

2017

Sistema de e-Salud a-Prevenir©

CONFIDENCIAL

Grupo de Investigación

ARTS

CICESE

2017 © Copyright CICESE® Todos los derechos reservados
Queda prohibido copiar, reproducir, distribuir, publicar, transmitir,
difundir, o en cualquier modo explotar cualquier parte de este
documento sin la autorización previa de CICESE®



Sistema de e-Salud a-Prevenir[®]

El sistema a-Prevenir[®] es una plataforma de e-Salud que está enfocada a ofrecer servicios de telemedicina y automonitoreo. En el caso de telemedicina, el sistema está diseñado para trabajar en enlaces de comunicación con anchos de banda restringidos para realizar una consulta a distancia con un profesional de la salud (por ejemplo enfermeras, nutriólogos o médicos).

El diseño de a-Prevenir[®] está basado en un patrón de desarrollo de software conocido como Modelo Vista Controlador (MVC), que permite separar los datos de la aplicación, la interfaz gráfica de usuario (GUI) y la lógica de negocio. Soporta interfaces gráficas de usuario intuitivas, claras, precisas, orientadas para todo tipo de usuarios, con conocimientos mínimos del uso de las tecnologías de la información. Además, la arquitectura del sistema está basada en componentes modulares conocidos como bloques tecnológicos, los cuales permiten una escalabilidad de las funciones del sistema y adaptaciones a requerimientos específicos. De esta manera, los tiempos de desarrollo de soluciones a la medida se agilizan al incluir solamente los bloques tecnológicos de interés para los usuarios potenciales. Asimismo, esto permite la flexibilidad de integrar soluciones de terceros e incorporar rápidamente nuevos bloques tecnológicos desarrollados dentro del Grupo de Investigación ARTS del CICESE.

Ejemplos de bloques tecnológicos de a-Prevenir[®]:

- 1) El módulo de toma de somatometría básica y signos vitales.
- 2) El módulo de comunicación, el cual permite establecer una videoconferencia entre el usuario y un profesional de la salud utilizando enlaces con tasas de datos bajas o medianas, como los encontrados en zonas rurales.
- 3) El módulo de actualización automática de expediente clínico electrónico.
- 4) Una aplicación para teléfonos móviles para consulta y seguimiento del historial de mediciones del usuario.
- 5) Módulos avanzados para consulta de especialidad como son electrocardiógrafo, estetoscopio digital, oxímetro, capnógrafo y cámara dermatológica, entre otros.

El sistema a-Prevenir[®] se puede complementar con una solución de expediente clínico electrónico adaptable a las necesidades del usuario. Opcionalmente, existe la posibilidad de desarrollar el middleware necesario para interactuar con soluciones de expediente clínico electrónico proporcionadas por terceros.

Debido a que está desarrollado de forma modular, el sistema a-Prevenir[®] puede ser habilitado para su uso en kioscos, cabinas y módulos de salud tanto públicos como privados, de tal manera que el usuario interactúe desde una interfaz táctil y un teclado con el sistema desarrollado.

Algunos ejemplos de servicios de e-Salud que se pueden habilitar con el sistema incluyen:

- a) **Automonitoreo y medicina preventiva.** El sistema puede adaptarse para realizar campañas de medicina preventiva al recopilar información de somatometría y signos vitales que ayuden en la detección temprana de factores de riesgo para la salud.
- b) **Teleconsulta.** El sistema puede adaptarse para realizar diversas mediciones de variables fisiológicas y después establecer una videoconferencia con un especialista de la salud como lo son: un médico especialista, un nutriólogo, etc. El especialista recibe los resultados de las mediciones obtenidas con la plataforma e interactúa con el paciente a través de la videoconferencia.

- c) **Toma de somatometría pre-consulta.** El sistema permite al paciente medir de forma autónoma parámetros como tensión arterial, perímetro abdominal, peso, etc., y de esta manera reducir el tiempo de espera pre-consulta.

Algunas configuraciones posibles de despliegue del sistema a-Prevenir[®] se muestran en la Figura 1.



