB RAM Disco Duro: 1TB

Como establece la arquitectura MVC provista por el IDE Visual Studio Community, se dividirán las responsabilidades resultando con ello que la capa de Vista será el intermediario entre el usuario y la aplicación donde a través de ella se realizaran las peticiones, es de suma importancia ofrecer un diseño limpio, llamativo y fácil de usar. Para cumplir con ello se incluyeron además del HTML incluido por defecto, los Frameworks Bootstrap y SweetAlert, una vez realizadas las peticiones el Controlador recibirá las consultas e invocará el Modelo correspondiente para procesarlas, dentro del modelo se crean las conexiones a la base de datos (SQL Server), y se codifican los métodos necesarios para realizar cada una de las peticiones que pudieran ser solicitadas, una vez culminado este proceso el controlador retornara el resultado obtenido a la petición del usuario, para el alojamiento de la aplicación se hace uso del servicio App Service de Azure propiciando así la disponibilidad de la aplicación entre los diferentes dispositivos utilizados por los estudiantes estando dentro o fuera de una misma red de Internet.

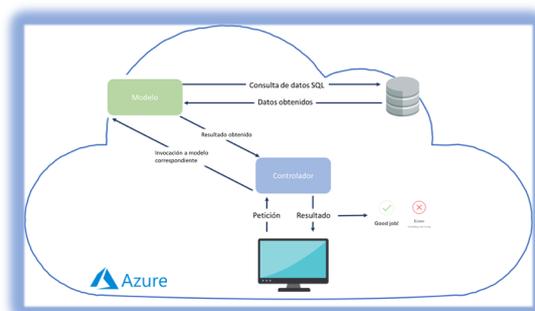


Figura 7. Diagrama del funcionamiento lógico de la aplicación.

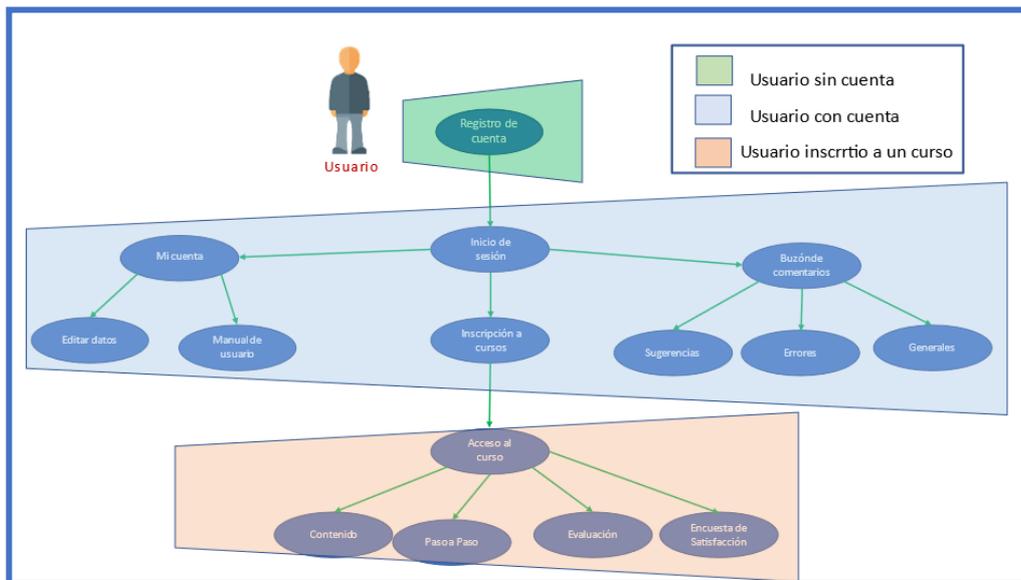


Figura 8. Diagrama de casos de uso en la aplicación

La aplicación cuenta con validaciones para limitar el uso al que un determinado usuario puede acceder, es necesario que un nuevo usuario registre una cuenta con la cual asociarse, esta le ofrecerá permisos para acceder a distinta información, como se observa en la Figura 7 esto no significa que puede acceder a todas las vistas por ejemplo no puede acceder a un determinado curso sin antes realizar el proceso de inscripción a este, la forma en como se realizan estas validaciones se delimitan mediante consultas a una base de datos creada en SQL Server.

