

Sistema automatizado preventivo de Covid-19 que mide la temperatura corporal y desinfecta las manos

Covid-19 preventive automated system that measures body temperature and disinfects hands

¹René Aldama Martínez,²José Alberto Vicencio Lorenzo,³Leonor Tomasa Hernández.

¹Instituto de Capacitación para el Trabajo del Estado de Veracruz

²Instituto Tecnológico Superior de Naranjos

³Instituto Tecnológico Superior de Naranjos

lcatver_tics@outlook.com

alberto.vicencio@itsna.edu.mx

leonor.hernandez@itsna.edu.mx

Resumen

El año 2020, enmarca el inicio del Covid-19 en México, uno de los aspectos más inquietantes fue el grado de contagio que tenía esta enfermedad, situación que aprovechó el virus, SARS-Cov 2, para propagarse en cuestión de meses y causar repercusiones significativas en el ser humano. Hasta que se conoció la velocidad de contagio se identificaron las medidas aplicables para contenerlo y superar el escenario que había confinado y sigue confinando a millones de personas en el mundo. La presente investigación tiene como propósito la implementación de un sistema automatizado de medición de temperatura corporal y desinfección de manos para prevenir la enfermedad del Covid 19 en el ICATVER, Unidad Naranjos. El tipo de investigación es aplicada con un alcance explicativo. La metodología de desarrollo es de prototipos evolutivos. Para la medición de los datos, se utiliza el censo mediante el instrumento de medición a través de un cuestionario en escala de Likert, en busca de medir la eficacia que tiene el sistema automatizado en la prevención del Covid 19 en el personal de esta Institución. La población de estudio está conformada por 4 directivos, 13 docentes y 2 administrativos. Los resultados demuestran que el sistema automatizado es eficaz en la dispersión de gel y la medición de temperatura corporal, con una mayor confianza en los métodos de prevención cuando se usan sistemas automatizados sin contacto, evitando el riesgo cuando se tienen que tocar.

Palabras clave: Automatización, Pandemia, Prevención, SARS-CoV-2.

Abstract

Abstract: The year 2020 marks the beginning of Covid-19 in Mexico, one of the most disturbing aspects was the degree of contagion that this disease had, a situation that the virus, SARS-Cov 2, took advantage of to spread in a matter of months and cause repercussions significant in humans. Until the speed of contagion was known, the applicable measures were identified to contain it and overcome the scenario that had confined and continues to confine millions of people in the world. The purpose of this research is to implement an automated body temperature measurement and hand disinfection system to prevent Covid 19 disease at ICATVER, Naranjos Unit. The type of research is applied with an explanatory scope. The development methodology is evolutionary prototypes. For the measurement of the data, the census is used through the measurement instrument through a questionnaire on a Likert scale, in order to measure the effectiveness of the automated system in the prevention of Covid 19 in the staff of this Institution. The study population is made up of 4 directors, 13 teachers and 2 administrative staff. The results show that the automated system is effective in the dispersion of gel and the measurement of body temperature, with greater confidence in the prevention methods when using automated systems without contact, avoiding the risk when they have to be touched. Practices, Web Development, Microservices

Keywords: Automation, Pandemic, Prevention, SARS-CoV-2.

1. Introducción

A más de dos años del surgimiento del virus SARS-CoV-2 y de su declaración como pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la mayor parte de la sociedad mexicana no duda de que se trata de una enfermedad muy contagiosa que se transmite principalmente por el aire y por los objetos contaminados por gotículas salivales y que su efecto en casos graves es letal, sin importar si eres joven, adulto o mayor.

Como señala Sanahuja (2020), este desconocimiento inicial del Covid 19, provocó que para los meses de marzo y abril del año 2020 el virus hubiera llegado a 190 países, por lo que la mitad de la población mundial tuvo que confinarse en casa. El mismo autor enfatiza la falta de respuesta adecuada por parte de los gobiernos, dejando al descubierto la falta de políticas en temas de sanidad y el sesgo social en donde solo algunos tienen oportunidades de obtener los implementos para combatir al virus.

Esto demostró que los gobiernos no estaban preparados para enfrentar al SARS-CoV-2, entrando en una severa crisis mundial, principalmente en el tema de la atención médica, debido a que de inmediato se llenaron los hospitales públicos y privados y no había más implementos para apoyar a un sector vulnerable que en muchos casos tuvo que perder la vida por no haber una cama o respirador disponible.

En el caso de México, la situación no fue diferente a la de otros países y pronto las autoridades sanitarias tuvieron que tomar medidas precautorias para buscar, mitigar la dispersión y transmisión del virus SARS-CoV-2 en la comunidad. Estas medidas se dieron a partir del primer caso registrado el 27 de febrero de 2020. (Suárez et al., 2020), dando paso a la denominada fase 1, sin embargo, no tardaron las autoridades en decretar la fase 2 luego del primer deceso acontecido el 18 de marzo del mismo año, en este escenario se dictan las primeras restricciones de movilidad y de realización de actividades no esenciales y la conminación a permanecer en los hogares, en especial a las personas vulnerables con enfermedades de diabetes, hipertensión, cáncer, etc.

Una de las primeras medidas sanitarias, ante el crecimiento desmedido de casos en los meses

subsiguientes, fue el uso casi obligatorio del cubrebocas y el enjuague de las manos con gel antibacterial, así como la toma constante de la temperatura como uno de los indicadores de la presencia del virus SARS-CoV-2.

