



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

DISPOSITIVOS MÉDICOS DOMÉSTICOS CON TECNOLOGÍA IOT Y SU IMPORTANCIA EN LA ERA COVID-19

TRABAJO MONOGRÁFICO
PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERO EN REDES

PRESENTA

HÉCTOR ABRAHAM GRILLET CARBAJAL

SUPERVISORES

M.T.I. VLADIMIR VENIAMIN CABAÑAS VICTORIAS

DR. JAVIER VÁZQUEZ CASTILLO

DR. JAIME SILVERIO ORTEGÓN AGUILAR

M.T.I. MELISSA BLANQUETO ESTRADA

M.M. JOSÉ RAÚL GARCÍA SEGURA



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2020



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJO MONOGRÁFICO TITULADO:

DISPOSITIVOS MÉDICOS DOMÉSTICOS CON TECNOLOGÍA IOT Y SU IMPORTANCIA EN LA ERA
COVID-19

ELABORADO POR:

HÉCTOR ABRAHAM GRILLET CARBAJAL

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADO COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL GRADO DE:

INGENIERO EN REDES
COMITÉ DE SUPERVISIÓN

SUPERVISOR:

M.T.I. VLADIMIR V. CABAÑAS VICTORIA

SUPERVISOR:

DR. JAVIER VAZQUEZ CASTILLO

SUPERVISOR:

DR. JAIME SILVERIO ORTEGÓN AGUILAR

SUPERVISORA:

M.T.I. MELISSA BLANQUETO ESTRADA

SUPERVISOR:

M.M. JOSÉ RAÚL GARCÍA SEGURA



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2020

DEDICATORIA

A mis padres, que han formado al ser humano que soy hoy, que me enseñaron la virtud de la perseverancia y la constancia; a mis abuelos que siempre han estado para darme su apoyo y palabras de ánimo; a mi hermana que siempre estuvo y estará para mí, a mi novia por ser mi pilar y mi apoyo; a mi sobrino, que espero esto sirva de inspiración para que concluya sus estudios; a mi Chabe, hasta el cielo que siempre creyó en mí; a cada amigo que me dio palabras de aliento, a todos los que se han preocupado por mi bienestar, esto no hubiese sido posible sin ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad de Quintana Roo por abrirme sus puertas y permitirme adquirir conocimientos en su casa de estudio.

Asimismo, agradezco a los docentes de la División de Ciencias e Ingeniería; en especial, al Dr. Javier Vázquez y al MTI. Vladimir Cabañas quienes con su enseñanza, dirección y conocimiento pude crecer como profesional y desarrollar este trabajo. Gracias por su apoyo, dedicación, paciencia y amistad.

RESUMEN

La siguiente investigación documental habla sobre la poca o nula tecnología que los mexicanos tienen en casa para monitorear el estado de salud de sus habitantes, en especial con esta pandemia de COVID-19. En estos casos algo tan simple como monitorear la temperatura puede ser muy importante ya que es uno de los principales indicadores de dicha enfermedad.

Para ayudar en esta pandemia se investigaron parámetros importantes como principales comorbilidades en México, una buena alimentación para poder resistir de mejor manera el virus, así como variables de medición y dispositivos IoT que podemos tener en casa para el monitoreo de síntomas.

Las principales variables de medición que se tomaron en cuenta y se explicaran más a detalle son las siguientes: temperatura, oxígeno en la sangre, glucosa, pulso cardíaco y presión arterial.

Seguido de las variables de medición se enlistan dispositivos IoT que sirven para monitorear desde casa y de manera inteligente todas las variables anteriores mencionadas.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-------------------|
| Dedicatoria | <i>i</i> |
| Agradecimientos | <i>ii</i> |
| Resumen..... | <i>iii</i> |
| Lista de Ilustraciones | <i>v</i> |
| Planteamiento del Problema | 1 |
| 1.1 Justificación..... | 1 |
| 1.2 Metodología..... | 2 |
| 2 Antecedentes de salud en México | 3 |
| 2.1 La importancia de una buena alimentación | 4 |
| 2.2 Principales comorbilidades en México..... | 8 |
| 2.3 Variables de Medición en la era COVID-19..... | 14 |
| 2.3.1 Temperatura..... | 14 |
| 2.3.2 Oxígeno en la sangre..... | 14 |
| 2.3.3 Glucosa..... | 15 |
| 2.3.4 Ritmo/pulso cardiaco | 16 |
| 2.3.5 Presión arterial..... | 17 |
| 3 Objetivos | 19 |
| 3.1 Objetivo General..... | 19 |
| 3.2 Objetivos Particulares | 19 |
| 4 Dispositivos para medición de salud | 20 |
| 4.1 Dispositivos IoT para medición de temperatura..... | 20 |
| 4.1.1 Kinsa Smart Ear Digital Thermometer | 20 |
| 4.1.2 TempTraq | 22 |
| 4.2 Dispositivos IoT para medición de oxígeno en la sangre | 25 |
| 4.2.1 Pulsioxímetro de Beurer | 25 |
| 4.2.2 Pulsioxímetro de Masimo..... | 27 |
| 4.3 Dispositivos IoT para medición de glucosa..... | 29 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 4.3.1 | Accu-Chek Instant..... | 29 |
| 4.3.2 | Contour Next One..... | 32 |
| 4.4 | Dispositivos IoT para medición de frecuencia cardiaca | 34 |
| 4.4.1 | Pulsómetro Garmin..... | 34 |
| 4.4.2 | Pulsómetro Polar | 35 |
| 4.5 | Dispositivos IoT para medición de la presión arterial. | 38 |
| 4.5.1 | Omron elite | 38 |
| 4.5.2 | iHealth..... | 39 |
| 5 | Conclusiones | 41 |
| 6 | Bibliografía | 43 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|-----------|
| <i>Ilustración 1. Población en México que consume alimentos NO recomendables por edad, obtenido de [9].</i> | <i>9</i> |
| <i>Ilustración 2. Población en México que consume alimentos recomendables por edad, obtenido de [9].</i> | <i>10</i> |
| <i>Ilustración 3. Población en México con sobrepeso en edad de 0 a 4 años, obtenido de [9].</i> | <i>11</i> |
| <i>Ilustración 4. Población en México con sobrepeso en edad de 5 a 11 años, obtenido de [9].</i> | <i>11</i> |
| <i>Ilustración 5. Población en México con sobrepeso en edad de 12 a 19 años, obtenido de [9].</i> | <i>12</i> |
| <i>Ilustración 6. Población en México con sobrepeso en edades mayores a 20 años, obtenido de [9].</i> | <i>12</i> |
| <i>Ilustración 7. Población en México con diabetes en edades mayores a 20 años, obtenido de [9]. ..</i> | <i>13</i> |
| <i>Ilustración 8. Población en México con hipertensión en edades mayores a 20 años, obtenido de [9].</i> | <i>13</i> |
| <i>Ilustración 9. Población en México con triglicéridos y colesterol en edades mayores a 20 años, obtenido de [9]......</i> | <i>14</i> |
| <i>Ilustración 10. Termómetro digital inteligente de Kinsa, obtenido de [17].</i> | <i>20</i> |
| <i>Ilustración 11. Sistema web de Kinsa para COVID-19, obtenido de [18].</i> | <i>22</i> |
| <i>Ilustración 12. Parche de TempTraQ para monitoreo de temperatura, obtenido de [19].</i> | <i>23</i> |