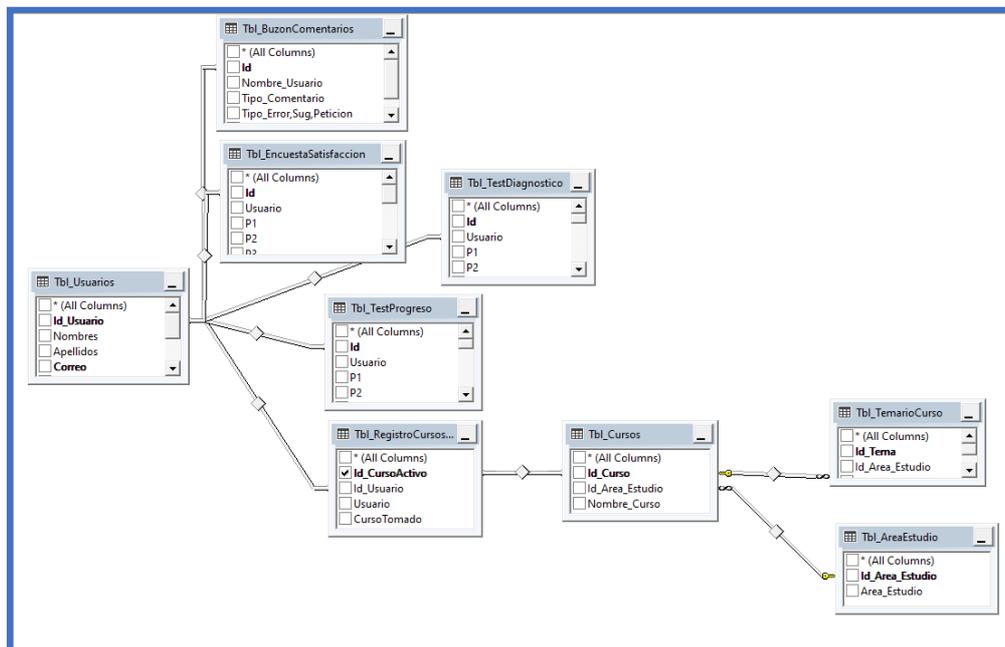


Figura 9. Diagrama Entidad - Relación

Se utilizan algunas relaciones sencillas dentro de la base de datos para proporcionar la información adecuada al usuario destino, siguiendo el orden de operación de la aplicación necesitamos una cuenta válida, por ello la necesidad de la una tabla para los usuarios, esta servirá para realizar la mayoría de las validaciones tomando la llave primaria, la cual afecta a las tablas: Buzón de comentarios, Encuesta de Satisfacción, Test Diagnostico, Test Progreso (En ella almacenamos los resultados de la segunda evaluación) y la Tabla Cursos, siempre que el Id de usuario corresponda a quien se encuentra realizando las consultas la información contenida en las tablas será mostrada al usuario.

Para acceder a los cursos el usuario necesita estar previamente inscrito, acto seguido se realiza una consulta a la tabla “Registro Cursos” donde se valida que el atributo “Id_Usuario” corresponda al del usuario que realiza la petición al mismo tiempo que compara el atributo “CursoTomado” para comprobar el curso seleccionado presente una inscripción válida y una vez aprobado el proceso se de acceso a la vista del curso seleccionado.

```
[Authorize]
public ActionResult MisCursos()
{
    string ID_Usuario = Session["ID_Usuario"].ToString();
    DataTable dt = new DataTable();
    string sql = ("SELECT COUNT(*) FROM Tbl_RegistroCursosTomados WHERE Id_Usuario = @Id_Usuario");
    dt = db.selTable("SELECT CursoTomado FROM Tbl_RegistroCursosTomados WHERE Id_Usuario = " + ID_Usuario + "");

    DatosCurso Curso;

    List<DatosCurso> lst = new List<DatosCurso>();

    foreach (DataRow dtRow in dt.Rows)
    {
        Curso = new DatosCurso();

        Curso.NombreCurso = dtRow[0].ToString();
        lst.Add(Curso);

        TempData["DATOSLISTA"] = lst;
    }
    return View("MisCursos", lst);
}
```

Figura 10. Rutina para validar inscripción a cursos.

4 Diseño y Experimentación

4.1. Diseño de la aplicación

Para minimizar las complicaciones que pudieran presentar los usuarios se optó por mantener un diseño intuitivo y atractivo visualmente que permita al usuario obtener exactamente lo que desea, mientras que gracias a la arquitectura MVC resulta sencillo la reutilización de código y plantillas de las vistas para uso futuro. Las siguientes características están presentes en la aplicación: Inicio de sesión y registro de usuarios (Figura 5).

