Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riiit.com.mx

# Sistema Web para el control de asistencia segura durante la pandemia Covid-19

# Web system for safe attendance control during the pandemic Covid-19

**Ucán-Pech, J.P.*, Naal-Jacome, A., González-Herrera, M.H., López-Guerrero, E.Z.**

Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.
juan.ucan@correo.uady.mx*; a17016365@alumnos.uady.mx; a16001614@alumnos.uady.mx; a16003210@alumnos.uady.mx

**Innovación tecnológica:** Aplicación web para gestionar y administrar la asistencia durante la pandemia por COVID-19.

**Área de aplicación:** Salud, educación y tecnología.

Recibido: 07 septiembre 2023
Aceptado: 22 febrero 2024

## Abstract

In the early 2020´s, many higher education institutions around the world faced real challenges to continue the professional training of their students due to the Covid-19 pandemic. At the beginning of 2022, when the risk of the pandemic decreased and with the return to face-to-face classes, educational institutions took preventive measures to prevent the spread of the virus. This paper presents a web application to control the attendance of students and visitors who entered the facilities of one of the campuses of the Autonomous University of Yucatan. As part of the methodology of this report, due to the nature of the proposed system, Web Engineering was implemented for its construction. As a result, the development of a web application identified as Secure Assistance System was obtained, whose objective was**,** in addition to managing and administering secure attendance, it also allowed the tracking of the trajectory of visitors during their stay on campus. The web application was subjected to a validation process, including a first usability evaluation, the results obtained were higher than 9 points on a scale from 0 to 10, this means that a web application was developed, where in addition to complying with the main objective, it is also an agile tool, easy to use and navigate within it.

**Keywords:** Web application, Web engineering, Access control, Covid-19.

**Resumen**

A principios del 2020, muchas instituciones educativas de nivel superior de todo el mundo se enfrentaron a verdaderos retos para continuar con la formación profesional de sus estudiantes, esto fue debido a la pandemia por el virus de Covid-19. A inicio del 2022 cuando fue disminuyendo el riesgo por la pandemia y con el regreso a las clases presenciales, las instituciones educativas tomaron medidas de prevención para evitar con la propagación del virus. En este artículo se presenta una aplicación web para el control de asistencia a alumnos y visitantes que ingresaron en las instalaciones de uno de los campus de la Universidad Autónoma de Yucatán. Como parte de la metodología de este reporte, por la naturaleza del sistema propuesto, para su construcción se implementó Ingeniería Web. Como resultado se obtuvo el desarrollo de una aplicación web identificada como Sistema de Asistencia Segura, cuyo objetivo fue además de gestionar y administrar la asistencia segura, ésta también permitió el rastreo de la trayectoria de los visitantes durante su estancia en el campus. La aplicación web fue sometida a un proceso de validación, entre ellas una primera evaluación de usabilidad, los resultados obtenidos fueron superiores a 9 puntos en una escala de 0 a 10, esto se traduce que se desarrolló una aplicación web, donde además de cumplir el objetivo principal, también es una herramienta ágil, fácil de usar y navegar dentro de ella.

**Palabras clave:** Aplicación web, Ingeniería web, Control de acceso, Covid-19.

## 1. Introducción

La Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán es una dependencia de educación superior que tiene como misión, formar integralmente a profesionales en áreas del conocimiento afines a las Matemáticas y la Computación, así como contribuir al desarrollo social, científico y tecnológico en los niveles regional, nacional y mundial, desarrollando investigación básica, tecnología y aplicaciones prácticas, así como actividades de extensión en sus áreas de competencia (Fmat, 2023).

A principios del 2020 la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), como muchas instituciones educativas de nivel superior en todo el mundo, se enfrentaron a verdaderos retos para continuar con la formación profesional de sus estudiantes, y esto fue debido la pandemia del Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19). Este virus se originó en China en diciembre de 2019 y en poco tiempo de su origen ya había sido catalogada como "Emergencia de Salud Pública de Alcance Internacional" (Escudero et al., 2020).

Sin duda, la pandemia impactó de manera desfavorable en los estudiantes ocasionando la suspensión de la enseñanza presencial, por lo que se buscaron alternativas para continuar el proceso docente-educativo aún en condiciones de restricciones y aislamiento social (Vidal et al., 2021). La UADY no fue la excepción, y en el 2020 para continuar con el ciclo escolar correspondiente a ese año, inicio con las clases en modalidad virtual, y para proteger la salud de todos los universitarios se mantuvo así hasta el 2021. Sin embargo, por instrucción y permiso de las autoridades de gobierno tanto estatales como federales del país, en enero de 2022 la UADY se reanudó las clases presenciales en todas sus escuelas y facultades.