| | |
|---|-----------|
| <i>Ilustración 13. Parche de TempTraq para monitoreo de temperatura y prevención de COVID-19, obtenido de [19], [20].....</i> | <i>24</i> |
| <i>Ilustración 14. Parche de TempTraq para monitoreo de temperatura y prevención de COVID-19, obtenido de [19].....</i> | <i>25</i> |
| <i>Ilustración 15. Pulsioxímetro P060 con conectividad Bluetooth, obtenido de [21].....</i> | <i>26</i> |
| <i>Ilustración 16. Características técnicas deñ Pulsioxímetro P060 con conectividad Bluetooth, obtenido de [21].</i> | <i>27</i> |
| <i>Ilustración 17. Versiones del pulsioxímetro MightySat de la empresa Masimo, obtenido de [22].....</i> | <i>28</i> |
| <i>Ilustración 18. Versiones del pulsioxímetro MightySat de la empresa Masimo, obtenido de [22].....</i> | <i>28</i> |
| <i>Ilustración 19. Características adicionales del pulsioxímetro MightySat de la empresa Masimo, obtenido de [22].....</i> | <i>29</i> |
| <i>Ilustración 20. Glucómetro de Accu Chek, obtenido de [23].....</i> | <i>30</i> |
| <i>Ilustración 21. Características adicionales del glucómetro de Accu Chek Instant, obtenido de [23].</i> | <i>31</i> |
| <i>Ilustración 22. Aplicación mySugr App del glucómetro Instant de Accu Chek, obtenido de [23].</i> | <i>32</i> |
| <i>Ilustración 23. Glucómetro Contour next ONE de Bayer, obtenido de [24].</i> | <i>32</i> |
| <i>Ilustración 24. Aplicación del Glucómetro Contour next ONE de Bayer, obtenido de [24].</i> | <i>33</i> |
| <i>Ilustración 25. Pulsómetro Garmin, obtenido de [25].....</i> | <i>35</i> |
| <i>Ilustración 26. Pulsómetro Polar, obtenido de [26].</i> | <i>36</i> |
| <i>Ilustración 27. Pulsómetro Polar, obtenido de [26].</i> | <i>37</i> |
| <i>Ilustración 28. Medidor de presión arterial de Omron, obtenido de [27].</i> | <i>38</i> |
| <i>Ilustración 29. Características del software connect omron medidor de presión arterial de Omron, obtenido de [27].....</i> | <i>39</i> |
| <i>Ilustración 30. Dispositivo iHealth para medidor de presión arterial, obtenido de [28].</i> | <i>40</i> |

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales problemas en los hogares mexicanos, es no contar con equipo mínimo indispensable para vigilar o monitorear los estados de salud de un integrante de la familia. Algo tan simple como contar con un termómetro en casa puede ser determinante para la toma de decisiones sobre el cómo actuar sobre un miembro de la familia ante una situación de posible enfermedad. La reciente pandemia denominada COVID-19 aparecida en Wuhan China, nos ha dejado enseñanzas sobre cómo prepararse ante situaciones de posible enfermedad. Sin embargo, es necesario definir qué equipo de medición y de ayuda médica deben ser adquiridos para tener en casa. Tales equipos deben definirse por su nivel de prioridad, costo y mantenimiento. Así mismo, la aparición tecnológica del Internet de la Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) ayuda a que dispositivos tradicionales mejoren su desempeño y facilidad para llevar un mejor control de las enfermedades bajo vigilancia.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Los coronavirus son una extensa familia de virus que pueden causar enfermedades tanto en animales como en humanos. En los humanos, se sabe que varios coronavirus causan infecciones respiratorias que pueden ir desde el resfriado común hasta enfermedades más graves como el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) y el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS). El coronavirus que se ha descubierto más recientemente causa la enfermedad por coronavirus COVID-19 [1]. Sin embargo, éste es solo un ejemplo de enfermedades que deben ser monitoreadas desde casa y es por ello de la importancia de contar con dispositivos de medición que ayuden a minimizar el riesgo por una atención especializada y oportuna por parte del servicio médico profesional.

Otro ejemplo de gran importancia para la salud de los mexicanos es el control de la Diabetes en México. La diabetes es un padecimiento en el cual el azúcar (o glucosa) en la sangre se encuentra en un nivel elevado. Desafortunadamente, desde el año 2000, la diabetes mellitus en México es la primera causa de muerte entre las mujeres y la segunda entre los hombres [2]. A pesar de la gran importancia de contar con dispositivos de medición en casa que ayuden en el monitoreo de las grandes enfermedades de México, y a las cuales los mexicanos estamos propensos, muchas familias mexicanas no cuentan con ellos. Este trabajo monográfico presenta una lista y descripción de equipo médico indispensable, de bajo costo, que puede ser adquirido para la prevención de enfermedades en los hogares mexicanos.

1.2 METODOLOGÍA

Este trabajo se realizó mediante una investigación documental que consistió en recopilar las comorbilidades más comunes en México, de igual manera se investigó una lista de síntomas a tomar en cuenta para el COVID. Lo anterior fue realizado mediante la búsqueda de información en fuentes oficiales internacionales como el de la UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, por sus siglas en inglés), INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), documentos oficiales generados por el gobierno de México, y documentos generados por parte de universidades mexicanas.

Las principales fuentes fueron digitales, que incluyen reportes generados por gobiernos nacionales e internacionales sobre comorbilidades, generalidades de los dispositivos IoT, sus manuales y características principales para poder tener una amplia gama de opciones al momento de monitorear síntomas ante posible COVID desde casa con ayuda de la tecnología y poder tener una respuesta más rápida ante este letal virus.

2 ANTECEDENTES DE SALUD EN MÉXICO

La aparición de la enfermedad por coronavirus denominado COVID-19, ha levantado alarmas a nivel mundial, ya que ha mostrado niveles de contagio y mortalidad pocas veces antes vistos en la historia de las pandemias en México e incluso en el mundo. Hoy en día, a casi un año de su aparición, no se cuenta con vacunas 100% probadas y seguras que garanticen el no contagiarse en exposición ante la enfermedad. Sumado a lo anterior, México presenta problemas serios de comorbilidades en los mexicanos, lo que ha aumentado las cifras de muertes en los enfermos por COVID-19.

En México del 100% de muertes o defunciones confirmadas por COVID-19, el 73% de los fallecidos contaban con al menos 1 comorbilidad en contraste al 23% de los fallecimientos de enfermos que reportaron no tener una comorbilidad. Las principales comorbilidades (ordenadas de mayor a menor impacto) en mexicanos son: diabetes, hipertensión, obesidad, enfermedades cardiovasculares. De las muertes por coronavirus, el 67% tuvo al menos una comorbilidad. En este sentido, es de suma importancia que, en caso de contar con alguna comorbilidad, estar correcta y frecuentemente monitoreado de la enfermedad. Actualmente, México está en el lugar 16 de mortalidad por COVID-19 en el mundo [3].

Se comenta que, independientemente de la comorbilidad, la importancia de estar controlado en los factores de comorbilidad es principalmente por dos factores importantes: a) evitar visitar al médico y enfrentarse a riesgos de contagio de manera innecesaria, y b) en caso de contagiarse de la enfermedad minimizar el riesgo de tener complicaciones mayores durante el periodo de duración de la enfermedad debido a una comorbilidad mal tratada.

2.1 LA IMPORTANCIA DE UNA BUENA ALIMENTACIÓN

La importancia de una buena alimentación en los tiempos de coronavirus radica en que con una buena alimentación aumentará la posibilidad de caer enfermos por problemas adicionales como gripa u otros malestares. Sin embargo, no existe una alimentación específica que ayude a una cura por infección por coronavirus o cualquier otro virus, esto de acuerdo con la Academia Española de Nutrición y Dietética, quien emitió una serie de recomendaciones de alimentación y nutrición para la población española [4]. Es claro que una persona con comorbilidades con una mala dieta alimenticia definitivamente impactará en los efectos negativos propios de la enfermedad en las que se encuentre la persona.

Por otra parte, en México existen varios comunicados y reportes relacionados a este tema. Por ejemplo, en [5] se presenta información relacionada sobre la atención y recomendaciones de alimentación y nutrición en COVID-19 en México. El cual es un documento muy importante ya que describe las recomendaciones generales para prevenir el contagio del COVID-19, el papel del sistema inmunológico y el papel de la nutrición en el sistema inmune. De forma adicional, cubre lo relacionado al embarazo y lactancia durante el COVID-19, así como también la atención y cuidado nutricional en el adulto mayor, diabetes, obesidad, enfermedades cardiovasculares, enfermedades renales, cáncer y pacientes críticos durante la era COVID-19.