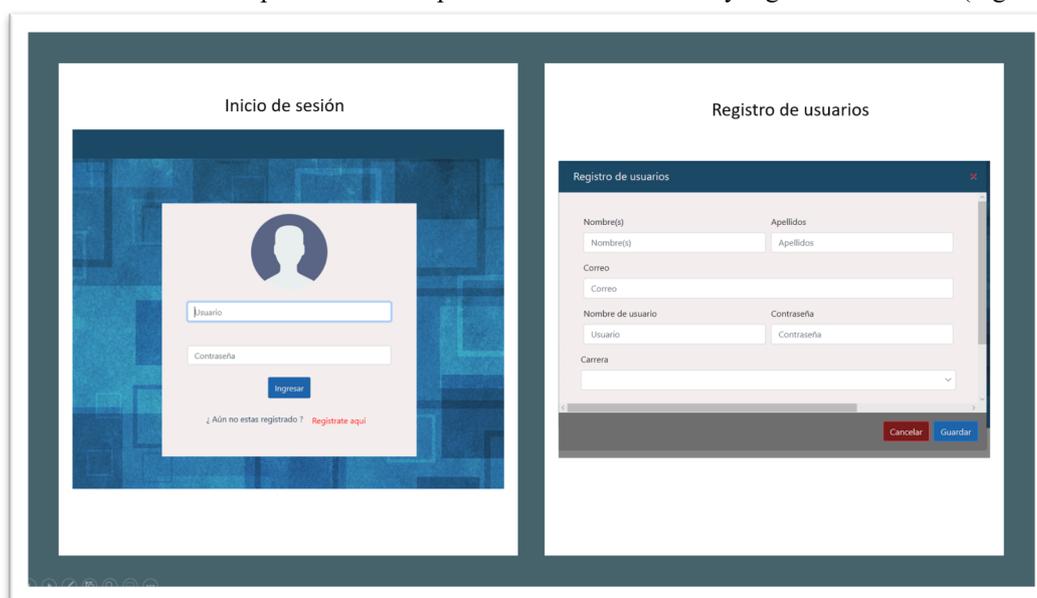


Figura 11. Diseño de los formularios de inicio de sesión y registro de usuarios.

Una vez que se autorizó el acceso a la aplicación se proporciona una página de inicio desde la cual se puede acceder a las distintas opciones de la aplicación, Cursos, Ayuda, Buzón de comentarios, Edición de datos e Inscripción a cursos, (Figura 6).

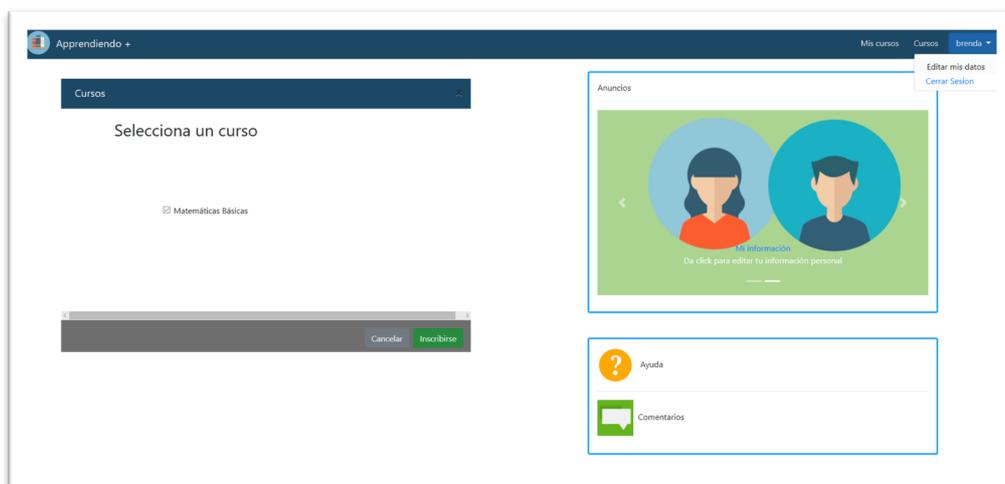


Figura 12. Diseño de la página “Inicio”.

Cuando el usuario cuente con una inscripción a un curso, este se visualizará en “Mis Cursos”, donde también se mostrarán toda la información y utilidades ofrecidas para el mismo (Figura 7).