Para el acceso a las instalaciones y asistir a las aulas, las autoridades gubernamentales solicitaron mantener el distanciamiento social lo cual obligaba a reducir el número personas que podían asistir a clases en los salones, con lo cual no todo el alumnado podría tomar sus clases (a las que previamente se habían inscrito en el semestre) y que, por la reducción, los cupos para quienes fueran de manera presencial, se necesitaba un esquema de control. De igual manera, dado que las clases estaban por habilitarse en formato híbrido, no necesariamente todo el alumnado hubiera deseado asistir, principalmente por temor a enfermarse (Gómez y Ojeda, 2023; Guillén, 2022; Soto y Cervantes 2023), y posteriormente, llevar el virus a casa, poniendo en riesgo a algún familiar con comorbilidades.

Con el objetivo de prevenir una propagación masiva de Covid-19 en un campus de la UADY, la Facultad de Matemáticas desarrolló una herramienta para el control de asistencia segura para los estudiantes y personas que visiten el Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías de la UADY, campus de donde forma parte esta misma facultad, Por lo anterior, como iniciativa de la dirección de esta facultad se desarrolló una aplicación web para cubrir esta necesidad.

## Ingeniería Web

La Ingeniería Web es una rama de la Ingeniería de Software que se enfoca en el desarrollo de aplicaciones web (Kappel, 2006). El proceso de la Ingeniería Web aplica principios científicos, de ingeniería, de gestión, enfoques disciplinados y sistemáticos para el desarrollo, la implementación y el mantenimiento exitoso de sistemas y aplicaciones basados en la web. De acuerdo con Murugesan (2008), la Ingeniería Web trata varios aspectos, metodologías, herramientas y técnicas que hacen único del desarrollo y construcción de aplicaciones que se ejecutan en la World Wide Web.

Es importante mencionar que se han propuesto varios métodos con diferentes enfoques para el desarrollo de este tipo de aplicaciones con Ingeniería Web, entre ellos se encuentran (Nava et al., 2014):

- OOHDM (Object-Oriented Hypermedia Design Model)
- WebML (Web Modeling Language)
- OO-H (Object Oriented approach)
- UWE (UML Web Engineering)

Por la experiencia de los autores, para este proyecto se implementó la propuesta UWE, en Nieves et al. (2014) y Nava et al. (2018) se presentan más a detalle la implementación de este método, también mencionan que dicho método propone cinco modelos que utilizan una notación basada en UML (Unified Modeling Languaje): Diagramas de casos de uso, Diagramas de contenido, Diagrama de navegación Diagrama de presentación y Diagrama de procesos.

## Trabajos relacionados

En esta sección se presentan algunos trabajos relacionados con este proyecto desarrollado, en particular, durante la revisión de la literatura se identificaron tres estudios, a continuación, se presentan los resúmenes de estas investigaciones encontradas.

Coronel et al. (2022) presentan una aplicación web para controlar el acceso del personal a un área de trabajo sin contacto, para el desarrollo utilizaron técnicas *depp learning* y visión computacional. Para evaluar la propuesta realizaron varios experimentos y concluyeron que la aplicación permite identificar al usuario con una precisión del 99%, en un tiempo estimado de 3 segundos, en el rango de 20 a 90 cm de distancia.

Por otro lado, Nixon et al. (2022) presentan un módulo de un sistema identificado como HealthDist, dicho módulo realiza el rastreo de contactos preservando la privacidad y considera el riesgo de exposición al COVID-19, el proyecto desarrollado tiene como objetivo el registrar las trayectorias de los usuarios dentro de un campus universitario. De igual modo, a través de una interfaz web intuitiva, la propuesta muestra el riesgo de exposición de una persona coloreando la trayectoria de la persona infectada y las personas en alto riesgo.

Así mismo, Thukral y Mishra (2022), presentan un sistema de detección inteligente basado en Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) capaz de realizar escaneo térmico sin contacto, detección de mascarillas y reconocimiento de rostros con mascarillas, dicho sistema utiliza técnicas basadas en *depp learning* para el reconocimiento de rostros con mascarillas, donde mediante la aplicación web y aplicación móvil se puede monitorear de forma remota los datos correspondientes a cada usuario.

## 2. Materiales y equipos

Como se ha mencionado anteriormente, el objetivo del Sistema de Asistencia Segura (SICAS) consiste en gestionar y administrar la asistencia de los visitantes (alumnos y agentes externos) que ingresen a las instalaciones del campus de Ciencias y Exactas e Ingenierías de la UADY, así como llevar a cabo un rastreo de sus trayectorias durante su estancia en dichas instalaciones.