Es en este escenario donde Instituciones como el Politécnico Nacional y otras Instituciones Educativas comienzan con el desarrollo tecnológico de instrumentos que ayuden a detectar la presencia de personas infectadas con Covid 19 y a prevenir la transmisión del mismo.

Los esfuerzos por detener al virus SARS-CoV-2, comienzan a tomar un rumbo, basados en los primeros estudios que distintas Universidad y Entidades médicas estaban llevando a cabo, como el publicado por la Revista Acta Médica de Perú se destaca que los principales síntomas del Covid 19 son: "fiebre (83-98%), tos (76-82%), disnea (31-55%) y dificultad respiratoria (17-29%), entre otros, se encuentran en estudio" (Rodríguez et al., 2020).

En el mismo contexto, otro estudio realizado por Rodríguez (2021), donde los síntomas por contagio de Covid 19 son: el 98.6% tiene alta temperatura, a comparación con la fatiga que es del 69.6% y la tos un 50.45%. Esto lleva a las autoridades sanitarias a recomendar como principal control para el acceso a los lugares, la toma de temperatura. De igual manera al conocerse que el virus se trasmite por el aire y por objetos contaminados se instruye el uso del cubrebocas y el enjuague de manos como una medida para prevenir el contagio.

En este punto, el tema más trascendental es la de ¿cómo detener el proceso de transmisión y contagio del nuevo Coronavirus?, así como la del retorno seguro a la nueva normalidad, una vez que se deba dejar el confinamiento en casa. Esta situación trajo consigo también el cuestionamiento sobre la implementación de medidas que protejan y detengan la transmisión del virus del SARS-CoV-2.

En el ICATVER Unidad Naranjos cuenta como medida de control para el ingreso al Plantel con un lector de temperatura de mano y la dispensa de gel antibacterial de forma manual, que si bien cumplen con la función de buscar contener la transmisión del virus SARS-CoV-2, la medida contiene el riesgo, debido a que se tienen que tocar dichos instrumentos para realizar el proceso.

Por lo anterior, este proyecto se enfoca en aportar una innovación tecnológica que se sume a los esfuerzos de las autoridades sanitarias por detener el avance del nuevo coronavirus,

mediante el diseño e implementación de un dispositivo electrónico que permita mitigar la transmisión y contagio del virus SARS-CoV-2 por medio de la lectura de temperatura corporal sin contacto y la desinfección de manos con gel antibacterial en personal Directivo, Docente y Administrativo del ICATVER Unidad Naranjos.

La presente investigación busca responder a la siguiente pregunta: ¿Cómo influye el sistema automatizado de toma de temperatura y desinfección de manos en la prevención de contagios del virus SARS-CoV-2 en el personal Directivo, Docente y Administrativo del ICATVER Naranjos?

2. Marco teórico

2.1. Síntomas de la Covid 19

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), señala que los síntomas más frecuentes de contagio del virus del SARS-CoV-2 son: fiebre, tos y cansancio, entre otros menos comunes como: la diarrea, dolor de cabeza y garganta entre otros sin embargo para determinar los síntomas de un cuadro grave de la COVID-19 se incluyen:

- Disnea (dificultad respiratoria)
- Pérdida de apetito
- Confusión
- Dolor u opresión persistente en el pecho
- Temperatura alta (por encima de los 38° C.)

Según Castañeda y Ramos (2020), los síntomas por contagio de Covid 19 son: el 98.6% tiene alta temperatura, a comparación con la fatiga que es del 69.6% y la tos un 50.45%. Como se puede observar la temperatura es un síntoma frecuente en el caso de las personas contagiadas por el nuevo Coronavirus, por ello es importante que para coadyuvar en las tareas de la mitigación de la propagación de esta enfermedad se busque implementar controles que ataquen a este factor con instrumentos de medición de la temperatura.

En su espacio dedicado a las orientaciones para el público sobre protegerse y proteger a los demás de Covid 19, La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) señala como medidas: el distanciamiento físico, llevar mascarilla, ventilar bien las habitaciones, evitar las aglomeraciones, lavarse las manos y, al toser, cubrirse la boca y la nariz con el codo flexionado o con un pañuelo.

2.2 Medidas de prevención de la Covid 19

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), dispone de Normas básicas de la buena higiene, derivado del brote de enfermedad por coronavirus COVID-19, brindando orientación para el público. "No olvide las normas básicas de la buena higiene", como son:

- Lávese periódica y cuidadosamente las manos con un gel hidroalcohólico o con agua y jabón. Esto elimina los gérmenes que pudieran estar en sus manos, incluidos los virus.
- Evite tocarse los ojos, la nariz y la boca. Las manos tocan muchas superficies en las que podrían coger el virus. Una vez contaminadas, pueden transportar el virus a los ojos, la nariz o la boca. Desde allí el virus puede entrar en el organismo e infectarlo.
- Al toser o estornudar cúbrase la boca y la nariz con el codo flexionado o con un pañuelo. Luego, tire inmediatamente el pañuelo en una papelería con tapa y lávese las manos. Con la observancia de buenas prácticas de 'higiene respiratoria' usted protege a las personas de su entorno contra los virus causantes de resfriados, gripe y COVID-19.
- Limpie y desinfecte frecuentemente las superficies, en particular las que se tocan con regularidad, por ejemplo, picaportes, grifos y pantallas de teléfonos.