Figura 1. Sistema a-Prevenir[®] desplegado en CICESE en configuración (a) estación de automonitoreo; y (b) móvil asistido.

Configuraciones disponibles

A continuación, se describen dos configuraciones comunes del sistema listas para ofertarse y que pueden servir como base para la implementación de una solución a la medida de las necesidades del usuario.

Sistema de automonitoreo con registro en expediente clínico electrónico

En esta configuración el sistema a-Prevenir[®] puede ser adaptado para la prevención y seguimiento en salud a través de la toma de somatometría y medición de signos vitales básicos como:

- *Perímetro abdominal* al utilizar una cinta métrica digital.
- *Temperatura* al utilizar un termómetro dérmico digital.
- *Estatura* al utilizar un estadímetro digital.
- *Peso* al utilizar una báscula digital.
- *Tensión arterial* al utilizar un baumanómetro digital.

Además, cuando el lugar en donde se instala el sistema a-Prevenir[®], tiene asistencia en el manejo de residuos peligrosos-biológico-infecciosos, se puede incluir en el sistema un *glucómetro capilar digital* de

tiras reactivas. Como se muestra en la Figura 2, con esta configuración del sistema a-Prevenir[®] se puede habilitar un “Estación de Automonitoreo”.

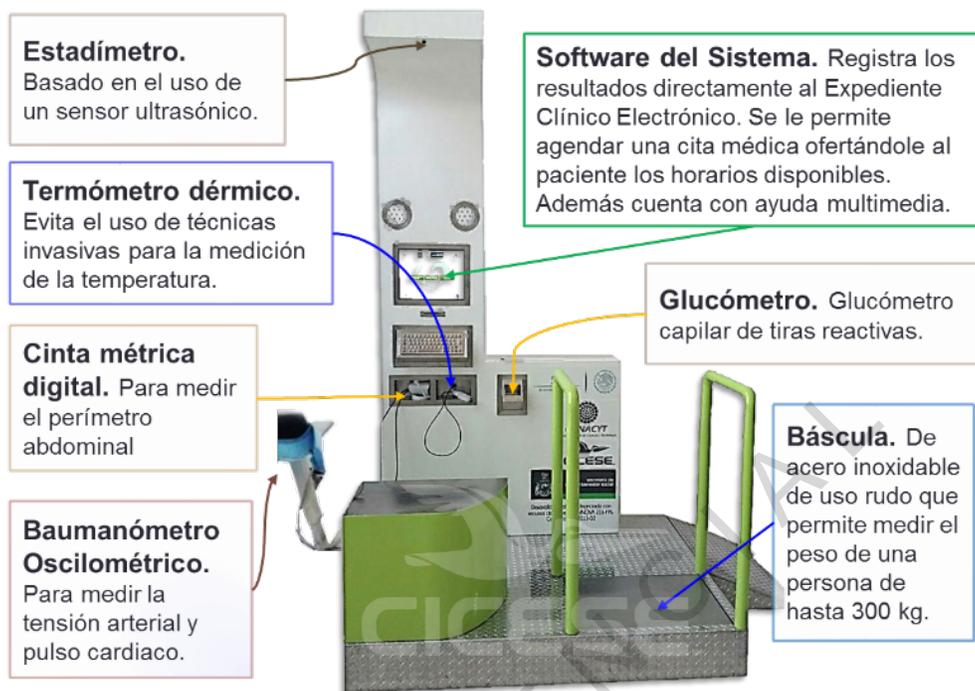


Figura 2. “Estación de Automonitoreo” habilitado con los bloques tecnológicos de somatometría básica y toma de signos vitales del sistema a-Prevenir[®].

Con estas mediciones se pueden generar indicadores de salud importantes como el índice de masa corporal y el índice cadera cintura. Las mediciones realizadas se pueden registrar de forma automática en el expediente electrónico del usuario, además dichas mediciones pueden ser enviadas por correo electrónico y/o impresas al momento de tomarlas. Adicionalmente, se puede habilitar la funcionalidad de consultar el historial de mediciones para ser visto y/o impreso por parte del usuario. En esta modalidad no se considera el uso de videoconferencia. El sistema puede ser desplegado en kioscos, cabinas y módulos de salud tanto públicos como privados.