Para lograr el objetivo previamente descrito, se adaptó la metodología de Gall et al. (2003) que ha sido utilizada en Aguilar et al. (2020), y Maldonado y Ucán (2023), para ello se realizaron las siguientes tareas que se describen a continuación:

- *Revisión de la literatura*. La primera tarea, tal como su nombre lo indica, tuvo como objetivo realizar una revisión la literatura para encontrar trabajos relacionados con el tipo de aplicación web requerida, los cuales fueron muy limitados y entre los más significativos que se encontraron con el objetivo de esta investigación se reportan en la sección anterior.
- *Desarrollo de tecnología*. Como se mencionó en la sección anterior, para la construcción del SICAS se utilizó el proceso de la Ingeniería Web. La Ingeniería Web se centra en el modelado de interacción y el diseño sistemático de aplicaciones web con alto contenido de interacción. Además de cumplir con los principios básicos de la ingeniería de software, también considera la usabilidad, la navegabilidad, y procesos, entre otros modelos para el desarrollo web (Chán et al., 2021). Específicamente el método de Ingeniería Web que se uso fue Ingeniería Web UML (UWE, por sus siglas en inglés).

  Entre las tecnologías implementadas para el desarrollo del SICAS, del lado del cliente (*frontend*) se utilizó el *framework* "Angular", el cual tiene como objetivo permitir desarrollar aplicaciones web utilizando HTML y JavaScript, en un esfuerzo por asumir la mayor parte de la lógica y descargar al servidor con la finalidad conseguir una mayor velocidad y rendimiento en este tipo de aplicaciones (Boada y Gómez, 2018).

  Por el lado del servidor (backend) del SICAS se utilizó "Apache2" que permite que la aplicación se encuentre alojada en un servidor virtual. Para la gestión de la base de datos se usó "Mysql", éste es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto con un modelo cliente-servidor, así mismo, continuando del lado del servidor, el SICAS se

encuentra desarrollado con el lenguaje de programación PHP.

- *Evaluación empírica.* El proceso de validación del Sistema de Control de Acceso Segura se realizó desde dos perspectivas, en primera instancia, la de los clientes, y en segunda, desde la de los usuarios.
  En el caso de los clientes, siendo el sistema parte de un proyecto de vinculación (con registro Clave SISTPROY: FMAT-2022-007), quienes fungieron como expertos, fueron el director de la Facultad de Matemáticas en conjunto con el proponente del proyecto de vinculación. Para dicha evaluación se utilizó como método el recorrido cognitivo, en éste los clientes, en conjunto con tres estudiantes del quinto semestre de Ingeniería de Software (programadores de la aplicación), exploran todas las funcionalidades del sistema, utilizando como referencia el conjunto de funcionalidades acordadas; el prototipo fue aceptado para su utilización y experimentación.
  Una vez aceptada la primera versión del SICAS, éste fue sometido a una evaluación de usabilidad en la que participaron una muestra de 15 alumnos que fungieron como usuarios. Dicha evaluación tenía como propósito corroborar la funcionalidad de registro y acceso al campus a través del sistema, donde por parte de los alumnos fue vista correctamente.
- *Evaluación y revisión.* Una vez concluida la evaluación empírica, los resultados se analizaron con base en los informes obtenidos, y los autores reflexionaron sobre las lecciones aprendidas con la aplicación web desarrollada.

## 3. Resultados y métodos experimentales

Como parte de los resultados, en esta sección se presenta una fracción del diseño y se puntualizan algunas prestaciones o módulos que se obtuvieron con la construcción del SICAS, así mismo, también se presentan los resultados de la primera validación de la misma aplicación.

### Diseño

En la Figura 1 se puede observar el primer modelo de diseño que se obtuvo con la implementación del método UWE, es decir el Diagramas de casos de uso, en dicho diagrama se presentan los actores y las principales funcionalidades requeridas para la construcción del SICAS, cabe mencionar que el actor usuario puede ser un alumno, personal del campus o un visitante externo.