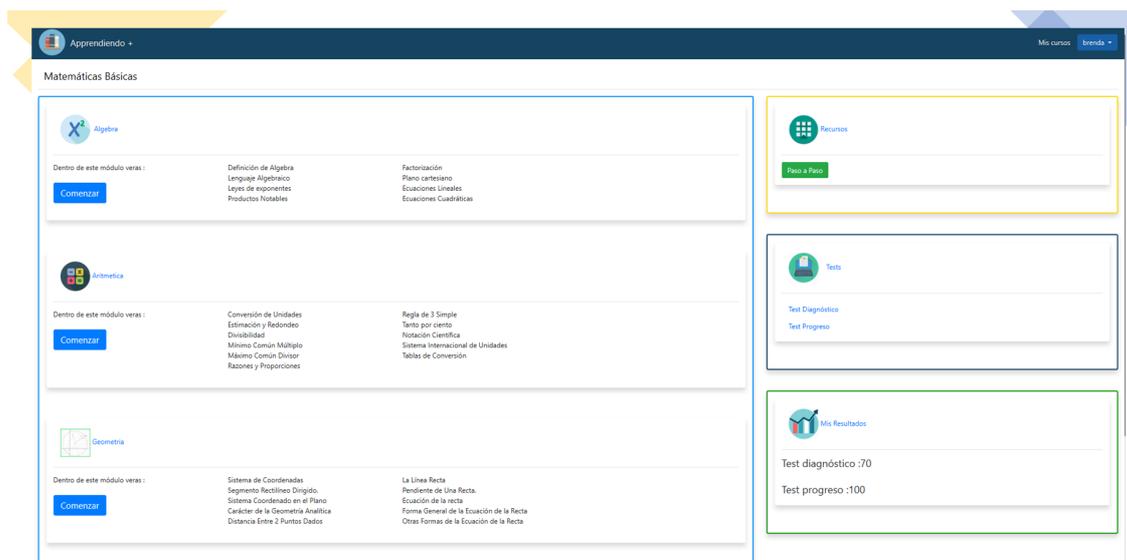


Figura 13. Diseño de la página del curso “Matemáticas Básicas”.

4.2 Experimentación

Debido a las características de la investigación es necesario el desarrollo de un instrumento para la recolección de datos, en este caso se adoptó como instrumento un cuestionario de evaluación, para posteriormente comprobar si existe el incremento de porcentaje esperado (20% después de consultar a expertos) en el desempeño académico de los estudiantes esto desde el punto de vista de los promedios (medias) obtenidos mediante un cuestionario de evaluación antes y después de utilizar la aplicación.

Antes de dar marcha con la experimentación es de suma importancia determinar una muestra adecuada que permita a los datos recolectados contar con la calidad suficiente como si se tratase de la población entera, esto se cumplió mediante la técnica de muestreo probabilístico. Ella permite que todos los integrantes de la población tengan las mismas opciones de ser parte de la muestra.

Para la determinación del tamaño de la muestra cuando se conoce el tamaño de la población se utilizó la siguiente fórmula [20]:

$$n = (Z^2 * p * q) / [(e^2) * (N-1) + Z^2 * p * q] \quad (1)$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra a determinar.

Z: Valor z del nivel de confianza del 95% (1.96)

p: Estándar de desviación (0.05)

q = 1 - p

e: Margen de error (0.05)

N= Tamaño total de la población (92)

Obteniendo por resultado una muestra de 40.95, que posteriormente se redondeó estableciendo así el valor de la muestra en 41 estudiantes. Dada su relación con los objetivos de la presente investigación el análisis de datos se llevó a cabo mediante una prueba t pareada o emparejada, que se utiliza para dos medias de muestras relacionadas (una comparación de antes y después de una maniobra), a lo que se le denomina t pareada [21]. Esta prueba se resuelve a través de la siguiente ecuación:

$$t = (d - 20) / (Sd / n^{1/2}) \quad (2)$$

Donde:

\bar{d} = diferencia de promedios.

20 = diferencia media hipotética.

Sd= desviación estándar.

n = tamaño de la muestra.