Derivado de estas medidas comienza una carrera por el diseño y creación de dispositivos que busquen minimizar la transmisión de los contagios, a través de sistemas que detecten la temperatura corporal y el lavado de manos con gel antibacterial o jabón.

2.3 La tecnología de sensores en el uso del combate del Covid 19

2.3.1 Automatización

De acuerdo con Torres y Jara (2011). La automatización es tan antigua como los orígenes del hombre. En la antigua Grecia existía un mecanismo de apertura de las puertas del templo de Herón, en el siglo XVI los molinos de viento, la máquina de vapor de Watt (1819) entre otros, hasta los microprocesadores en los años de 1970 que abren un mundo a la programación y a los autómatas de gama baja y alta.

La automatización encuentra eco en la llamada Industria 4.0 y como lo señala Del Val Román (2016), es el despliegue de la electrónica y la informática en los procesos industriales que buscan suplantar al hombre con autómatas inteligentes basados en la conectividad del internet. El aprovechamiento de las nuevas tecnologías en el escenario de la nueva industria.

Sin duda el mayor avance en la automatización ha sido la introducción de la informática en los procesos industriales y el avance de la ingeniería del conocimiento en su búsqueda de imitar los procesos del ser humano en sistemas expertos.

2.3.2 Arduino

En esta carrera por la automatización surgen nuevas tecnologías como la tarjeta Arduino creada por Massimo Manzi con el objeto de crear un instrumento a bajo costo que integrara la electrónica y la computación. A decir de (Herranz, 2015), se trata de un "sistema microcontrolador monoplaca, de hardware libre, de fácil uso y bajo coste, desarrollado inicialmente para facilitar el uso de electrónica en diseños artísticos e interactivos y la aplicación de esta por personas no expertas".

Según Artero (2013), Arduino "nació en Italia en el año 2005, en el Ivrea Interaction Design Institute, como una herramienta para que los estudiantes sin conocimientos de electrónica y programación pudieran hacer prototipos rápidos". El autor destaca que su éxito se debe a la sencillez de su interfaz y que no se requieren grandes conocimientos de electrónica para implementar diseños.

2.3.3 Sensores

Los sensores forman parte fundamental de la automatización de los sistemas debido a que gracias a ellos, muchos dispositivos cumplen tareas de: vigilancia, medir distancia, activar alarmas, medir temperaturas etc. y su llegada al mundo de la electrónica y la computación abrió un escenario de automatización a grandes escalas.

En si un sensor es un instrumento que mide magnitudes como los sensores ultrasónicos que miden la distancia o los sensores infrarrojos que miden calor. La carrera por los sensores es muy larga y actualmente son tan variados que depende del objetivo que se tiene para implementarlos. (Artero, 2013).

2.3.4 Sensor infrarrojo

Actualmente los sensores utilizan un rayo infrarrojo para la lectura como el sensor MLX90614 que mediante el rebote del rayo realiza un cálculo a base de calor, puede obtener lecturas de -70°C a 380°C con una precisión de $0,5^{\circ}\text{C}$. (Electronics, 2020).

2.3.5 Sensor ultrasónico

Entre los sensores de mayor uso en el desarrollo de proyectos con la tarjeta Arduino se encuentra al llamado sensor ultrasónico, cuya descripción de acuerdo a Poblado et al., (2015), es que son detectores de objetos que se miden a pocos centímetros hasta varios metros. El autor señala que su proceso es muy básico, envía un sonido a través de uno de sus canales y al topar con un objeto este es devuelto para ser recibido por un segundo canal quien mide el tiempo de respuesta.

2.3.6 Dispensador de gel

En la carrera por mitigar el avance del Covid 19 y la dificultad de contar jabón y agua a la mano, las autoridades sanitarias recomendaron el uso de alcohol en gel mayor al 70%. El uso del gel se hizo tan popular en casi todos los establecimientos comerciales contando con un repositorio de este elemento.

En 2020 La presencia del Covid 19 originó un efecto similar derivado de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud quien señalaba a las manos como un factor de contaminación y transmisión del virus del SARS-CoV-2.

Ante esta necesidad de eliminar la contaminación, inicia en 2020 la carrera por el diseño de dispensadores de gel sin contacto, aprovechando la tecnología emergente de los sensores como el infrarrojo que activa un mecanismo de salida a partir de una lectura de proximidad.

2.4 Estado del Arte.

2.4.1 Experiencias internacionales

a.- Maker 504. Termómetro digital con sensor infrarrojo (Maker, 2020).

Este dispositivo es creado por el canal Maker 504. Utiliza para medir la temperatura un sensor MLX90614, un sensor de proximidad ultrasónico, una pantalla Lcd20x4, un reloj DS23, un módulo I2C y buzzer pasivo. El dispositivo lee la temperatura a una distancia de 10 cm y cuando detecta una temperatura alta manda un mensaje de alerta en la Lcd y un sonido especial a través del buzzer.

Su función es básicamente la lectura de la temperatura, con la característica que tiene una interfaz de interacción con el usuario al mandar un mensaje de que se ha registrado una temperatura normal o temperatura alta.



Fig. 1. Termómetro digital con pantalla Lcd20x4

b.- BIOMAKERS. Termómetro digital con sensor infrarrojo con láser (Biomakers, 2020).

Este proyecto es creado por el canal digital en YouTube Biomakers. Se trata de un lector de temperatura usando el sensor MLX90614, una pantalla OLED 128x64, una tarjeta Arduino nano, un botón de encendido y apagado. Su función es la de medir la temperatura con la característica que utiliza un rayo láser para indicar el punto de lectura.