En esta modalidad la interfaz gráfica de usuario fue desarrollada para que el usuario pueda interactuar con el sistema de una manera sencilla e intuitiva, incluso se tiene habilitada la funcionalidad de pantalla táctil para facilitar su uso. De este modo, el sistema a-Prevenir[®] asiste al usuario en la toma de somatometría y medición de signos vitales, utilizando para ello medios audiovisuales, gráficos y auditivos. Una vez realizado el proceso anterior con los diferentes tipos de dispositivos de medición involucrados, se obtiene, registra y despliegan de forma clara los resultados de las mediciones obtenidas. Como parte del proceso de despliegue se brinda al usuario del sistema una guía con los resultados esperados dentro de los rangos considerados como normales e indica en su caso si alguno de los parámetros obtenidos está fuera de estos rangos. Una captura de la GUI básica se puede ver en la Figura 3.

a-Prevenir© 1.0: Sistema de Medicina Preventiva CICESE

Captura de datos y toma de signos vitales, peso y/o glucosa

*Nombre: Christian Soto Olivares

Correo electrónico: csoto@cicese.mx

*Edad: 31 años *Sexo: M F

mmHg °C mg/dL Kg
 Pulso cardíaco y presión arterial Temperatura Glucosa Peso

puls./min m cm cm cm
 Estatura Cintura Cadera Brazo

Los campos marcados con (*) son obligatorios

Entrega de resultados

CICESE - DERECHOS RESERVADOS © 2012-2016

Figura 3. GUI para la toma de somatometría básica y signos vitales del sistema a-Prevenir® en su modalidad de “Estación de Automonitoreo”.

En su modalidad de “Estación de Automonitoreo”, un usuario puede usar el sistema a-Prevenir© en alguno de los siguientes casos:

- a) Que el usuario esté registrado y cuente con expediente clínico electrónico.
- b) Que el usuario no esté registrado.

En el caso de los usuarios registrados, estos podrán acceder al sistema con su número de registro y clave y de esta manera las mediciones tomadas quedarán registradas automáticamente en su expediente clínico electrónico. Adicionalmente, se puede habilitar la funcionalidad de agendar citas médicas desde el sistema.

En el caso de usuarios no registrados, el paciente puede hacer uso del sistema para tomarse mediciones sin guardar registro de las mismas.

Para todos los casos mencionados, al finalizar el uso del sistema, la estación entregará un formato impreso con las mediciones obtenidas acompañadas de una guía para saber si las mediciones obtenidas se encuentran dentro de los rangos esperados de una persona sana y en su caso la información sobre la cita agendada.

Esta modalidad también considera la opción de proveer una aplicación desarrollada por el CICESE para teléfonos móviles (app) con sistema operativo Android. A través de la app mostrada en la Figura 4, el usuario puede consultar el estado de sus mediciones (p. ej. Índice de masa corporal) con respecto a los umbrales considerados normales por la secretaría de salud de acuerdo a su edad y género y visualizar las gráficas de su historial de mediciones.