Es una realidad que en México se tienen malos hábitos alimenticios, en ese sentido, se ha emitido un documento elaborado conjuntamente sobre la Prevención de mala nutrición en niñas, niños y adolescentes en México ante la pandemia de COVID-19. Recomendaciones dirigidas a tomadores de decisiones, expresaron grave preocupación dado que México ha sido un país con grandes desigualdades durante décadas y atraviesa esta crisis en un contexto en el que el 55.5% de los hogares presentan algún grado de inseguridad alimentaria; es decir, no pueden satisfacer sus necesidades alimentarias mínimas durante un período prolongado. Las

organizaciones que emitieron tal documento son: Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), el Grupo Intersecretarial de Salud, Alimentación, Medio Ambiente Y Competitividad (GISAMAC), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Panamericana de la Salud (OPS-OMS) y UNICEF, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia como puede verse en [6].

En el documento “Prevención de mala nutrición en niñas, niños y adolescentes en México ante la pandemia de COVID-19. Recomendaciones dirigidas a tomadores de decisiones” [7], las organizaciones ofrecen las siguientes recomendaciones:

1. Crear un fondo presupuestal de emergencia para la protección de la nutrición de los grupos más vulnerables;
2. Extender el Programa de Asistencia Social Alimentaria durante los primeros mil días para garantizar la cobertura de todas las mujeres embarazadas, madres en período de lactancia, y niñas y niños menores de 2 años, en condición vulnerable, iniciando por las ciudades y municipios más afectados por la pandemia;
3. Asegurar el consumo de alimentos de origen animal (ej. el huevo), y la suplementación con micronutrientes;
4. Mantener y fortalecer la continuidad de los servicios de salud materno-infantil durante y después de la pandemia;
5. Intensificar los programas y servicios para proteger, promover y apoyar la alimentación infantil, especialmente la lactancia materna;
6. Adherirse al Código Internacional de Sucedáneos de Leche Materna;
7. Utilizar los padrones de beneficiarios de los programas disponibles para atender a niñas y niños vulnerables y cubrir a los beneficiarios de los programas de alimentación escolar;

8. Realizar estrategias de cambios de comportamientos para la prevención de la doble carga de la mala nutrición en contexto de COVID-19 y la disminución del consumo de alimentos y bebidas ultra procesados;
9. Promover el consumo de verduras, frutas y leguminosas, así como el consumo de agua potable y facilitar su acceso (en términos de precio y proximidad), especialmente para la población de bajos recursos o que ha visto afectado severamente su ingreso;
10. Mejorar y facilitar el acceso al agua para prácticas de higiene y consumo;
11. Impulsar y favorecer la compra de alimentos locales y frescos, y
12. Promover el desarrollo de la agricultura local y la diversificación productiva.

De forma general, en [4] se emiten las siguientes recomendaciones a la población durante la pandemia y que no sigue una dieta estricta debido a una comorbilidad y que debe seguir una dieta como la especificada en [5]:

1. Mantener una buena hidratación. La recomendación de ingesta de líquidos es primordial y se debe garantizar el consumo de agua a demanda (según la sensación de sed) o incluso sin dicha sensación, especialmente en persona mayores, garantizando al menos 1,8 litros de líquido al día, prefiriendo siempre el agua como fuente de hidratación.
2. Tomar al menos 5 raciones entre frutas y hortalizas al día. Garantizar un consumo de al menos 3 raciones de frutas al día y 2 de hortalizas es un objetivo a cumplir para toda la población, y por supuesto también para personas con COVID-19 con sintomatología leve en el domicilio.
3. Elegir el consumo de productos integrales y legumbres. Se recomienda elegir cereales integrales procedentes de grano entero (pan integral, pasta integral, arroz integral), y legumbres guisadas o estofadas, tratando de cocinar estos alimentos con verduras.

4. Elegir productos lácteos (leche y leches fermentadas/yogur) preferentemente bajos en grasa. Actualmente, existe controversia sobre si se debe o no recomendar productos lácteos desnatados, a la Academia le parece más prudente seguir recomendando lácteos desnatados para los adultos. Cuando se habla de la recomendación del consumo de leches fermentadas como el yogur, kefir, etc., se hace referencia sólo al tipo natural, no el resto de las variedades saborizadas, aromatizadas, con frutas, etc., pues contienen una cantidad importante de azúcar añadido. No existen pruebas de que el consumo de lácteos fermentados ayude de alguna forma en las defensas y a prevenir o disminuir el riesgo de infección.
5. Consumo moderado de otros alimentos de origen animal. El consumo de carnes (3-4 veces a la semana, pero máximo 1 vez a la semana carne roja – ternera, cordero o cerdo), pescados (2-3 veces a la semana), huevos (3-4 veces a la semana), y quesos debe realizarse en el marco de una alimentación saludable, eligiendo de forma preferente carnes de aves (pollo, pavo, etc.), conejo y las magras de otros animales como el cerdo, y evitando el consumo de embutidos, fiambres y carnes grasas de cualquier animal.
6. Elegir el consumo de frutos secos, semillas y aceite de oliva. El aceite de oliva es la grasa de aderezo y cocinado por excelencia en la dieta mediterránea española. Los frutos secos (almendras, nueces, etc.) y semillas (girasol, calabaza, etc.) también son una excelente opción siempre que sea naturales o tostados evitando los frutos secos fritos, endulzados y salados.
7. Evitar los alimentos precocinados y la comida rápida. El consumo de alimentos precocinados (croquetas, pizzas, lasañas, canelones, etc.) y la comida rápida (pizzas, hamburguesas, etc.) no están recomendados en

general en una alimentación saludable, y en particular para los más pequeños de casa. Debido a su elevada densidad energética (por su elevado contenido en grasas y/o azúcares), su consumo no está recomendado en general, y por lo tanto tampoco en períodos de aislamiento o cuarentena domiciliaria debido a que pueden aumentar el riesgo de padecer sobrepeso u obesidad y otras patologías asociadas. La disminución de ejercicio físico y las conductas sedentarias durante el confinamiento y una dieta insana podría aumentar el riesgo de padecer enfermedades crónicas.

A esta lista se le pueden sumar las recomendaciones emitidas en el reporte presentado en [8].

2.2 PRINCIPALES COMORBILIDADES EN MÉXICO

México ha realizado diferentes estudios para determinar el estado actual de las comorbilidades en México. Por ejemplo, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía llevó a cabo el levantamiento de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018, con el objeto de conocer el estado de salud y las condiciones nutricionales de la población en México [9]. En dicho documento, se presentan los objetivos generales que han motivado el levantamiento de la encuesta, la metodología aplicada, los colaboradores, los instrumentos empleados para recopilar la información, entre otros. Además, parte de la información más importante que se obtiene de tal ejercicio está relacionada a las enfermedades diarreicas en la población, enfermedades respiratorias, diabetes en la población en México, hipertensión, colesterol y triglicéridos, consumo de alcohol, consumo de tabaco, y actividad física que realizan los mexicanos.

Así mismo, de forma relevante reporta las estadísticas sobre lactancia materna, consumo de alimentos recomendables, consumo de alimentos no recomendables, y sobrepeso en la población mexicana. Estas estadísticas son relevantes por que

permiten determinar si en el futuro la población mexicana presentará riesgos en salud. Por ejemplo, la Ilustración 1 obtenida de [9], muestra en porcentaje, los productos de consumo no recomendados para mantener una alimentación sana y evitar el desarrollo de comorbilidades.