Fig. 2. Termómetro digital con pantalla Oled.

2.4.2 Experiencias nacionales

En el territorio nacional la gama de desarrollos tecnológicos para atacar el tema de la temperatura y la higiene de manos es amplia pero destacan las aportaciones de 2 Instituciones de educación superior que son: el Instituto Politécnico Nacional y el Tecnológico Nacional de México, Campus Agua Prieta de Sonora.

a.- Instituto Politécnico Nacional (IPN). Termómetro digital.

El Instituto Politécnico Nacional (IPN) desarrolló un termómetro infrarrojo digital para la atención básica de pacientes con COVID 19. De acuerdo con el comunicado 073 emitido el 10 de mayo de 2020 (IPN, 2020), la Institución dio a conocer el desarrollo de un termómetro a bajo costo con el objeto de combatir la pandemia del Covid-19 y contribuir a que las instituciones de salud contaran con estos instrumentos.

En este sentido el IPN destacó que el incremento de la temperatura corporal es uno de los primeros síntomas de la infección por coronavirus SARS-COV-2, por lo que el termómetro es un instrumento esencial para el personal de atención a la salud y para evitar que este instrumento haga falta en los hospitales debido a la demanda que se vive actualmente en el sector comercial.

El IPN mencionó que dicho esfuerzo fue a petición del Gobierno del Estado de México para atender la demanda de termómetros en la Ciudad y la garantía de que dichos instrumentos no falten en las Instituciones de Salud.

De acuerdo a lo informado el instrumento se construyó con componentes de bajo costo y funciona con una batería normal de 9 voltios. Con esta tecnología politécnica se pueden fabricar termómetros infrarrojos digitales por decenas en tiempos muy cortos y a un precio reducido por unidad, menos de 600 pesos. Dichos instrumentos de medición de temperatura se utilizarán también entre la comunidad politécnica al regreso a clases presenciales.

b.- Tecnológico Nacional de México, Campus Agua Prieta. Dispensador de gel antibacterial.

El 29 de junio de 2020, El Tecnológico Nacional de México a través de su página oficial, dio a conocer que un equipo de estudiantes del campus Agua Prieta, desarrolló un prototipo de dispensador ultrasónico de gel antibacterial como medida de higiene para evitar el contagio en tiempos de COVID-19.

La máxima Institución educativa que agrupa a todos los tecnológicos del país (TECNMX, 2020), informó a través del profesor Eduardo Rocha, coordinador del proyecto, que el dispositivo ultrasónico fue elaborado por jóvenes de este campus y que está construido con una bomba de agua a escala Arduino relé, entre otros dispositivos, que en conjunto tienen la función de proporcionar una dotación de gel antibacterial sin tener contacto físico con algún objeto (botón, palanca, etc.), y es activado mediante un sensor y un audio que proporciona información breve al usuario sobre la importancia de desinfectarse las manos.

El sistema de sanitización fue desarrollado por Benjamín Clemente Aguilar, José Antonio Rivera Higuera, Juan Antonio Macazani Ramírez y Josué Damián González Serrano, estudiantes de Ingeniería Electrónica que cursan el sexto semestre, dentro de la materia de Taller de Investigación I.

2.4.3 Experiencias regionales

a.- Instituto Tecnológico Superior de Pánuco. Dispositivo de lectura de la temperatura y dispensador de gel.

El Instituto Tecnológico Superior de Pánuco dio a conocer el 06 de febrero de 2021, la creación de un dispositivo electrónico que mide la temperatura corporal y dispensa gel antibacterial. De acuerdo con su página de Facebook (ITSPANUCO, 2020), alumnos y docentes de la carrera de Ingeniería Electrónica del Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco crearon un Prototipo de Sistema Electrónico medidor de temperatura corporal y dispensador de gel antibacterial.

El Tec informó que dicho proyecto fue creación de los alumnos: Nubia Guadalupe Villarreal Guzmán, Clemente Ruíz Rufino y Milton Ernesto Herrera Castillo, asesorados por la Doctora ISC Guadalupe Esmeralda Rivera García, M.E. Juan Carlos Ramírez Vázquez e Ingeniero Keops de Jesús Vera Alvarado.

Los estudiantes señalaron que el dispositivo consiste en un sistema electrónico medidor de temperatura corporal y dispensador de gel antibacterial; el cual se encuentra constituido por un sensor térmico que mide la temperatura corporal y un sensor para dispensar el gel antibacterial, un sensor ultrasónico para verificar la distancia de la persona y una cámara para solo en el caso de que la persona rebase una temperatura de 37° C se active para que registre una imagen como sospechosa de COVID-19.

3. Metodología

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, debido a que el propósito final del proyecto es la aplicación del conocimiento de forma práctica y no el desarrollo de un conocimiento teórico.

Como lo indica Tamayo (2003), la investigación aplicada "es un estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas". p.43 El autor enfatiza que la investigación aplicada se enfoca a la aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías como la investigación básica o fundamental. Para Viloria (2016), las investigaciones aplicadas se enfocan en resolver necesidades individuales o colectivas de la sociedad con el criterio de generar cambios o innovaciones que respondan a una utilidad social.