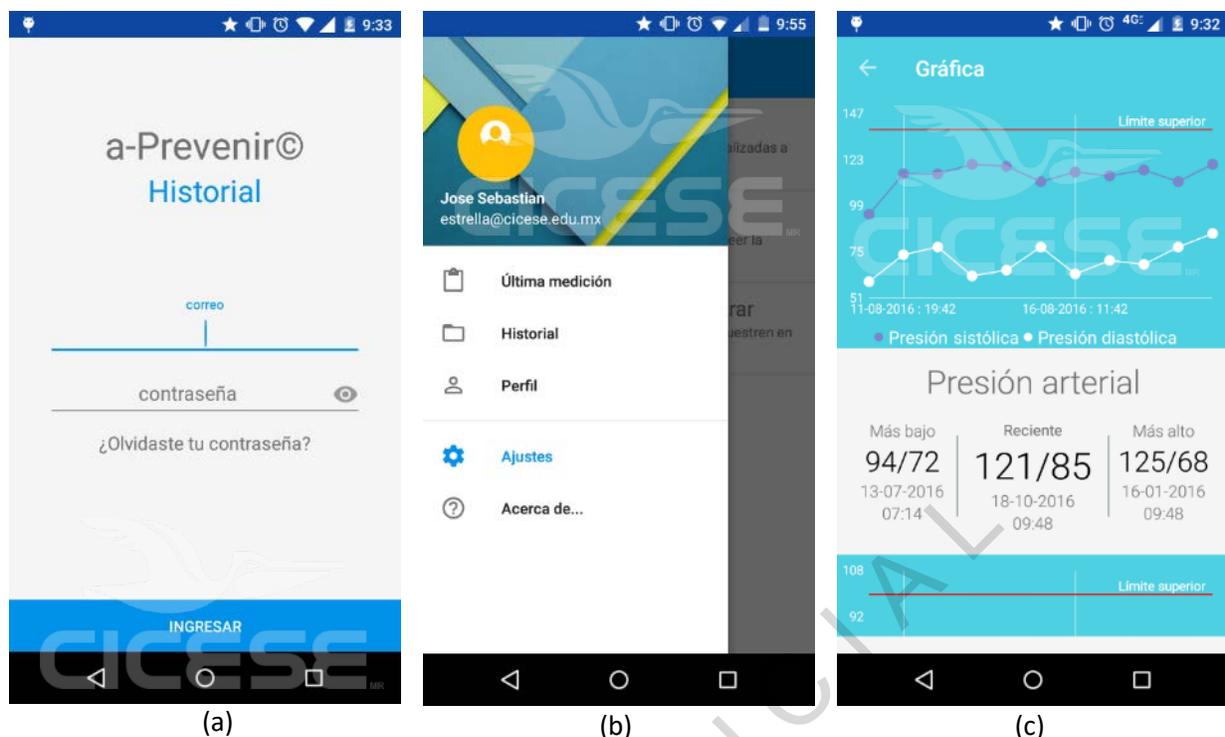


Figura 4. Pantallas de la app para teléfonos móviles donde se muestra (a) la pantalla para ingreso; (b) el menú de opciones; y (c) el historial de las mediciones de presión arterial de un usuario ficticio.

Dentro de los potenciales beneficios del uso del sistema en esta modalidad se encuentran:

- Elevar la detección temprana de factores de riesgo de enfermedades crónico-degenerativas. Esto a través de la medición periódica de variables comúnmente utilizadas para la detección de este tipo de enfermedades, e.g. perímetro abdominal e índice de masa corporal.
- Proveer información de calidad para la planeación de intervenciones en salud puntuales que permitan reducir el nivel de riesgo de desarrollo de enfermedades crónico degenerativas en sectores de población vulnerables.
- Automatizar la toma de somatometría y signos vitales y su registro en el expediente clínico electrónico de los usuarios.
- Disminución del tiempo de espera de los ciudadanos para agendar citas.
- Descarga de actividades del personal del centro de salud para que puedan ser enfocados en otras actividades, al reducir el tiempo y la complejidad involucrada en la toma de somatometría básica y signos vitales.
- Empoderar al ciudadano para que se haga cargo de su salud al auto-monitorearse constantemente utilizando la estación de automonitoreo al proveer una solución tipo “wellness” para sus dispositivos móviles.
- Eliminar los errores causados por la introducción manual de los datos al sistema de expediente clínico electrónico.
- Desplegar servicios de medicina preventiva en comunidades rurales o zonas urbanas con difícil acceso a los servicios de salud.

Sistema de telemedicina asistido

Agregando el bloque tecnológico de comunicación al sistema de automonitoreo descrito anteriormente, el sistema a-Prevenir[®] puede ser adaptado para proveer diversos servicios de telemedicina asistidos. De esta manera, después de obtener los resultados de somatometría, medición de signos vitales básicos y nivel de glucosa en la sangre (asistido - opcional), se puede brindar al paciente la posibilidad de realizar una consulta a distancia con un profesional de la salud. La consulta se hace mediante el módulo de comunicación integrado en esta implementación del sistema a-Prevenir[®]. Durante la videoconferencia, tanto el profesional de la salud como el usuario pueden consultar el historial de mediciones que se han generado y guardado previamente en un expediente clínico electrónico.