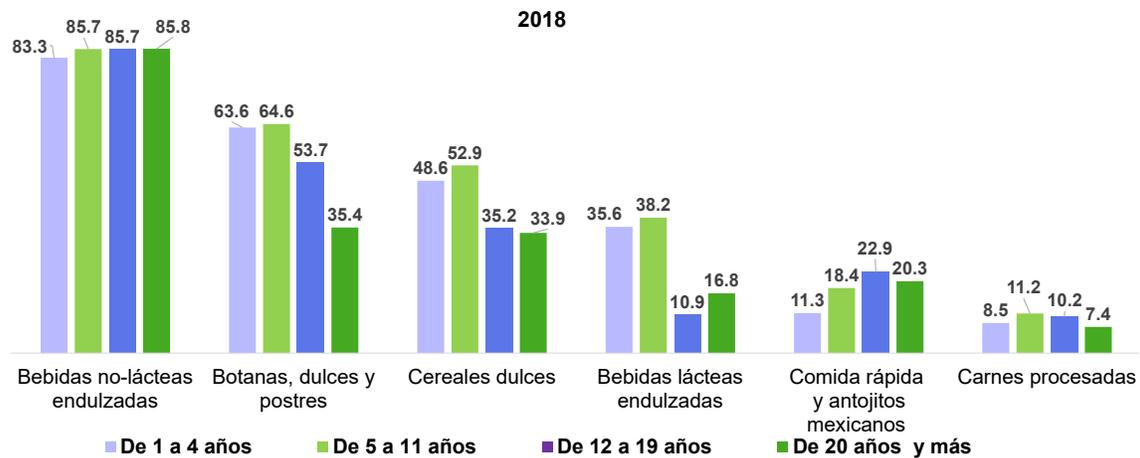


Ilustración 1. Población en México que consume alimentos NO recomendables por edad, obtenido de [9].

Como puede observarse las bebidas con alto contenido de azúcares son ampliamente consumidas (por arriba de un 83% de la población) en todas las edades de la población mexicana. Sin duda, la frecuencia de consumo y por periodos prolongados impactará en el desarrollo de problemas de tipo diabetes. El segundo producto no recomendado de consumo son los productos de tipo botanas, dulces y postres. Posterior a ese sector de alimentos no recomendados se encuentra el consumo de cereales dulces, le sigue las bebidas lácteas endulzadas, comida rápida y antojitos mexicanos y finalmente carnes procesadas. Hoy en día se ha lanzado por el Gobierno de México el denominado “Sistema de etiquetado frontal de alimentos y bebidas para México” [10] [11, 11, 11].

Por otra parte, la Ilustración 2 muestra el porcentaje de la población mexicana que consume alimentos recomendados para el consumo cotidiano [9]. Puede verse que el mayor consumo de la población mexicana de un producto saludable es el agua,

seguido de los lácteos, frutas, leguminosas, carnes, huevos y verduras. Puede observarse que es deseable y necesario que un mayor porcentaje de la población mexicana tenga un mayor consumo en este tipo de productos. Por ejemplo, hay un gran porcentaje de la población que no consume verduras independientemente de la edad que tenga. Por su puesto, debe tenerse en cuenta que es necesario que la población acceso y posibilidades de consumo de este tipo de alimentos.

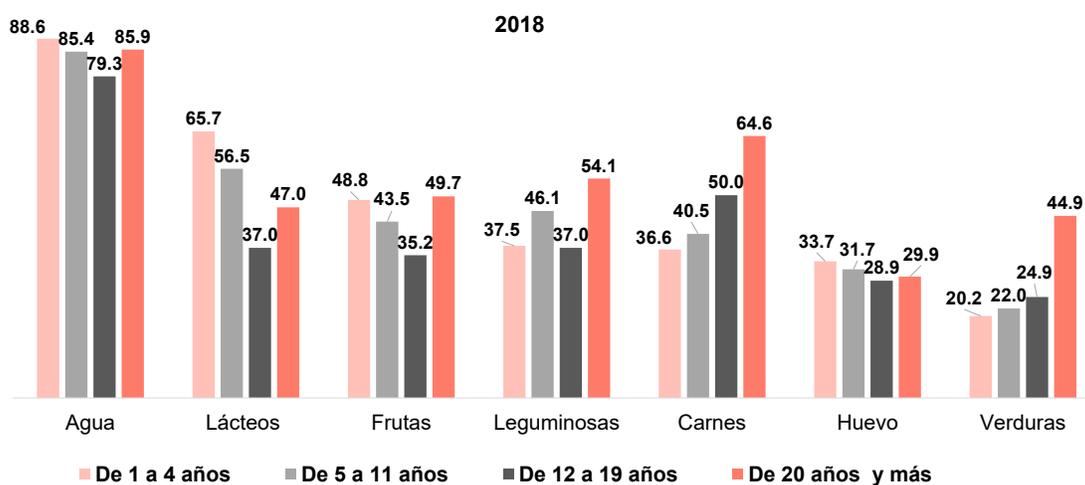
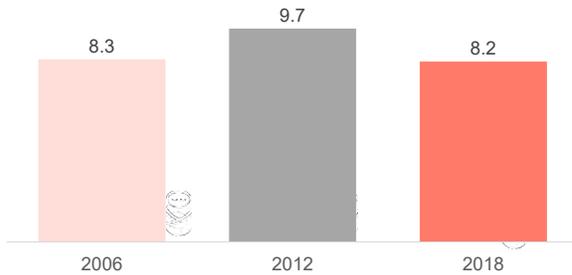


Ilustración 2. Población en México que consume alimentos recomendables por edad, obtenido de [9].

Un problema grave en México es el sobrepeso, de la Ilustración 3 a la Ilustración 6 se muestran los porcentajes de la población mexicana con sobre peso. De las figuras puede observarse que una gran parte de la población padece de sobrepeso y obesidad. Hasta el 2018, el 73% de la población mayor a 20 años presentó sobrepeso u obesidad.

Porcentaje de población de 0 a 4 años de edad con sobrepeso 2006-2018



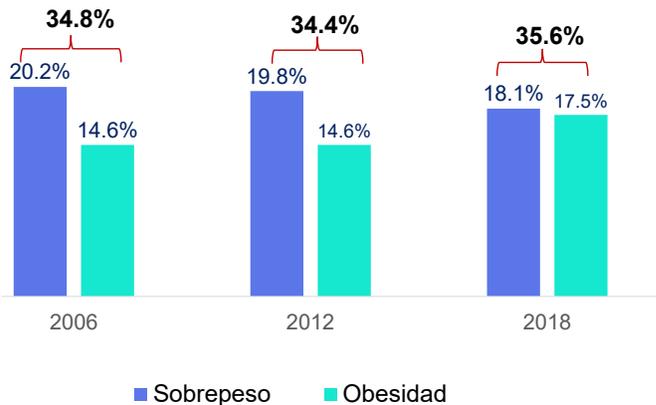
Porcentaje de población de 0 a 4 años de edad con riesgo de sobrepeso y sobrepeso, por tipo de localidad, 2018



i En 2018, el 22.2% de la población de 0 a 4 años se identifica con riesgo de sobrepeso.

Ilustración 3. Población en México con sobrepeso en edad de 0 a 4 años, obtenido de [9].

Prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población de 5 a 11 años de edad 2006 - 2018



Porcentaje de población de 5 a 11 años de edad con sobrepeso y obesidad, por tipo de localidad, 2018

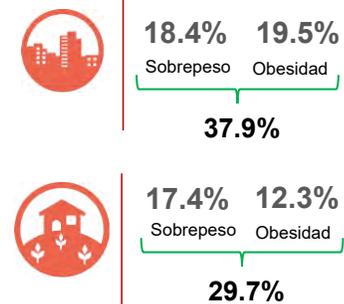


Ilustración 4. Población en México con sobrepeso en edad de 5 a 11 años, obtenido de [9].