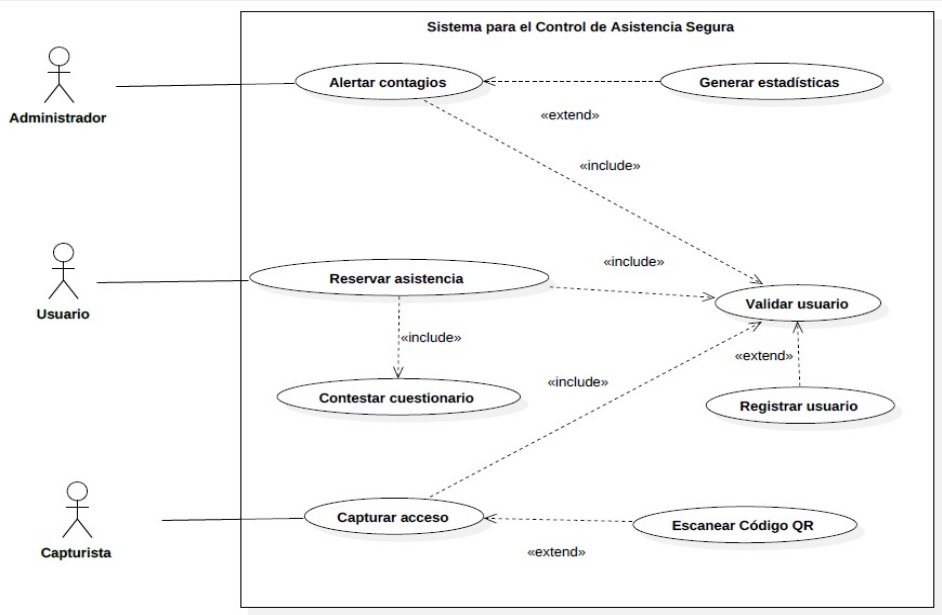



**Figura 1.** Diagrama de casos de uso.
*Fuente*: Elaboración propia.

El SICAS converge con el Sistema de Información y Control Escolar Institucional (SICEI) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), la comunicación con este sistema permite acceder al directorio de cuentas de Office de los usuarios identificados como alumnos y personal del campus de Ciencias Exactas e Ingenierías de la UADY, esto es con el propósito de autenticar a dichos usuarios. Es relevante destacar que los visitantes externos al campus, éstos se tuvieron que registrar previamente al SICAS. Como se puede ver en la Figura 2, en el diagrama de despliegue, se puede visualizar que entre las tecnologías empleadas para la construcción de este software (SICAS) también se encuentra el uso del SICEI.

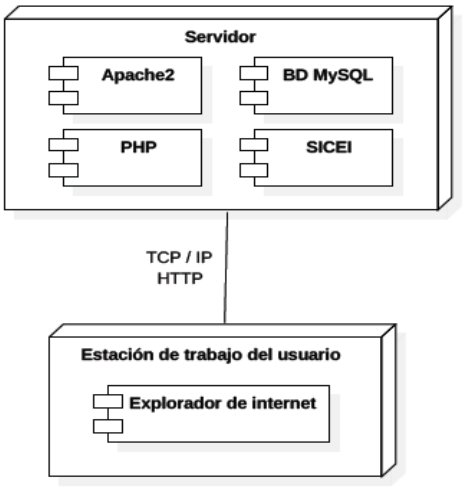



***Figura 2.*** *Diagrama de despliegue.*
*Fuente*: elaboración propia.

## Cuestionario para el registro en el SICAS

Como se observa en la Figura 3, este módulo hace alusión a un cuestionario que se le presenta a los usuarios que deseen acceder al campus. El objetivo de este cuestionario es el de evaluar si existe un riesgo de posible contagio de la enfermedad infecciosa COVID-19 por parte del usuario. Si se determina que el presente puede estar contagiado, se le denegará el acceso al campus.




***Figura 3.*** *Cuestionario para el registro.*
*Fuente*: elaboración propia.

El cuestionario para el registro en el SICAS puede variar ligeramente entre las facultades, debido a que las preguntas que serán desplegadas en el cuestionario son personalizadas y son configuradas por los administradores responsables de cada facultad en el sistema SICAS. Se supone que todo usuario será completamente honesto para la resolución de las preguntas. Si ha hecho una reservación previamente, no será capaz de seguir en el proceso hasta el día siguiente.

En el caso del alumno, una vez que haya contestado el cuestionario (y si se valida que tiene permitido el acceso a las instalaciones), se le muestra un listado con las clases que tiene registradas en su carga académica activa. La información que se le muestra al alumno por clase son las siguientes: Nombre de la asignatura, Aula en la que se imparte, el día del horario correspondiente a la carga académica de la asignatura que se está reservando, y el horario reservado (hora de inicio de la clase y hora final). Como se observa en la Figura 4, para confirmar la reservación del alumno, se debe presionar el botón "Enviar", lo que enviará un código QR al correo del alumno, que se deberá presentar el día reservado para confirmar la asistencia del presente.




**Figura 4.** *Ejemplo de registro de asistencia.*
*Fuente*: elaboración propia.

## Capturador de acceso

Para el caso del usuario con el rol de capturista, después de validar su usuario. Las únicas acciones posibles es cerrar sesión o pasar a la pantalla para escanear como se puede visualizar en la Figura 5.