El bloque tecnológico de comunicación permite establecer una videoconferencia entre el usuario y un profesional de la salud utilizando enlaces con tasa de datos bajas o medianas. La parte más importante del bloque de comunicación es el protocolo de comunicación de señales fisiológicas y videoconferencia desarrollado por el Grupo de Investigación ARTS del CICESE. Dicho protocolo tiene la capacidad de gestionar la transmisión continua de variables fisiológicas de dispositivos que puedan tener un perfil de tráfico exigente en términos de tasa de transmisión (p. ej. un electrocardiograma). Debido a que el protocolo de comunicación fue desarrollado en CICESE es posible adecuarlo a los requerimientos de cada caso de uso.

La GUI inicial del sistema a-Prevenir[®] configurado en esa modalidad es muy similar a la utilizada en la modalidad de la estación de automonitoreo. Una vez realizada la toma de somatometría y signos vitales básicos, el bloque tecnológico de comunicación establece la llamada de videoconferencia entre el paciente en el sitio en donde está instalado el módulo de a-Prevenir[®] y el lugar donde se encuentre atendiendo el profesional de la salud. El usuario tiene acceso al listado de profesionales de la salud disponibles (por ejemplo enfermeras, nutriólogos o médicos) que lo pueden atender (ver Figura 5). El usuario selecciona al profesional disponible para iniciar la consulta en línea, una vez establecida la videoconferencia se contará con comunicación de audio y video con el profesional de la salud para realizar la teleconsulta (ver Figura 6). Al final de la teleconsulta, el sistema entregará al usuario los resultados de las mediciones y las recomendaciones del médico mediante impresión en papel y/o por correo electrónico.

El profesional de la salud accede al sistema con un mecanismo de autenticación mediante usuario y clave de usuario, selecciona su estado (disponible, ocupado en otra sesión, no disponible) y una vez que recibe una petición de llamada puede responder llamadas de videoconferencia para la consulta. Durante la consulta interactúa con el usuario mediante audio y video y tiene la posibilidad de revisar los resultados de la medición de signos vitales y puede proporcionar recomendaciones o indicaciones para el usuario. El profesional de la salud escribirá las recomendaciones en su interfaz y una vez que haya terminado, las publicará a través de un botón en la interfaz del usuario (ver Figura 7). En caso de que así se desee, se puede habilitar la opción de que todas las recomendaciones del profesional de la salud queden registradas en el expediente clínico electrónico del usuario.

En el caso de despliegues en zonas rurales con poca penetración y familiaridad con tecnologías de información, se recomienda que el uso del sistema sea asistido por personal previamente capacitado. Si el asistente cuenta además con entrenamiento en el manejo de residuos peligrosos-biológicos-infecciosos es posible habilitar la opción de monitoreo de glucosa.