Dada la diferencia en los promedios antes y después, se determinó un intervalo de confianza mediante la siguiente ecuación:

$$IC = \mu_2 \pm t_{a/2} * (Sd / n^{1/2}) \quad (3)$$

Donde:

μ_2 = promedio de salida

t a/2 = 2.021

Sd = desviación estándar

n = tamaño de la muestra

El resultado para cada uno de los extremos (positivo y negativo) se comparará contra el valor de la media muestral es decir $\mu_1 + 20\%$, si el valor de la media muestral se encontrara fuera de ambos extremos del intervalo de confianza se concluiría que el incremento porcentual (20%) esperado inicialmente no se cumplió y se calculará el incremento o disminución en la media después de utilizar la aplicación mediante la siguiente expresión: $P = X_1 + X_2 \dots X_n / n$

A continuación, se muestran el formulario del cuestionario aplicado a los participantes:

Selecciona la opción correcta a cada pregunta

- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones corresponde correctamente al significado de álgebra?
A) Composición B) Sustitución C) Integración
- ¿Cuál de los siguientes productos notables corresponde al denominado "Trinomio al cuadrado"?
A) $(a+b+c)^3$ B) $(a+b+c)^2$ C) $2(a+b+c)^2$
- ¿Cuál de los siguientes métodos de solución no es aplicable a un problema de factorización?
A) Factor común B) Separación de términos C) Agrupación de Términos
- Según la siguiente ecuación $3x+10+13=44$, ¿cuál es el valor de la incógnita X?
A) 21 B) 6 C) 7
- Utilizando el método de solución por fórmula general, ¿cuál de las siguientes expresiones es válida para la siguiente expresión: $3x^2 - 5x + 2 = 0$?
A) $(+5 \pm \sqrt{-1})/6$ B) $(-5 \pm \sqrt{-1})/6$ C) $(5 \pm \sqrt{1})/6$

6. Según los criterios de redondeo selecciona la opción correcta para los siguientes números: 5.7, 9.4 y 66.7:
 A) 6, 9 y 7 B) 5.8, 9.5 y 66.7 C) 6, 9 y 70
7. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la estimación de números es correcta?
 A) Es una aproximación calculada
 B) Se trata de números ya existentes
 C) Es un número que nunca cambiará
8. Utilizando los criterios de divisibilidad, ¿Cuál será el criterio de divisibilidad para los números 6, 12 y 18, 36 y 72?
 A) 3 B) 12 C) 6
9. ¿Qué opción corresponde al Mínimo Común Múltiplo de los siguientes números: 4 y 6?
 A) 4 B) 12 C) 7
10. Selecciona la expresión en notación científica para el siguiente número: 37, 000, 000, 000
 A) 3.7×10^9 B) 37×10^9 C) 3.7×10^8
11. En un segmento rectilíneo que muestra la siguiente expresión $A \rightarrow B$, ¿Cuál es el punto de inicio y cuál es el punto final?
 A) A inicio, B final B) B final, A inicio C) Ninguna es correcta
12. Corresponde a la fórmula para el cálculo de la pendiente que pasa por 2 puntos:
 A) $m=(y_2-y_1)/(x_2-x_1)$ B) $m=(x_2-x_1)/(y_2-y_1)$ C) $m=(y_1-y_2)/(x_2-x_1)$
13. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones de “Ángulos y sus mediciones” no es correcta:
 A) Un ángulo recto mide 90° , un ángulo agudo mide 90°
 B) Un llano recto mide 180° , un ángulo agudo mide 90°
 C) Un ángulo recto mide 90° , un ángulo llano mide 270°
14. Utilizando el teorema de Pitágoras calcula el valor de la hipotenusa dados los valores de los catetos $A=30$ y $B=40$
 A) 70 B) 50 C) 60
15. Selecciona el inciso que enliste correctamente y en el orden dado las funciones trigonométricas inversas para las funciones de Seno, Coseno y Tangente
 A) Secante, cosecante y cotangente
 B) Secante, cotangente y cosecante
 C) Cosecante, secante y cotangente
16. En un plano cartesiano si las coordenadas del punto A son: $x=-7$, $y=5$; ¿En qué cuadrante estará ese punto?
 A) I B) III C) II
17. En un plano cartesiano si se cuentan con las siguientes coordenadas para el punto B ($x=-9$, $y=-1$), ¿En qué cuadrante estará ubicada el punto B?
 A) III B) IV C) II
18. ¿Cuál de las siguientes opciones muestra correctamente la fórmula general para resolver ecuaciones cuadráticas?
 A) $(-b+\sqrt{(b^2)-4(ac)})/2a$
 B) $(-b+,-\sqrt{(b^2)+4(ac)})/2a$
 C) $(-b+,-\sqrt{(b^2)-4(ac)})/2a$
19. Según el Sistema Internacional de Unidades ¿cuál de las siguientes unidades no es denominada básica por el SI?
 A) Metro B) Amperio C) Kilogramo
20. Selecciona la opción que refleje correctamente la conversión de unidades correspondiente para 130 km a cm:
 A) 13, 00 cm B) 13×10^6 cm C) 13, 000, 000, 000 cm