En el contexto del proceso investigativo del presente proyecto se enfoca en atender una

problemática social que afecta a millones de personas en todo el mundo como es la infección del Covid 19. El resultado de esta investigación es la implementación de un sistema automatizado que mida la temperatura corporal y dispense gel antibacterial en el personal directivo, docente y administrativo del ICATVER Unidad Naranjos.

3.2. Alcance de la investigación

Un alcance explicativo para Salgado, (2018), es aquel tipo de investigación que busca "establecer relaciones causa-efecto acerca de los eventos y fenómenos de diferente naturaleza". Según la autora se manifiesta en "términos de efectos, influencia o impacto de una(s) variable(s) sobre otra(s)". Pág. 63.

Basado en este conocimiento el alcance de esta investigación será de tipo explicativo debido a que se busca estudiar el impacto o influencia del "Sistema automatizado de medición de temperatura y dispensación de gel antibacterial en el personal directivo, docente y administrativo del ICATVER Unidad Naranjos" en la prevención del Covid 19.

3.3. Población, participantes y selección de la muestra

Jany (1994), citado por Bernal (2010), la población es "la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia". O un: "conjunto definido, limitado y accesible del universo que forma el referente para la elección de la muestra y es al que se busca generalizar los resultados" de acuerdo con Colas et al. (2009) citado por Salgado (2018), en manual de tesis universitario.

La población para este proyecto estará constituida por 19 personas del Instituto de Capacitación para el Trabajo del Estado de Veracruz (ICATVER), unidad Naranjos. Su distribución se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Población de estudio.

Función	Femenino	Masculino	Total
Directivo	2	2	4
Docente	7	6	13
Administrativo	2	0	2

Para Pimienta (2000) el muestreo es un sondeo que aplica a una parcialidad de los elementos que integran una población, pero cuando este se aplica a la totalidad entonces se le denomina Censo. Por su parte López (2004) señala que cuando una población es bastante grande lo más recomendable es tomar solo una muestra para evitar altos costos y tiempo en su desarrollo.

Basados en el criterio de Pimienta (2000), para esta investigación de la población no se utilizará el muestreo, debido a que eso indicaría el que se tuviera que tomar solo una parte de ella, y por el tamaño que se tiene, no se lograría la representatividad de la percepción del fenómeno. En este caso, como la población es pequeña y se puede encuestar a todos, se utilizará el censo.

3.4. Instrumentos de recolección de datos

Una de las ventajas de obtener un desarrollo tecnológico es que se cuenta con la oportunidad de probarlo. En este sentido, se incluye al propio sistema automatizado como un instrumento de recolección de datos, el cual arroja información sobre el comportamiento del dispositivo como: la precisión del termómetro, la interacción humano-computadora y la confianza en el usuario.

Por otro lado, también como técnica de recolección de los datos se determinó el uso de la encuesta por considerar que se debía de estudiar la percepción de la utilidad en la prevención del Covid 19 en el personal directivo, docente y administrativo del ICATVER Unidad Naranjos, para ello se ocupó como instrumento de medición el cuestionario, el cual fue implementado de manera digital utilizando la plataforma de Google Forms.

Para el diseño del cuestionario se utilizó la escala Likert, la cual basado en la información de Bernal (2010), se refiere a la medición de un rasgo de sentimiento con respecto a una variable a medir, para ello se realizaron 9 preguntas bajo la escala valorativa: Totalmente de acuerdo (TA), Parcialmente de acuerdo (PA), Indiferente (I), Parcialmente en desacuerdo (PD) y Totalmente en desacuerdo (TD) y se añadió un opción de aporte o comentario por parte del encuestado, utilizando un tipo de pregunta cerrada de elección múltiple.

3.5. Modelado por prototipos evolutivo

En los últimos años el avance de las tecnologías y sobre todo el crecimiento automatizado de la industria 4.0 han generado una confusión en la aplicación de las metodologías de investigación y de manera indistinta se utiliza la metodología básica para proyectos teóricos o prácticos, como los desarrollos tecnológicos o innovaciones.

Viloria (2016) señala que las investigaciones aplicadas: sociales y tecnológicas, deben tener un enfoque del problema y del método diferente a la investigación pura, debido a que su finalidad es la utilidad del conocimiento en problemas reales. La autora subraya que en muchas ocasiones el desconocimiento de la metodología de la investigación aplicada hace que los proyectos se encaucen por una metodología básica, quedando dichas innovaciones o desarrollos tecnológicos en el aporte teórico.

Por su parte Espinoza (2014), destaca que la falta de una metodología de investigación aplicada hace que se utilicen metodologías más enfocadas a temas teóricos con variables aisladas que el estudio directo con los sistemas en funcionamiento.

En este escenario, este proyecto toma una metodología más enfocada a un desarrollo tecnológico que a una aportación teórica, toda vez que el resultado será la implementación de un dispositivo automatizado de medición de la temperatura corporal y desinfección de manos con gel antibacterial.

Para esta investigación se utilizó el modelado por prototipos evolutivo, el cual de acuerdo con García y Vázquez (2022), "un prototipo es un modelo experimental de un sistema o de un componente de un sistema que tiene los suficientes elementos que permiten su uso". y dentro de sus objetivos es un "medio eficaz para aclarar los requisitos de los usuarios e identificar las características de un sistema que deben cambiarse o añadirse". Pág. 17.



Figura 3. Etapas de la metodología por prototipos.

a.- Obtención de requisitos.

Se da el primer encuentro con la escuela pública ICATVER Unidad Naranjos. Se plantea la posibilidad de diseño de un instrumento que ayude en las tareas de mitigación del virus del SARS-CoV-2 transmisor de la enfermedad de Covid 19.