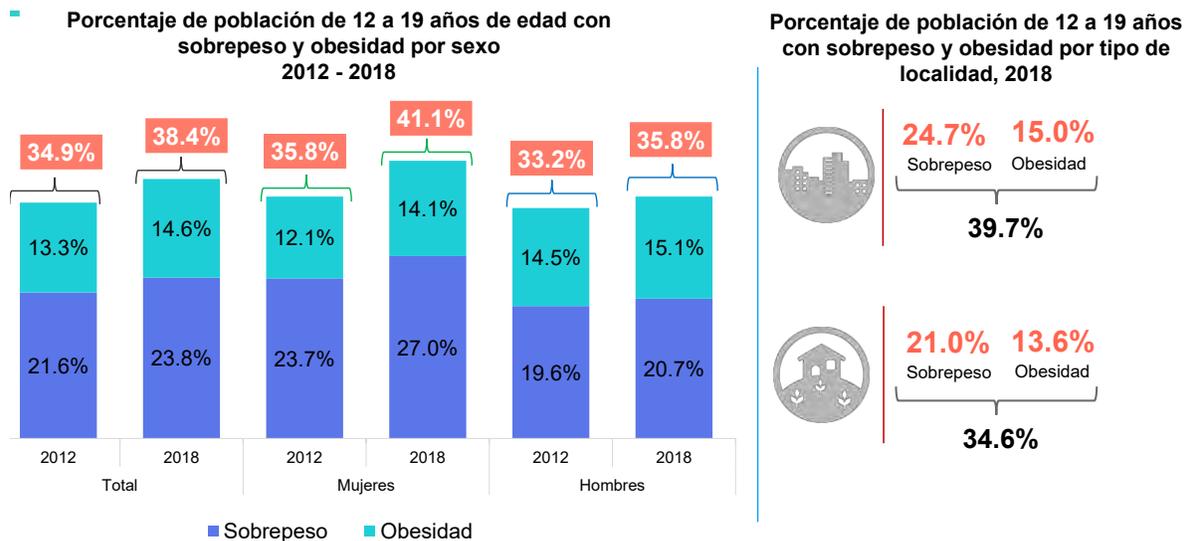


Ilustración 5. Población en México con sobrepeso en edad de 12 a 19 años, obtenido de [9].

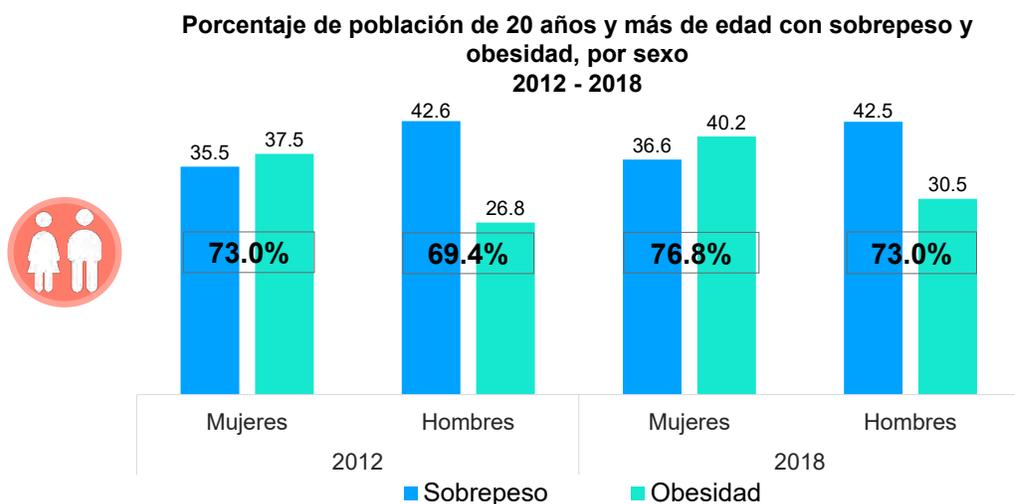


Ilustración 6. Población en México con sobrepeso en edades mayores a 20 años, obtenido de [9].

Finalmente, el INEGI [9] reporta las siguientes estadísticas con respecto a las principales comorbilidades que presentan los mexicanos hasta el 2018. La Ilustración 7 muestra el porcentaje de la población en México mayor a 20 años de edad con diagnóstico de diabetes hasta el 2018. Un 11.4% de las mujeres y un 9.1% de los hombres presentaron esta comorbilidad.

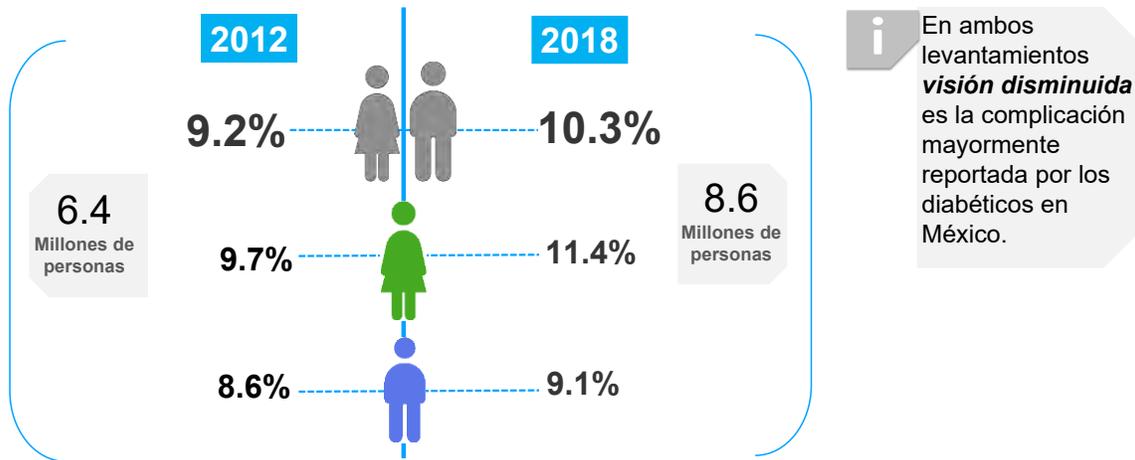


Ilustración 7. Población en México con diabetes en edades mayores a 20 años, obtenido de [9].

Con respecto a la población mexicana diagnosticada con hipertensión en el 2018, un 20% de las mujeres presentaron esta comorbilidad en contraste a un 15.3% de los hombres. En total, puede comentarse que un 18.4% tiene este padecimiento como se observa en la Ilustración 8.

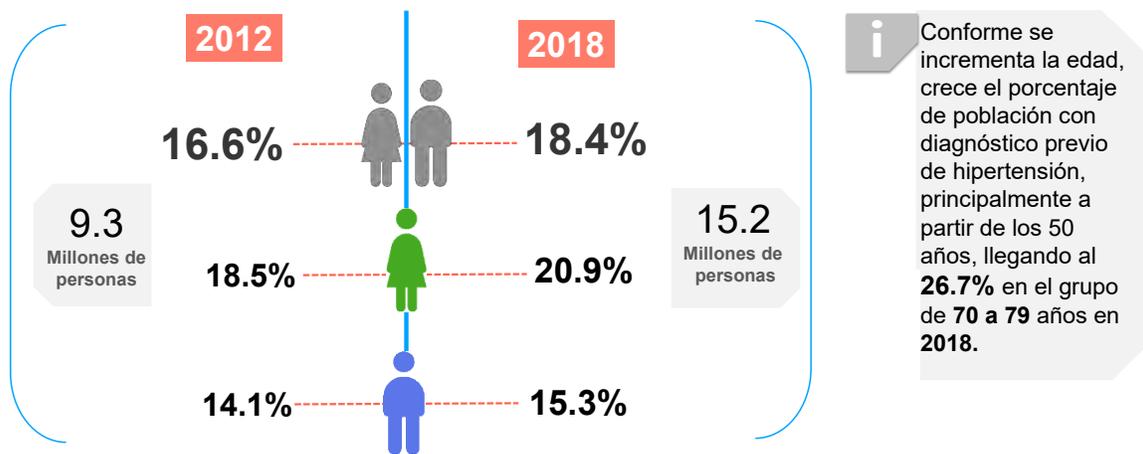


Ilustración 8. Población en México con hipertensión en edades mayores a 20 años, obtenido de [9].

la Ilustración 9 muestra la distribución en porcentajes de la población mexicana mayor a 20 años con el padecimiento de colesterol y triglicéridos.