5 Resultados

El resultado obtenido del cálculo del valor estadístico t fue: $t = -24.440$. Dando continuación a determinar los valores de los extremos positivo y negativo del intervalo de confianza para posteriormente compararlos con la suma del promedio uno más el 20%, los resultados para el intervalo de confianza son 74.71 para el extremo positivo y 68.20 del extremo negativo, mismos que son representados gráficamente de la siguiente manera:

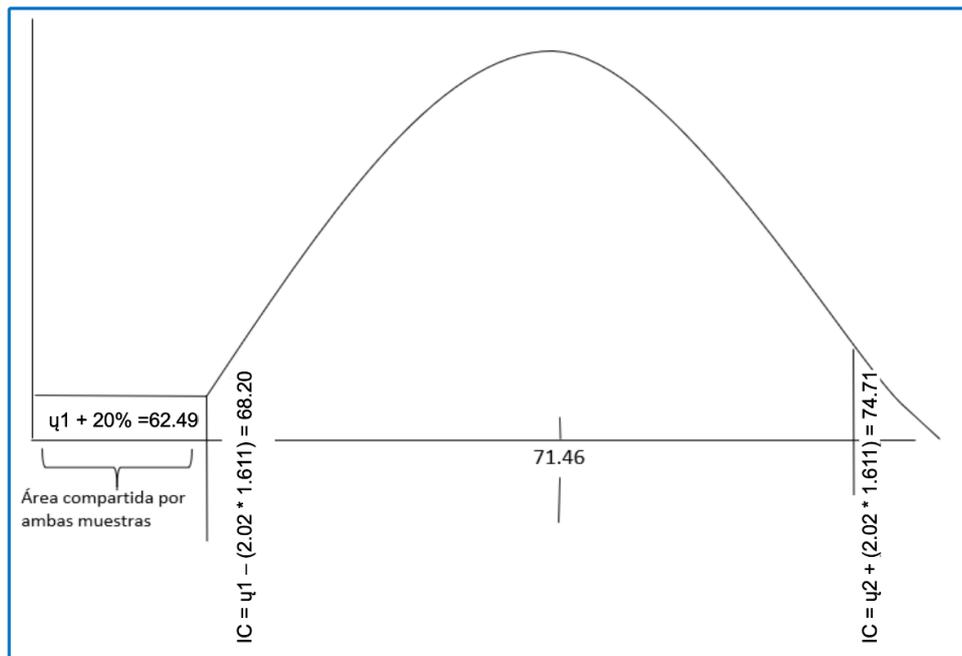


Figura 14. Intervalo de confianza para μ_2 respecto a $\mu_1 + 20\%$.

Con ello se descarta la estimación esperada en un inicio puesto que $\mu_1 + 20\% = 62.49$ se encuentra fuera del intervalo de confianza (IC), dando como resultado que el promedio obtenido después de utilizar la aplicación web presenta un incremento mayor al 20%, desarrollando la ecuación para el cálculo de este se obtuvo un incremento en el promedio después de utilizar la aplicación web de un 37% a un nivel de confianza del 95%.

Finalmente, a través de una encuesta de satisfacción en escala de Likert los usuarios dan a conocer su opinión de las características de la aplicación a fin de conocer aquellas que presenten un área de mejora para la aplicación, mismos que se presentan en la figura 15:

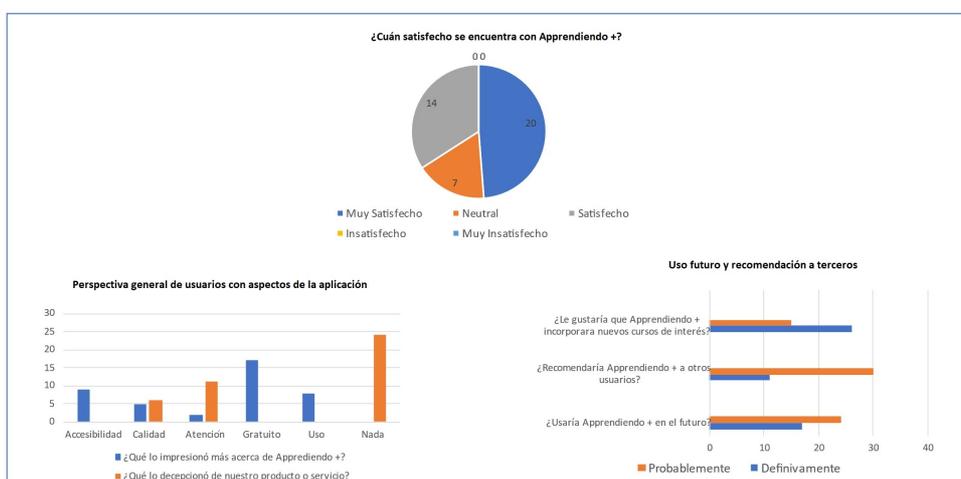


Figura 15. Resultados de Encuesta de satisfacción.

6 Conclusiones y trabajos futuros

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que el uso de una aplicación web como material de apoyo didáctico para la asignatura de matemáticas básicas representa una mejora significativa en el desempeño académico de los estudiantes, esto desde el punto de vista de los puntajes obtenidos mediante un cuestionario de evaluación en un antes (segunda semana de octubre) y después (finales de noviembre). A su vez la incorporación de este tipo de tecnologías de la información permite a los estudiantes contar con la información adecuada de acuerdo con lo visto en el aula de clases. Como se mencionó en secciones previas los métodos tradicionales pudieran resultar tediosos para las nuevas generaciones de estudiantes, quienes generalmente presentan mayor interés por las plataformas digitales, motivo por el cual el contar con una aplicación web supondría un mayor éxito para facilitar el proceso de aprendizaje al permitir una gran amplitud de aparatos electrónicos donde se puede visualizar la información con la que se cuenta evitando con ello la adquisición de extras como lo son equipo didáctico o software especial en el caso de contenidos digitales, el estar alojada en un servicio de nube evita contar con la restricción de acceder a ella únicamente en la unidad académica o en una red particular, ofreciendo comodidad, disponibilidad e interacción entre aplicación y usuarios mediante módulo paso a paso, buzón de comentarios evitando con ello la limitante de ser simplemente un texto plano que pudiera resultar menos llamativo. de igual manera se destaca la posibilidad de incluir otras áreas de conocimiento.

La aceptación e inquietudes de los usuarios de la aplicación se ve reflejado en los comentarios recibidos por los mismos quienes comparten que les pareció la aplicación, notifican de los errores y/o problemas con los que se encontraron, realizan peticiones de cuáles son los cursos que les generan interés de ser agregados a la plataforma desarrollada o simplemente proporcionan ideas para mejorar la aplicación.

Gracias a los resultados y a los comentarios recibidos se plantean las siguientes recomendaciones a fin de mejorar la aplicación y observar si existen discrepancias en los resultados obtenidos:

1. Establecer un estándar para los elementos de texto, video, imágenes, colores, etc.
2. Diseñar un módulo para la votación de los nuevos cursos que pudieran ser elegibles para añadir.
3. Observar las asignaturas que representan mayor complicación y/o interés para los alumnos a fin de considerarlas como opción para añadirlas a la aplicación.
4. Añadir nuevas opciones de solución a problemas en el módulo “Paso a Paso”.
5. Mantener actualizado y validado el contenido didáctico a fin de brindar información confiable y reciente.
6. Realizar un nuevo estudio para comprobar las similitudes o diferencias de resultados que pudieran existir entre los diferentes cursos ofertados en la aplicación en caso de existir o bien comparar los datos de un mismo curso entre distintas muestras.

Agradecimientos

Este proyecto se desarrolló gracias al apoyo del Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PFCE) (2017-2020) para el *Programa Educativo Ingeniero en Sistemas Computacionales* adscrito a la UAMRR-UAT.