Se solicita que el diseño sea automatizado para evitar que el personal toque con las manos los implementos para la prevención, como el termómetro digital y los envases de gel antibacterial.

b.- Diseño rápido.

De acuerdo a los requisitos del cliente, se realiza un diseño rápido a mano para dar una idea de cómo podría quedar el prototipo.



Figura 4. Diseño rápido.

El primer diseño consistió en una cabina que tomaría la temperatura corporal con sensores y la dispensa de gel antibacterial y jabón para el lavado de manos. El cliente acepta la propuesta, pero solicita que solo sea gel antibacterial. Del mismo modo se presenta el segundo diseño ya estilizado y queda como la figura de abajo.



Figura 5. Diseño estilizado.

c.- Construcción del prototipo.

Una vez teniendo la idea de cómo quedaría el prototipo se inician el periodo de construcción del mismo. Para ello se comienza con la adquisición de los dispositivos electrónicos que se van a necesitar y la conexión de los mismos. Después se realiza la programación de los componentes en el entorno de desarrollo integrado de Arduino.

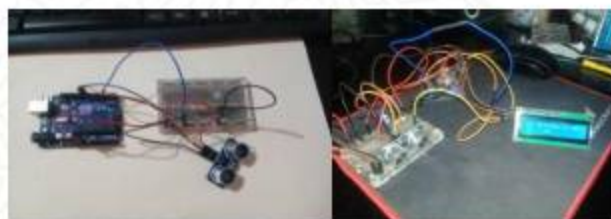


Figura 6. Ensamble de los dispositivos.

Posteriormente se realiza un integrado de los componentes para realizar la prueba del termómetro. Se utiliza una caja de envase para probar los sensores y se obtiene la operación exitosa del prototipo.



Figura 7. Prueba del termómetro.



Figura 8. Lectura del termómetro.

Finalmente se empotran las piezas en la cabina para dar por terminada la primera fase del prototipo antes de su fase evaluatoria.



Figura 9. Empotrado de dispositivos.



Figura 10. Prototipo terminado. (a).

d.- Evaluación del prototipo.

Una vez terminado el prototipo se procede a la presentación del mismo en el Plantel del ICATVER Unidad Naranjos, donde se llevan a cabo las pruebas del dispositivo, así como las recomendaciones por parte del cliente para la mejora del prototipo. Entre ellas se acuerda que el prototipo sea interactivo y que envíe mensajes por pantalla, así como el que se adapte una llamada de alerta cuando se registre un caso con temperatura arriba de los 37.2°C .

e.- Prototipo final.

Al término de su fase de prueba se logra obtener un sistema automatizado de medición de temperatura corporal con un sistema de alerta por mensaje SMS para temperaturas arriba de los 37.2°C y desinfección de manos con gel antibacterial para prevención del Covid en el personal directivo, docente y administrativo del ICATVER Unidad Naranjos, denominándolo Sistema Previtec en su versión Cov1.0.



Figura 11. Prototipo terminado. (b).

3.6. Procesamiento de información

Manson y Lind (1997), citados por Bernal (2010), afirman que la distribución de frecuencias y gráficos consiste en el agrupamiento de datos en categorías que dan a conocer el número de observaciones en cada categoría.

El análisis de datos de lectura de temperatura se realizó con una tabla de distribución de frecuencias y representaciones gráficas que se muestran en el apartado de resultados. Así también el procesamiento de los resultados de la encuesta que se aplicó al personal de esta institución.

4. Resultados

El sistema automatizado de medición de temperatura corporal y desinfección de manos para prevenir la enfermedad del Covid 19 en el ICATVER Unidad Naranjos sigue el siguiente proceso:

a.- toma la temperatura corporal mediante la posición de la mano a una distancia de 5 cm. El sensor hará una lectura en el rango de 36° a 37.2° c y dependiendo de las lecturas según sea el caso hará lo siguiente:

a.1 Si la lectura se da por debajo de los 36° c, el sistema mandará un mensaje de error en pantalla y solicitará una nueva lectura, para evitar que la lectura haya sido incorrecta y registra hipotermia.

a.2 Si la temperatura se registra mayor a 37.2° c, entonces se activará un mensaje de alerta mediante un mensaje SMS que se enviará al responsable del sistema indicando que se ha registrado una temperatura mayor a la permitida. De igual manera se prenderá un led rojo y se activará un sonido de alerta.

a.3 Si la temperatura no se sale de ese rango (normal), se enviará un mensaje en la pantalla LCD que tiene una temperatura normal y lo invitará a lavarse las manos con gel antibacterial.

b.- Si el registro tuvo un resultado de una temperatura normal, la persona introducirá su mano en el espacio para la dispensa de gel, la cual recibirá un goteo moderado una vez que el sensor infrarrojo del dispositivo detecta la presencia de un objeto.

En la Figura 12 se muestra la interacción de personal del ICATVER Unidad Naranjos con el sistema.



Figura 12. Prueba de Cov 1.0.

Para distinguir el registro de la temperatura de las personas que usan este dispositivo se utilizó la tabla 2 de denominaciones:

Abreviatura	Descripción
D	Directivo
DO	Docente
AD	Administrativo

Tabla 2. Abreviaturas objeto de estudio.

Los resultados que se obtuvieron de las lecturas de temperatura se registraron en la tabla 3.