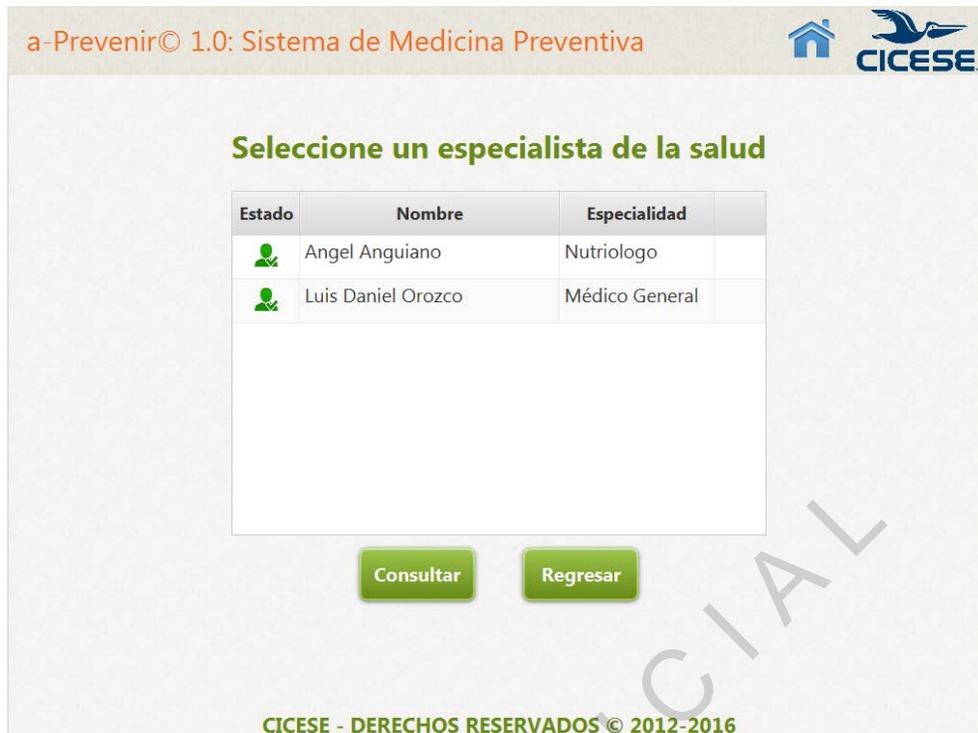


Figura 5. Pantalla de selección del especialista de la salud para teleconsulta del sistema a-Prevenir®.



Figura 6. Pantalla del módulo de videoconferencia del sistema a-Prevenir® del lado del usuario.



Figura 7. Pantalla del módulo de videoconferencia del sistema a-Prevenir® del lado del profesional de la salud.

En el caso de consulta asistida existe la posibilidad de agregar funcionalidades extras al sistema si el asistente cuenta con algún entrenamiento en el área de la salud (p. ej. personal de enfermería). Un ejemplo de estas opciones es la inclusión de un electrocardiógrafo de hasta 12 derivaciones. Una toma de la pantalla del lado del profesional de la salud para este caso de uso se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Pantalla del módulo de videoconferencia del sistema a-Prevenir® habilitado con un electrocardiógrafo del lado del médico.

El sistema a-Prevenir® tiene la capacidad de integrar dispositivos adicionales de acuerdo al caso de uso que se requiera. Ejemplos de dispositivos que se podrían incorporar:

- Electrocardiógrafo.
- Cámara dermatológica.
- Estetoscopio digital.
- Dinamómetro geriátrico.
- Oxímetro de pulso.
- Capnógrafo.

También se tiene la capacidad de analizar la incorporación de otros dispositivos de fabricantes específicos que se requieran para el caso de uso. Cabe mencionar que la inclusión de nuevos dispositivos puede variar el perfil de tráfico (ancho de banda requerido) del sistema a-Prevenir[®].

Grupo de Investigación ARTS y CICESE

El sistema a-Prevenir[®] fue desarrollado por el Grupo de Investigación Avanzada en Sistemas de Telecomunicaciones (*“Advanced Research in Telecommunications Systems”* - ARTS), el cual es un grupo de investigación y desarrollo tecnológico del CICESE. El Grupo de Investigación ARTS está integrado por personal del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, la Dirección de Telemática (Dirección encargada de la conectividad de datos, administración y optimización de los recursos computacionales para todo el centro), la Unidad foránea Monterrey y la Dirección de Impulso a la Innovación y Desarrollo del CICESE.

El grupo ARTS tiene experiencia en:

- Investigación y desarrollo de proyectos en el estado del arte de las áreas de Telecomunicaciones e Informática.
- Proporcionar a entidades públicas y empresas la experiencia del personal del CICESE para desarrollar proyectos en el estado del arte.
- Establecer vínculos con entidades interesadas en implementar, adoptar y/o comercializar los resultados obtenidos de la investigación y desarrollo realizados en los laboratorios del CICESE.

Más información: <http://arts.cicese.mx/index.php/inicio/index>