Referencias

- [1] Plaza, L.: Modelación matemática en Ingeniería. *Revista de investigación educativa de la REDIECH*. Vol. 7, pp. 47-57 (2016).
- [2] Santacruz, C; Paredes, M.; Toxqui, S.; Santacruz, V.: Estrategias para el acompañamiento a estudiantes en las áreas de matemáticas en Ingeniería Química. *Revista Electrónica ANFEI digital*. Año 6 No. 11, pp. 1-8 (2019).
- [3] Juárez, J.; Chamoso, J.; González, M.: Interacción en foros virtuales al integrar modelización matemática para formar ingenieros. *Enseñanza de las Ciencias*. pp.1-18 (2020).
- [4] Beltrón, J.; Hernández, L.; Carrasco, T.: Competencia modelación matemática: concepciones y situación diagnóstica en carreras de Ingeniería. *Revista Cubana de Educación Superior*. Vol. 38, pp. 1-11 (2019).
- [5] Georgieva, P.; Nikolova, E.: Enhancing Communication Competences through Mathematics in Engineering Curriculum. *42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. pp. 1451-1456 (2019).
- [6] Salat, R.: La enseñanza de las matemáticas y la tecnología. *Innovación Educativa*. Vol.13, pp. 61-74 (2013).
- [7] Martínez, J.; Cachuput, J.; Chamarro, H.; López, J.: Geo-gebra como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática, y su incidencia en el rendimiento académico en los estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica. *Explorador Digital*. Vol. 3, pp. 204-223 (2019).

- [8] Márquez, J.; Morales, L.: Realidad aumentada como herramienta de apoyo al aprendizaje de funciones algebraicas y trascendentes. *Revista Educación en Ingeniería*. Vol. 15, pp. 34-41 (2020).
- [9] Carvajal, L.; Covarrubias, J.; González, J.; Uriza, J.: Uso de Tecnología en el Aprendizaje de Matemáticas Universitarias. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*. Vol. 7, pp. 77-82 (2019)
- [10] Neri, A.; Ramos, S.; Caro, F.: Herramientas Google en el aprendizaje de matemática financiera en los estudiantes universitarios. *Telos Revista Científica Arbitrada*. Vol. 22, pp. 429-444 (2020)
- [11] García, J.; Moreno, S.: Vigilancia tecnológica para orientar la enseñanza de la geometría en Ingeniería Civil con apoyo de TIC. Prof. Edgar Serna M. (Ed): *Desarrollo e Innovación en Ingeniería*. Editorial Instituto Antioqueño de Investigación, pp. 195-202 (2019).
- [12] ANIEI: Modelos Curriculares del Nivel Superior de Informática y Computación. *Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información*. pp. 3, 14-21 (2014).
- [13] AulaNueva: 15 sitios web para aprender matemáticas: ¡sencillas herramientas online!. *AulaNueva.Net*. <https://www.aulanueva.net/sitios-web-para-aprender-matematicas-de-forma-divertida/> (2019). Accedido el 4 de Abril de 2020.
- [14] De Luca, A.: 5 apps para estudiar matemática en la universidad. *MENTES LIBERADAS*. <https://www.mentesliberadas.com/2019/11/18/apps-para-estudiar-matematica-universidad/> (2019). Accedido el 4 de Abril de 2020.
- [15] Microsoft: Características de las aplicaciones web modernas. <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/architecture/modern-web-apps-azure/modern-web-applications-characteristics> (2019). Accedido el 4 de Abril de 2020.
- [16] Pressman, R.: *Ingeniería del Software: Un enfoque práctico* (2010). McGraw Hill.
- [17] Instruments, N.: Patrones de diseño de aplicaciones: Maestro/Esclavo. *National Instruments*: <http://www.ni.com/tutorial/3022/es/> (2015). Accedido el 10 de abril de 2020.
- [18] Smith, S.: Información general de ASP.NET Core MVC. *Docs Microsoft*: <https://docs.microsoft.com/es-es/aspnet/core/mvc/overview?view=aspnetcore-3.0> (2019). Accedido el 11 de abril de 2020.
- [19] Echeverría, D.; Abella, A.: Herramientas Testing como Práctica para Evaluar la Eficiencia en Aplicaciones Web. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*. Vol. 2, pp. 307-309 (2014)
- [20] Aguilar, S.: Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Revista Salud en Tabasco*, Vol. 11, pp. 333-338 (2005).
- [21] Rivas, R.; Pérez, M.; Talavera, J.: Investigación clínica XV. Del juicio clínico al muestreo estadístico. Diferencia de medias. Prueba t de Student. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. Vol. 51, pp. 300-303, (2013).
- [22] Sommerville, I.: *Ingeniería de Software*. Séptima Edición. *Pearson Educación*. (2005)