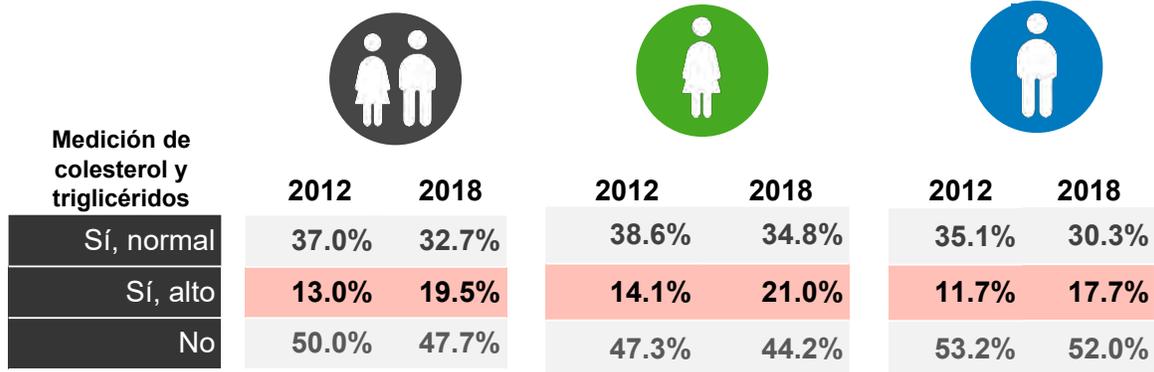


Ilustración 9. Población en México con triglicéridos y colesterol en edades mayores a 20 años, obtenido de [9].

2.3 VARIABLES DE MEDICIÓN EN LA ERA COVID-19

2.3.1 TEMPERATURA.

La temperatura corporal normal cambia según la persona, la edad, las actividades y el momento del día. La temperatura corporal normal promedio aceptada es generalmente de 98.6°F (37°C). Algunos estudios han mostrado que la temperatura corporal "normal" puede tener un amplio rango que va desde los 97°F (36.1°C) hasta los 99°F (37.2°C). Una temperatura de más de 100.4°F (38°C) casi siempre indica que usted tiene fiebre a causa de una infección o enfermedad. Normalmente, la temperatura corporal cambia a lo largo del día [12].

2.3.2 OXÍGENO EN LA SANGRE.

La saturación de oxígeno es la medida de la cantidad de oxígeno disponible en la sangre. Cuando el corazón bombea sangre, el oxígeno se une a los glóbulos rojos y se reparten por todo el cuerpo. Los niveles de saturación óptimos garantizan que las células del cuerpo reciban la cantidad adecuada de oxígeno [13].

Se considera que el porcentaje adecuado y saludable de oxígeno en sangre es de entre el 95% y el 100%. Por eso, cuando la saturación se encuentra por debajo del 90% se produce hipoxemia, es decir, el nivel por debajo de los normal de oxígeno en sangre. Y uno de sus síntomas característicos es la dificultad para respirar. Además, cuando se da un porcentaje inferior a 80 se considera hipoxemia severa [13].

En estos tiempos de pandemia, está siendo más frecuente el notar síntomas como la dificultad para respirar, pero no siempre es por hipoxemia. Hay que diferenciar entre un problema de saturación de oxígeno y la ansiedad generada por el confinamiento y la incertidumbre o por cualquier otro factor [13].

2.3.3 GLUCOSA

Diabetes es aquella situación en la que los niveles de azúcar (o glucosa) en la sangre están aumentados. A la glucosa que circula por la sangre se le llama glucemia [14].

Hipoglucemia

En sentido estricto, se considera hipoglucemia cuando el nivel de glucosa está por debajo de 55 mg/dl. Sin embargo, para las personas con diabetes solemos considerar bajada cuando está por debajo de 70 mg/dl, aunque hay que individualizar este valor (por ejemplo, en mujeres embarazadas, en las que pedimos un control estricto, podemos dejarlo en 60-65 mg/dl, mientras que en personas en las que una hipoglucemia puede resultar especialmente peligrosa, como personas con cardiopatía isquémica o crisis epilépticas, podemos subirlo a 80, 90 mg/dl o incluso cifras más elevadas). Una persona con diabetes puede no percibir los síntomas de hipoglucemia, especialmente en los pacientes de larga evolución o si

la bajada es suave, mientras que una caída brusca del nivel de glucosa puede percibirse como hipoglucemia incluso con valores de glucemia elevados [14].

Normoglucemia

Se consideran plenamente normales los valores de glucosa en ayunas que no superan los 100 mg/dl. Entre 100 y 125 mg/dl hablaríamos de Glucemia Basal Alterada y 126 mg/dl o más son diagnósticos de diabetes". Para una persona con diabetes los objetivos de buen control deben individualizarse y varían mucho de unas personas a otras, pero, en general, podríamos decir que antes de las comidas las glucemias deberían oscilar entre 70 y 130 mg/dl y no subir por encima de 160-180 mg/dl a los 90-120 minutos de la toma de alimentos [14].

Hiperoglucemia

Valores anormalmente altos de glucosa en sangre, por encima de los valores reseñados en el apartado anterior de la Normoglucemia [14].

2.3.4 RITMO/PULSO CARDIACO

El ritmo cardíaco es el número de latidos cardíacos por minuto. El pulso se puede medir en zonas por las cuales la arteria pasa cerca de la piel [15]. Estas incluyen:

- La parte posterior de las rodillas
- La ingle
- El cuello
- La sien
- La parte alta o la cara interna del pie
- La muñeca

La medición del pulso proporciona información importante acerca de su salud. Cualquier cambio de la frecuencia cardíaca normal puede ser indicio de un problema de salud. El pulso rápido puede ser un signo de la presencia de una infección o deshidratación. En situaciones de emergencia, la frecuencia del pulso puede ayudar a determinar si el corazón de la persona está bombeando. La medición del pulso tiene también otros usos. Durante el ejercicio o inmediatamente después, la frecuencia del pulso brinda información sobre el estado atlético y su salud [15].

Para la frecuencia cardíaca en reposo [15]:

- Recién nacidos de 0 a 1 mes de edad: 70 a 190 latidos por minuto
- Bebés de 1 a 11 meses de edad: 80 a 160 latidos por minuto
- Niños de 1 a 2 años de edad: 80 a 130 latidos por minuto
- Niños de 3 a 4 años de edad: 80 a 120 latidos por minuto
- Niños de 5 a 6 años de edad: 75 a 115 latidos por minuto
- Niños de 7 a 9 años de edad: 70 a 110 latidos por minuto
- Niños de 10 años o más y adultos (incluso ancianos): 60 a 100 latidos por minuto
- Atletas bien entrenados: de 40 a 60 latidos por minuto

2.3.5 PRESIÓN ARTERIAL

La presión arterial es la fuerza de la sangre contra las paredes de los vasos sanguíneos. Se mide en milímetros de mercurio (mm Hg) [16].

La presión arterial alta (HBP) significa que la presión en las arterias es mayor de lo que debería. Otra denominación de la presión arterial alta es hipertensión. La presión arterial se expresa en dos números, como por ejemplo 112/78 mm Hg. El

primer número (sistólico), es la presión cuando late el corazón. El segundo número (diastólico) es la presión cuando el corazón descansa entre latidos [16].

La presión arterial es normal si está por debajo de 120/80 mm Hg. Si usted es adulto y su presión sistólica mide entre 120 y 129, y su presión diastólica mide menos de 80, entonces tiene presión arterial elevada. La presión arterial alta es una presión sistólica de 130 o superior o una presión diastólica de 80 o superior, que permanece con el tiempo. La presión arterial alta generalmente no presenta signos ni síntomas. Por eso es tan peligrosa [16].