	Hipotermia	Normal	Alta
D1		36.2	
D2	35.9		
D3	35.8		
D4		37.2	
DO1		36.2	
DO2			37.3
DO3		36.8	
DO4		36.6	
DO5		36.8	
DO6	35.8		
DO7			37.4
DO8		36.5	
DO9		36.4	
DO10		36.8	
DO11	33.9		
DO12		36.5	
DO13		36.9	
AD1		36.5	
AD2		37.2	
Totales	4	13	2

Tabla 3.
Frecuencia de temperaturas.

En la figura 13, se muestran los resultados de la lectura de temperaturas en forma de grafica circular.



Figura 13. Registro de temperaturas.

Los resultados de la encuesta que mide cómo influye el sistema automatizado después de haber probado el dispositivo muestran que la percepción de confianza en el sistema por parte del personal directivo, docente y administrativo del ICATVER Unidad Naranjos, tuvo un incremento del 63% con respecto al método anterior de toma de temperatura y dispensa de gel antibacterial.

Cov 1.0 tiene como ventajas con respecto a los demás aparatos en primera que es un Sistema ya que integra varios procesos para la mitigación del Covid 19. Así mismo se logra obtener un producto que no sea tocable a diferencia de los termómetros de pistola.

Otra ventaja con respecto al dispositivo del Tecnológico de Pánuco es que es interactivo, te guía en el proceso y gracias a su automatización, en caso de registro de temperatura atípica se activa una llamada utilizando el módulo SIM900 lo cual difiere de este dispositivo quien solo toma una fotografía que queda alojada en una memoria que solo será vista hasta que se descargue por algún medio de almacenamiento.

Una ventaja muy importante es que Cov 1.0 fue diseñado desde su origen para ser mejorado en dos fases más: la de convertirse en un Control de acceso mediante la integración de un lector RFID y un gestor de base de datos para el control del personal de la Institución que la use.

Entre sus desventajas es que ante mayores prestaciones el costo se eleva, así mismo que por su estructura actual no es muy manejable ni transportable fácilmente.

5. Discusión

De los resultados, se obtiene que 4 individuos registraron una temperatura por debajo de los 36° C, 13 en el rango de 36° C – 37.2° y 2 por encima de los 37.2° c. Estas lecturas permitieron observar que existe una variedad en las lecturas obtenidas las cuales se vieron sometidas al estado pasivo o activo de la población.

Se obtuvo que el termómetro puede dar lecturas imprecisas en el rango de los $\pm 2^\circ$ C. algo que se debe seguir probando para calibrar la precisión del sensor. De manera general se puede afirmar que el sistema cumple con su objetivo de brindar confianza a la población a la que ayuda a prevenir el Covid 19.

La precisión del sensor en sí es de ± 0.5 de acuerdo a las características del sensor obtenidos de la página oficial de Melexis mlx90614 Daa con grado médico, sin embargo se obtiene que dichas lecturas obedecen a un mal enfoque del sensor, el cual fue colocado de manera muy expuesta al ambiente, factor determinante para una lectura correcta, teniendo un Foco de visión de 90° lo cual puede ser la causa de generar lecturas incorrectas.

Por otra parte, en relación a cómo influye el sistema automatizado en la percepción que tiene el personal del ICATVER en prevención del Covid 19

6. Conclusiones

El sistema automatizado de medición de temperatura corporal y desinfección de manos para prevenir la enfermedad del Covid 19, resultó ser eficaz en la dispersión de gel y la medición de temperatura corporal, e interactivo debido a que guía en el proceso de toma de temperatura y la sanitización de las manos. Por otra parte, se resalta que se construyó con componentes de fácil adquisición, bajo costo y fácil programación por lo que podría reproducirse para las instituciones que lo requieran.

Finalmente se concluye que su implementación influye en la percepción de la población objeto de estudio como un instrumento de prevención del Covid 19, debido a que fue aceptado como instrumento para medición de temperatura y dispensador de gel.

7. Trabajo a futuro

El sistema automatizado de la medición de temperatura corporal y desinfección de manos con un sistema de alerta a través de un mensaje SMS, fue concebido desde su inicio para dos fases, la primera es la que se presenta en este proyecto y que se cumple de manera total.

Se pretende el utilizar otro sensor de la familia Melexis, el modelo mlx90632 SLD-DCB para aplicaciones médicas con una precisión de ± 2 con lo cual aunado a un cono que cerque la lectura del sensor se pueda mejorar la lectura.

En una futura investigación se pretende la integración de un módulo de identificación personal por medio de un lector de código QR o RFID, así también se prevé que se integre una cámara con conexión WIFI que permitirá monitorear en tiempo real al personal que se realice una prueba para revisión facial para condicionar que porte cubrebocas como medida de prevención y genere registros de incidencias en un sistema web a través del Internet de las cosas utilizando un software de Google.

Referencias bibliográficas

Aguaprieta.Tecnm.mx (2020). Prototipo de dispensador ultrasónico de gel antibacterial. Fuente: <https://aguaprieta.tecnm.mx/2020/06/23/estudiantes-del-tecnm-campus-agua-prieta-elaboran-prototipo-de-dispensador-de-gel-antibacterial-ultrasonico/>

Artero, Ó. T. (2013). Arduino. Curso práctico de formación. RC libros.

Bazan, J (2021). Biomakers Industries. Termómetro LÁSER DIY con Arduino #NEXTPCB. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=eLann3shOT4&t=412s>

Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación. Ed. Prentice Hall. Colombia.