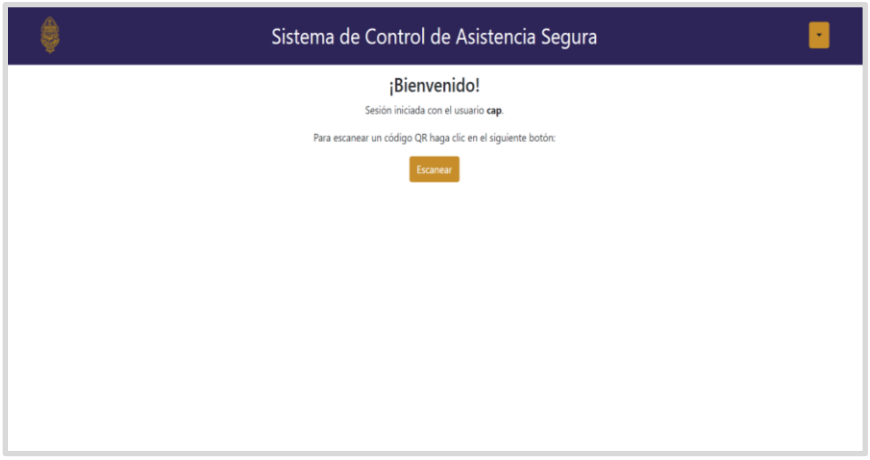



**Figura 5.** *Módulo del capturador.*
Fuente: elaboración propia.

### Escaneo de códigos QR

Como se puede ver en la Figura 6, al iniciar este módulo se presenta una pantalla que permite realizar el escaneo de los códigos QR válidos. La opción "Seleccionar la cámara" permite intercambiar entre cámara trasera (seleccionada por defecto) y frontal. Cuando se escanea un código QR válido, el botón "Verificar" se activa y se puede verificar. De ser válido se indica mostrando el nombre del propietario del código, de lo contrario se muestra un mensaje de denegación. Una vez escaneado el código, es necesario presionar el botón "Nuevo escaneo" para realizar un nuevo escaneo.




**Figura 6.** *Módulo para captura de códigos QR.*
*Fuente:* elaboración propia.

### Módulo del administrador

En este módulo el usuario con el rol de administrador tiene las opciones de alertar algún contagio, modificar el cuestionario para el acceso, administrar la capacidad, oficinas y aulas de la facultad correspondiente, generar estadísticas, registrar usuarios, administrar registros de asistencia y gestionar la información vinculada con el SICEI. En los párrafos siguientes se describe dos de estas opciones.

### Alertar de contagio

En la Figura 7 se presenta una pantalla desde donde se puede enviar una alerta a todos los estudiantes que hayan compartido aula con otro estudiante al que se le tiene sospecha o se haya detectado que está contagiado. Si la alerta se envió con éxito, en la parte derecha del formulario se mostrarán la cantidad y la lista de grupos afectados.




***Figura 7.*** *Alertar contagio.*
*Fuente*: elaboración propia.

**Validación del SICAS**

Como se mencionó en la sección de materiales y equipos, para validación del SICAS, como parte de la metodología no solo se realizó con los clientes, sino también la funcionalidad de la aplicación web, específicamente la usabilidad.

En el intervalo de la validación con los clientes los resultados en su mayoría fueron positivos, los autores solicitaron ligeras modificaciones vinculadas con las funcionalidades de interacción del sistema y se procedió a una última evaluación orientada a la usabilidad del sistema por parte de los alumnos.

Durante el periodo de validación del SICAS, la matrícula de estudiantes de nivel licenciatura de la Facultad de Matemáticas de la UADY era de alrededor de 1228 alumnos (UADY, 2021), considerando esta una población inicial para una primera prueba de la propuesta, al aplicar la formula correspondiente para obtener una muestra con una prevalencia del 50%, se esperaba contar con más de 200 sujetos en el tamaño de estudio, sin embargo, debido al periodo de contingencia por el COVID-19 y el miedo de asistencia presencial por los contagios, solo 15 estudiantes aceptaron voluntariamente participar de forma presencial para las pruebas de usabilidad.

En cuanto a la percepción de usabilidad otorgada por los alumnos se considera excelente conforme a la escala. En la Tabla 1, se muestran las preguntas y resultados promedio obtenidos para cada pregunta de la escala, los puntajes obtenidos en los ítems 1, 2, 3, 4 y 5 superan los 9 puntos de manera individual y 9.5 en promedio, por lo se traduce en que el SICAS cumple los atributos de usabilidad: efectividad y eficiencia, satisfacción, reveladas a través de la experiencia de registro y acceso de los usuarios.

**Tabla 1.** *Preguntas y resultados promedio.*

| | **Preguntas** | Calificación (0 10) |
|---|---|---|
| 01 | El esfuerzo requerido para aprender a utilizar la aplicación web ha sido mínimo. | 9.55 |
| 02 | Me sentí seguro al utilizar la aplicación desde mi celular. | 9.65 |
| 03 | Los tiempos de respuesta durante el uso de la aplicación, me permitieron registrarme sin generar desesperación. | 9.15 |
| 04 | Los tiempos de respuesta durante el uso de la aplicación, me permitieron acceder al campus sin contratiempos. | 9.35 |
| 05 | Las prestaciones (funcionalidades) disponibles en la aplicación me permitieron realizar las actividades propias de registro y acceso. | 9.81 |

*Fuente*: elaboración propia.