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Documentar el equipo médico indispensable para ser utilizado en el monitoreo de la salud en hogares mexicanos.

3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Investigar las principales comorbilidades y bajo monitoreo en México.
2. Describir los parámetros a monitorear en pacientes con comorbilidades.
3. Investigar los dispositivos IoT domésticos para monitoreo de parámetros en pacientes con comorbilidades.
4. Proporcionar una serie de recomendaciones de equipo IoT para los casos de ciertas comorbilidades.
5. Presentación del trabajo y su defensa.

4 DISPOSITIVOS PARA MEDICIÓN DE SALUD

En el presente capítulo se presenta la descripción de dispositivos que permiten la medición de las diferentes variables de interés en el contexto de COVID-19, sin embargo, no se trata de una lista exhaustiva. Los dispositivos se deben considerar como referencia, para hacer una comparación en caso de que el lector analice o diseñe dispositivos de otras marcas.

4.1 DISPOSITIVOS IOT PARA MEDICIÓN DE TEMPERATURA

4.1.1 KINSA SMART EAR DIGITAL THERMOMETER



Ilustración 10. Termómetro digital inteligente de Kinsa, obtenido de [17].

El termómetro digital inteligente de Kinsa [17], es un termómetro para niños, adolescentes y adultos el cual tiene una conectividad con el celular. Las especificaciones del termómetro de Kinsa son las siguientes:

- Lecturas cada segundo.
- Recomendado para todas las edades.

- No requiere cubiertas de la sonda de prueba o limpieza profesional.
- Conexión Bluetooth a la aplicación Kinsa.
- Aprobado por la FDA para seguridad y precisión en todas las etapas de la vida.
- Gran pantalla retroiluminada.
- Lecturas en ° F o ° C.
- Batería reemplazable (2 x AAA).
- Usar con o sin la aplicación Kinsa.
- Compatible con dispositivos iPhones y Android.

Además, con la aparición del COVID-19 Kinsa ha construido un sistema de alerta temprana para rastrear y detener la propagación de enfermedades. Con más de 1.5 millones de termómetros inteligentes en uso en todo el país en la actualidad, el sistema detectó la propagación de COVID-19 casi tres semanas antes de que aumentara el número de casos [18]. Debido a que la fiebre es a menudo el primer signo de una enfermedad contagiosa, cuantos más usuarios usen los termómetros Kinsa, más preciso será el sistema de alerta temprana. Mientras protege completamente la privacidad individual, Kinsa brinda a su comunidad el conocimiento necesario para detener la propagación de enfermedades en healthweather.us. Este dispositivo tiene un costo aproximado de \$550 USD.

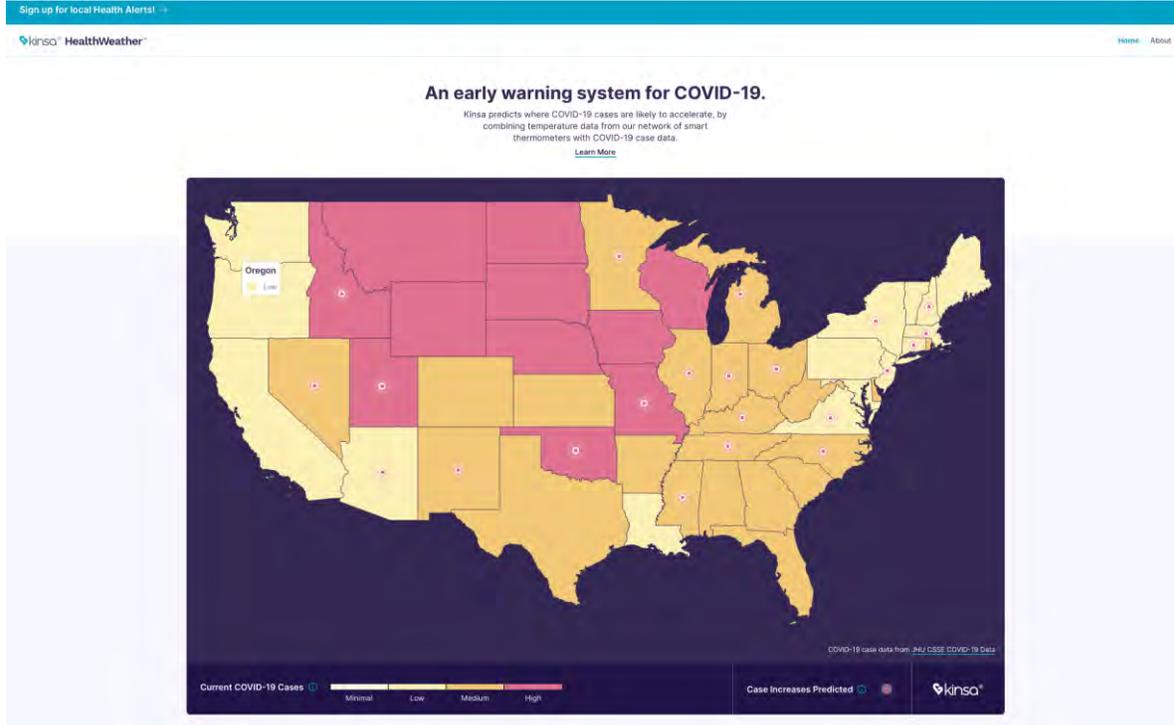


Ilustración 11. Sistema web de Kinsa para COVID-19, obtenido de [18].

4.1.2 TEMPTRAQ

TempTraq es un parche que puede ser fijado en el cuerpo del paciente y que puede enviar información a un dispositivo inteligente móvil. Puede ser utilizado en cualquier miembro de la familia de forma segura. La aplicación permite administrar diversos sensores desde la misma aplicación. En [19] definen a TempTraq como el primer y único monitor de temperatura portátil con Bluetooth® de un solo uso en forma de un parche suave y cómodo que, de manera continua, segura y cómoda, monitorea la temperatura corporal hasta por 48 horas y envía alertas a dispositivos móviles compatibles de Apple o Android.



Ilustración 12. Parche de TempTraq para monitoreo de temperatura, obtenido de [19].

De forma adicional, TempTraq se ha preparado para contribuir a la prevención del contagio de COVID-19. Para ello, diseñaron una aplicación especializada para desplegar información de los casos de COVID-19 [20]. Este parche TempTraq tiene las especificaciones presentadas en la Ilustración 13.

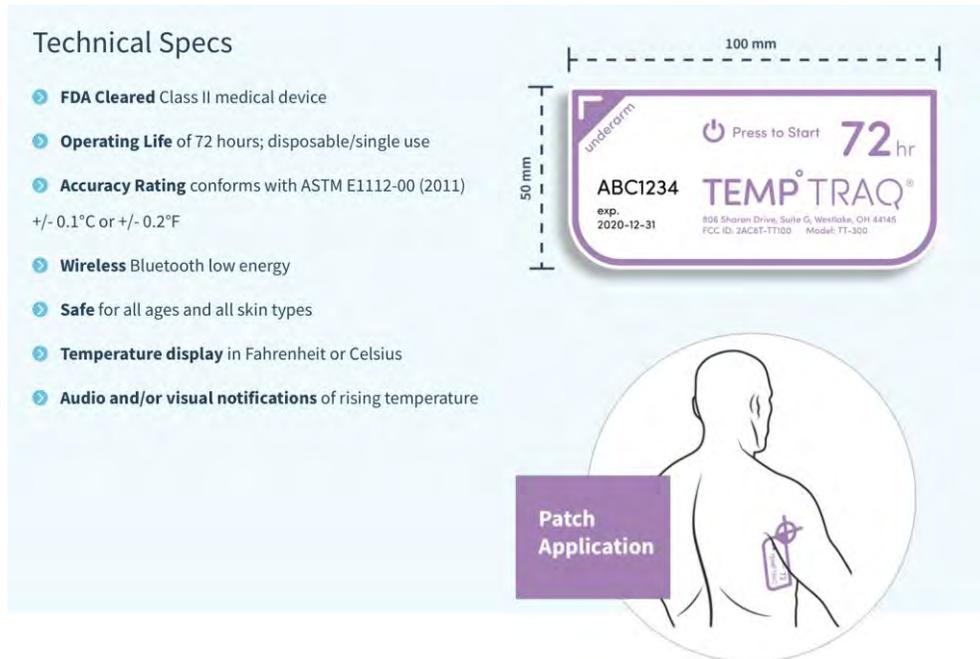


Ilustración 13. Parche de TempTraQ para monitoreo de temperatura y prevención de COVID-19, obtenido de [19], [20].