Castañeda Gullot, Carlos. Ramos Serpa, Gerardo. (2020). Principales Pandemias en la historia de la humanidad. Revista Cubana de Pediatría. 2020;92.(supl.especial):e1183.

Del Val Román, J. L. (2016, March). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. In Valencia: Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, Informes CODDII.

Delgado Zuñiga, G. T., Peña Chaparro, Y. A., & Parra Buitrago, Y. D. (2015). Implementación e integración de los sensores de nivel ultrasónico y flotador en el módulo mECCI.

Electronics, U. (2020). Sensor de temperatura infrarrojo gy 906 mlx90614. <https://uelectronics.com/producto/sensor-de-temperatura-infrarrojo-gy-906-mlx90614/#:~:text=El%20sensor%20MLX90614%20es%20un,precisi%C3%B3n%20de%200.5%C2%B0C.>

Espinoza, C. (2014). Metodología de investigación tecnológica, pensando en sistemas. Soluciones Gráficas S.A.C. Calle Real 261, Int. 4, Huancayo, Perú.

García-Holgado, A., Vázquez-Ingelmo, A., & García-Peñalvo, F. J. (2022). Proceso.

García-Peñalvo, FJ, & Vázquez-Ingelmo, A. (2019). Modelos de proceso. En FJ García-Peñalvo & A. Vázquez-Ingelmo (Eds.), Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2018-2019. Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca. doi:10.5281/zenodo.2561316

Herranz, J. C. H. (2015). Una mirada al mundo arduino. Tecnología y desarrollo, 13, 21.

IPN. (2020). Desarrolla IPN un termómetro infrarrojo digital para la atención básica de pacientes con covid-19. Comunicado 23. Ciudad de México, 10 de mayo de 2020. Recuperado el 12 de octubre de 2020. Fuente: <https://www.ipn.mx/imageninstitucional/comunicados/ver-comunicado.html?y=2020&n=73>

ITSPANUCO. (2020). Estudiantes crean medidor de temperatura y dispensador de gel. Recuperado el 10 de febrero de 2021. Fuente: <https://www.facebook.com/itspanuco/>

La Organización Mundial de la Salud (OMS). 2021, 3 de octubre). Brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19): orientaciones para el público. No olvide las normas básicas de la buena higiene. <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>

López, P. L. (2004). Población muestra y muestreo. Punto cero, 9(08), 69-74.

Maker 504. (2020). Termómetro Infrarrojo de bajo costo, contra el Covid 19. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=doJDSULKaJU&t=16s>

Organización Mundial de la Salud(OMS). (2020, 6 de mayo). ¿Qué recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS) para protegerse y prevenir la propagación del coronavirus? <http://redemc.net/campus/recomendaciones-para-protegerse-y-prevenir-la-propagación-del-coronavirus/>

Organización Mundial de la Salud, (2020). Brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19): Orientaciones para el público. No olvide las normas básicas de la Buena higiene. Recuperado el 15 de diciembre de 2020. Fuente: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019>.

Pimienta, R. (2000). Encuestas probabilísticas vs no probabilísticas. Política y Cultura, núm. 13, 2000, pp. 263-276. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco Distrito Federal, México.

Poblado Cárdenas, C. A., Lara Martínez, A. L., Pinzón Alfonso, J. F., Arguello Timón, M. L.,

Rodríguez Castillo, Z. D. C. (2021). Base científica de enfermería: Plan de cuidado integral al paciente con Ventilación Mecánica Invasiva en prono por complicación de SARS-COV-2. Repositorio Nacional Conacyt.

Rodríguez-Morales, A. J., Sánchez-Duque, J. A., Hernández Botero, S., Pérez-Díaz, C. E., Villamil-Gómez, W. E., Méndez, C. A., ... & Paniz-Mondolfi, A. (2020). Preparación y control de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) en América Latina. Acta Médica Peruana, 37(1), 3-7.

Salgado, C. (2018). Manual de la investigación. Teoría y práctica para hacer la tesis según la metodología cuantitativa. Fondo Editorial de la Universidad Marcelino Champagnat Av. Mariscal Castilla, No. 1270. Santiago de Surco-Lima, Perú.

Sanahuja, J. A. (2020). COVID-19: riesgo, pandemia y crisis de gobernanza global. Anuario CEIPAZ 2019-2020. Riesgos globales y multilateralismo: el impacto de la COVID-19, 27-54.

Serrano-Cumplido, A., Ortega, P. A. E., García, A. R., Quintana, V. O., Fragoso, A. S., García, A. B., & Bayón, Á. M. (2020). COVID-19. La historia se repite y seguimos tropezando con la misma piedra. Medicina de Familia. SEMERGEN, 46, 48-54.

Suárez, V., Quezada, M. S., Ruiz, S. O., & De Jesús, E. R. (2020). Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020. Revista clínica española, 220(8), 463-471.

Tamayo, M. (2003). El proceso de la investigación científica. Ed. Limusa. 4ta. Ed. México.

Torres, F., & Jara, C. A. (2011). Introducción a la automatización y el control. Automatización.

Viloria, N. (2016). Metodología para investigaciones aplicadas con enfoque transdisciplinario: sociales y tecnológicas. (1ra. Ed.). Caracas. Serie de libros arbitrados de la Dirección de Publicaciones de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

A Anexo 1: Descripción

Diagrama del circuito versión 1.