**4. Discusión de resultados**

Después de dar inicio con la primera dosis de vacunación contra el SARS-CoV-2 en México a los profesores, se anunció la reapertura de clases presenciales (El País, 2020), en Contreras et al. (2022) señalan que, en México, el 7 de junio de 2021 se autorizó el regreso a clases voluntario. A sí mismo, dependiendo del semáforo de riesgo epidemiológico, se estipuló que las actividades educativas por región sólo se retomarían manera presencial cuando el semáforo esté en verde (Schmelkes, 2020), bajo este decreto se fueron abriendo las escuelas de niveles básicos y medio superior, desde luego sin descuidar el retorno seguro a clases con las medidas de higiene correspondientes publicadas por el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2020).

La educación superior no fue la excepción, y en enero de 2022 la UADY reanudó las clases presenciales en todas sus escuelas y facultades, en particular en el Campus de Ciencias Exactas para proteger la salud de los estudiantes y del personal del campus, en la Facultad de Matemáticas se construyó una herramienta identificada como SICAS, dicha herramienta tuvo como objetivo prevenir la propagación masiva del Covid-19.

Al contrastar la construcción del SICAS con otros trabajos relacionados, se puede observar que hay otras tecnologías quizás más sofisticadas que se pudieron utilizar, por ejemplo, Coronel et al. (2022) implementaron técnicas de visión computacional o Thukral y Mishra (2022) que implementaron Internet de las Cosas, sin embargo, por la limitación de tiempo se tomó la decisión de construir solo una aplicación web, cabe señalar que la aplicación fue desarrollada durante el transcurso de los meses de diciembre de 2021 y enero de 2022, no obstante, el contar con solo un mes para el desarrollo, se cumplió el objetivo requerido.

En el diseño del SICAS, una vez más se observó que el uso de Ingeniería Web específicamente UWE, proporciona los modelos apropiados para construir un sistema de este tipo, de acuerdo con Nava et al. (2018) citando a Koch et al. (2008), esta metodología mantiene una notación estándar basada en el uso de UML. UWE es una de las metodologías más empleadas para el modelado de aplicaciones web, además de los requisitos funcionales, también describe el contenido, estructura de navegación, presentación y procesos. Sin duda, este modelado contribuyó al desarrollo de este sistema web.

Así como en la construcción de la propuesta se tuvieron limitaciones de recursos como el tiempo y desarrolladores, en la validación no fue la excepción, una muy significativa fue el tamaño de muestra, como se mencionó en el apartado de la validación del SICAS, esta no fue la que se esperaba, no se contó con todos los sujetos esperados en la muestra, causa por la resistencia de regreso a las clases presenciales, de acuerdo con Gómez y Ojeda (2023), un comportamiento causado por la pandemia por la que estábamos pasando en ese momento.

En cuanto a la validación del SICAS, en específico para la encuesta de usabilidad, se realizaron 5 preguntas que se analizan a continuación, cabe mencionar que el instrumento utilizado fue basado en un instrumento usado en Chán et al. (2021).

- *Ítem 1. El esfuerzo requerido para aprender a utilizar la aplicación web ha sido mínimo.*

El primer ítem tuvo como objetivo que los usuarios evaluaran el esfuerzo que tuvieron que realizar durante el ejercicio para aprender a utilizar la aplicación. Los resultados indican que los usuarios con una calificación del 9.55 coinciden en haber realizado un esfuerzo mínimo al aprender a utilizar la aplicación web.

- *Ítem 2. Me sentí seguro al utilizar la aplicación desde mi celular.*

Este ítem tuvo como objetivo que los usuarios se sintieran con confianza de poder entrar al Campus Universitario de Ciencias Exactas sin riesgo de contagiarse. Los resultados indican que los usuarios con una calificación del 9.65 coinciden en haber confiado que la aplicación web no permitió acceder a personas contagiadas.

- *Ítem 3. Los tiempos de respuesta durante el uso de la aplicación, me permitieron registrarme sin generar desesperación.*

El tiempo que le toma a un usuario para registrase en la aplicación y obtener una

respuesta para saber si podrá acceder al campus universitario o no, es muy significativo para evitar que se desesperen por los tiempos de respuesta. En este sentido, los resultados de este ítem indican que los usuarios calificaron la aplicación web con una puntuación de 9.15.

- *Ítem 4. Los tiempos de respuesta durante el uso de la aplicación, me permitieron acceder al campus sin contratiempos.*

Para el registro en la aplicación web y obtener la respuesta de acceso al campus, el usuario tenía que realizarlo máximo un día antes, si la respuesta es positiva, éste obtenía un código QR, dicho código fue escaneado por el personal correspondiente usando la misma aplicación en los módulos de entrada al campus. Los resultados indican que los usuarios con una calificación del 9.81 coinciden que la aplicación web les permitió acceder al campus de ciencias sin contratiempos.

- *Ítem 5. Las prestaciones (funcionalidades) disponibles en la aplicación me permitieron realizar las actividades propias de registro y acceso.*

Posteriormente, con el ítem 5, los usuarios calificaron el que las prestaciones disponibles en la aplicación web fueran útiles para realizar las actividades principales las cuales son el registro y acceso al campus de ciencias exacta. Los resultados indican con una calificación del 9.81 de los usuarios estuvieron de acuerdo que el objetivo principal de la aplicación web.

En general, se puede observar que con estos primeros resultados se obtuvo una calificación sobre 9, donde según la escala de usabilidad recomendada por Hedlefs y Garza (2016), la puntuación obtenida es considerada una puntuación buena.

## 5. Conclusiones

Como se ha mencionado, durante el desarrollo SICAS el objetivo principal fue permitir gestionar y administrar la asistencia de los visitantes (alumnos y agentes externos) que ingresen a las instalaciones del campus de Ciencias Exactas e Ingenierías de la UADY, así como llevar a cabo un rastreo de sus trayectorias durante su estancia en dichas instalaciones, todo esto con el propósito de prevenir una propagación masiva de Covid-19 en el campus.

Así mismo, con la finalidad de desarrollar una aplicación web con estándares de usabilidad, es decir, que sea de fácil uso y accesibilidad para el usuario, se realizó la validación correspondiente.

Los resultados obtenidos, en su primera evaluación fueron buenos, los porcentajes fueron superiores a 9 puntos en una escala de 0 a 10, tanto en promedio como de forma individual, esto se traduce que se desarrolló una herramienta, donde además de cumplir el objetivo principal, también es una herramienta ágil, fácil de usar y navegar dentro de ella.

En mayo de 2023, la Organización Mundial de la Salud (OPS, 2023) levantó su más alto nivel de alerta sobre la pandemia de Covid-19, afortunadamente ya estamos superando esta pandemia que lamentablemente afecto a todo el mundo; como reflexión, una vez más, se puede observar que, gracias a la tecnología y el talento humano, es posible construir herramientas como la que presenta en este artículo, para apoyar a la prevención de una pandemia.

Finalmente, en el momento de estar escribiendo este artículo, se están analizando

otros resultados obtenidos con la propuesta; como trabajos futuros se tiene considerado realizar otras pruebas y análisis experimentales con el objetivo de mejorar la aplicación y tenerla más actualizada, esto en caso de ser requerida en nuestra universidad de un sistema web como este.

## 6. Agradecimientos

Al Dr. Ramón Peniche Mena, director de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, quien ocupaba el cargo durante el tiempo de desarrollo de este proyecto, por su valioso apoyo.

## 7. Referencias

(1) Fmat. (2023). Página de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán: https://www.matematicas.uady.mx/, consultado el 15/01/2023.

(2) Escudero, X., Guarner, J., Galindo-Fraga, A., Escudero-Salamanca, M., Alcocer-Gamba, M. A. y Del-Río, C. (2020). La pandemia de Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19): Situación actual e implicaciones para México. *Archivos de Cardiología de México*. 90(Supl):7-14, https://doi.org/10.24875/acm.m20000064.

(3) Vidal-Ledo, M. J., González-Longoria, M. C. B., y Armenteros-Vera, I. (2021). Impacto de la COVID-19 en la Educación Superior. *Educación Médica Superior.* 35(1): e2851.

(4) Gómez, D. S., & Ojeda, E. A. (2023). Regreso a la presencialidad en la educación superior: un reto pospandémico. En *Sociedad, gobierno y educación en tiempos de pandemia* (pp. 247-269). Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

(5) Guillén, N. H. (2022). Resistencia para el Retorno a las Clases Presenciales. *Sapiencia Revista Científica Y Académica*, 2(2), 92-109. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4404

(6) Soto, A. F. M., & Cervantes, C. E. (2023). Educación para la resiliencia, un primer paso ante el regreso a clases presenciales en la pandemia por COVID-19. Identificación de factores socioemocionales que afectaron al alumnado. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 238-258. https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.608

(7) Kappel G., Pröll B., Reich S., and Retschizegger W. (2006). Web engineering: *The discipline of systematic development of web applications*. John Wiley & Sons.

(8) Murugesan, S. (2008). Web application development: Challenges and the role of web engineering. En *Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications* (pp. 7-32). Springer.

(9) Nieves Guerrero C. G., Ucán Pech J. P. y Menéndez Domínguez V. H. (2014). *UWE en Sistema de Recomendación de Objetos de Aprendizaje. Aplicando Ingeniería Web: Un Método en Caso de Estudio.* Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software, vol. I, nº 1, pp. 137-143.

(10) Nava Arteaga, C., Quitl González P., Herrera Hernández M. A. y Contreras Ruiz J. (2018). Ingeniería Web: Aplicando UWE para Modelado de una aplicación Web. En C*omprender el entorno. Camino hacia el conocimiento* (pp. 2-13). Instituto de

Estudios Superiores del Valle de Orizaba, S. C.

(11) Coronel, F., Barreno, N., Muñoz, P. Zabala-Blanco, D., Onofa N. and Flores-Calero, M. (2022). Web-based personal access control system using facial recognition with deep learning techniques. *IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM)*, Cali, Colombia, pp. 1-6, https://doi.org/10.1109/Colcom56784.2022.10107868.

(12) Nixon, B. T., Alseghayer, R., Graybill, B., Zhang, X., Costa C. and Chrysanthis, P. K. (2022). Efficient Detection of COVID-19 Exposure Risk. *23rd IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM)*, Paphos, Cyprus, pp. 310-313, https://doi.org/10.1109/MDM55031.2022.00068.

(13) Thukral R. and Mishra, M. (2021). An IoT Based Intelligent Screening System for Preventing COVID 19 Spread in Premises. *4th International Conference on Computing and Communications Technologies (ICCCT)*, Chennai, India, pp. 175-180, https://doi.org/10.1109/ICCCT53315.2021.9711763.

(14) Gall, M.; Borg, W. R. & Gall, J. (2003). *Educational research. An Introduction*. EUA: Pearson.

(15) Aguilar Vera, R. A.; Briceño Arceo, E. E.; Díaz Mendoza, J. C. y Ucán Pech, J. P. (2020). Modelo instruccional configurable y computable basado en elementos de gamificación: un estudio de caso sobre la educación en ingeniería de software. *Apertura*, 12(2), pp. 20-35. http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v12n2.1905

(16) Maldonado Vargas, M. A. y Ucán Pech, J. P. (2023). Tecnología educativa para evaluar aprendizaje de toma de decisiones en estudiantes universitarios. *Apertura*, 15(2), 6-19. http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v15n2.2363

(17) Chán-Chán, D. I, Aguilar Vera, R. A., Ucán Pech J.P., Díaz-Mendoza J. C. y Santos-Tejero, J. A. (2021). Diseño de un Prototipo para Configuración de Entornos Virtuales de Aprendizaje basados en Gamificación utilizando UWE. *ReCIBE, Revista electrónica De Computación, Informática, Biomédica Y Electrónica*, 10(1), C1–16. https://doi.org/10.32870/recibe.v10i1.217

(18) Boada-Oriols, M. y Gómez-Gutiérrez, J. A. (2018). *El gran libro de Angular*. Marcombo.

(19) UADY (2021). Plan de Desarrollo de la Facultad de Matemáticas 2021-2030. Recuperado de ttps://www.matematicas.uady.mx/files/planeacion/Plan_de_Desarrollo_de_la_Facultad_de_Matematicas_2021-2030.pdf

(20) El País. (2021). Ciudad de México anuncia el retorno a las escuelas el 7 de junio tras un año de cierre por la pandemia. https://elpais.com/mexico/sociedad/2021-05-19/ciudad-de-mexico-anuncia-el-retorno-a-las-escuelas-el-7-de-junio-tras-un-ano-de-cierre-por-la-pandemia.html.

(21) Contreras, C. P., Piñón, M. T. P., Picazo, D., & Piñón, D. P. (2022). En tiempos de pandemia: de la educación

presencial al entorno virtual y de regreso. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 1821-1834, https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1612

(22) Schmelkes, S. (2020). La educación superior ante la pandemia de la COVID-19: el caso de México. Universidades, 71(86), 73-87, https://doi.org/10.36888/udual.universidades.2020.86.407

(23) UNICEF. (2020). COVID-19: la FICR, UNICEF y la OMS publican una guía para proteger a los niños y apoyar la seguridad en las operaciones escolares. https://www.unicef.org/lac/comunicados-prensa/covid-19-la-ficr-unicef-y-la-oms-publican-una-guia-para-proteger-los-ninos

(24) Koch, N., Knapp, A., Zhang, G., and Baumeister, H. (2008). Uml-Based Web Engineering An Approach Based on Standards. *Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications* (pp.157-191). Springer.

(25) Hedlefs, M. I. y Garza, A. A. (2016). Análisis comparativo de la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS) en dos versiones. *RECI Revista Iberoamericana De Las Ciencias Computacionales E Informática*, 5(10), 44 - 58. https://www.reci.org.mx/index.php/reci/article/view/48

(26) OPS. (2023). Se acaba la emergencia por la pandemia, pero la COVID-19 continúa. https://www.paho.org/es/noticias/6-5-2023-se-acaba-emergencia-por-pandemia-pero-covid-19-continua.