Por otra parte, la infraestructura de red, cómputo en la nube e integración clínica es presentada en la Ilustración 14. Como puede observarse los pacientes en casa o pacientes críticos en hospitales acceden a un servicio en la nube. Los pacientes de casa llegan de forma directa vía servicios de internet con un dispositivo portable como teléfono celular o tableta electrónica. Los pacientes críticos en hospitales cuentan con el parche que llega a los servicios de la nube a través de un Gateway. Finalmente, los datos en la nube son desplegados mediante una estación de monitoreo para su evaluación y estudio. Este dispositivo tiene un costo aproximado de \$100 USD.

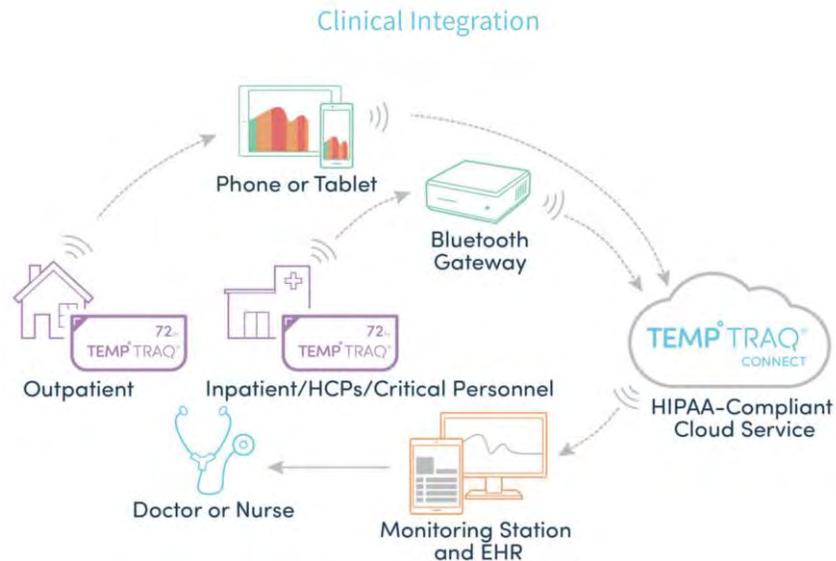


Ilustración 14. Parche de TempTraq para monitoreo de temperatura y prevención de COVID-19, obtenido de [19].

4.2 DISPOSITIVOS IOT PARA MEDICIÓN DE OXÍGENO EN LA SANGRE

4.2.1 PULSIOXÍMETRO DE BEURER

En la Ilustración 15 se muestra el pulsioxímetro de la empresa de equipo médico Beurer [21]. El dispositivo en su página lo describe como: El pulsioxímetro mide la saturación de oxígeno arterial y la frecuencia cardiaca. A través de Bluetooth los valores medidos se pueden transmitir muy fácilmente a "beurer HealthManager" para evaluarlos allí. Este dispositivo tiene un costo aproximado de \$50 USD.

- Medición de la saturación de oxígeno arterial (SpO2) y la frecuencia cardiaca (pulso)
- Bluetooth® para transmitir los valores medidos al Smartphone.
- Compatible con Android y iOS.

- Especialmente indicado para personas con: insuficiencia cardiaca, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, asma bronquial.
- También se puede usar en la práctica de deportes de altura.
- Pantalla a color con 4 perspectivas.
- Luminosidad de la pantalla regulable.
- Indicación gráfica del pulso.
- Transmisión inalámbrica de los resultados de la medición.
- Pequeño y ligero: para casa y para viajes.
- Memoria para 100 mediciones similar al principio "finger-in-finger-out".
- Mecanismo de desconexión automática.
- Indicación de cambio de pilas.
- Incluye cinta de sujeción y funda para cinturón.
- Producto sanitario.
- Descarga gratuita del software y la app "Beurer HealthManager".

Además, las especificaciones técnicas se pueden observar en la Ilustración 16.



Ilustración 15. Pulsioxímetro P060 con conectividad Bluetooth, obtenido de [21].

| | |
|---|---|
| Denominación del producto | Pulsioxímetro |
| Connect | Sí |
| Perspectivas | 4 |
| Funcionamiento con pilas | Sí |
| Pilas | 2 pilas de 1,5 V AAA |
| Beurer Connect | Sí |
| Pantalla a color | Sí |
| Indicación gráfica del pulso | Sí |
| Compatible a partir de | iOS 10.0 y Android™ 5.0, a partir de Bluetooth® 4.0 |
| Producto sanitario | Sí |
| Posiciones de memoria | 100 |
| Transmisión con | Bluetooth® low energy technology |
| Peso del producto | Aprox. 49 g |
| Dimensiones del producto | 58,5 x 30 x 33 mm |
| CE | Sí |
| Garantía en años (Para obtener información sobre la garantía, consulte las instrucciones de uso.) | 5 |
| EAN | 4211125454203 |
| Número de artículo | 45420 |

Ilustración 16. Características técnicas de Pulsioxímetro P060 con conectividad Bluetooth, obtenido de [21].

4.2.2 PULSIOXÍMETRO DE MASIMO

El pulsioxímetro de la empresa Masimo se denomina MightySat [22]. Tiene dos versiones de su producto como puede observar. Uno dirigido para el hogar y otro dirigido para monitoreo en hospitales. A diferencia de otros pulsioxímetros convencionales, MightySat tiene la característica de poder ser utilizado para monitorear: niveles de oxígeno, pulso cardiaco, respiraciones por minuto, variaciones en el flujo de la sangre, flujo de sangre. El dispositivo se comunica a un dispositivo inteligente a través de comunicación Bluetooth. Este dispositivo tiene un costo aproximado de \$1,000 USD.

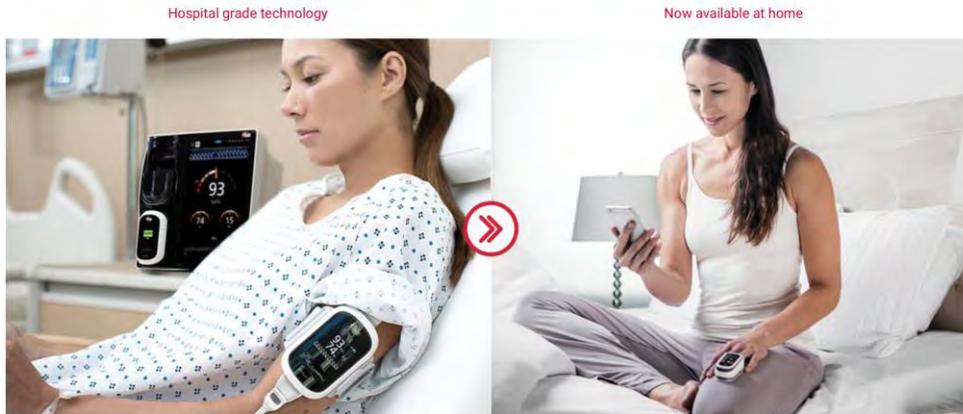


Ilustración 17. Versiones del pulsioxímetro MightySat de la empresa Masimo, obtenido de [22].

La Ilustración 18 e Ilustración 19 muestran el software de control y características principales de la aplicación del pulsioxímetro MightySat.

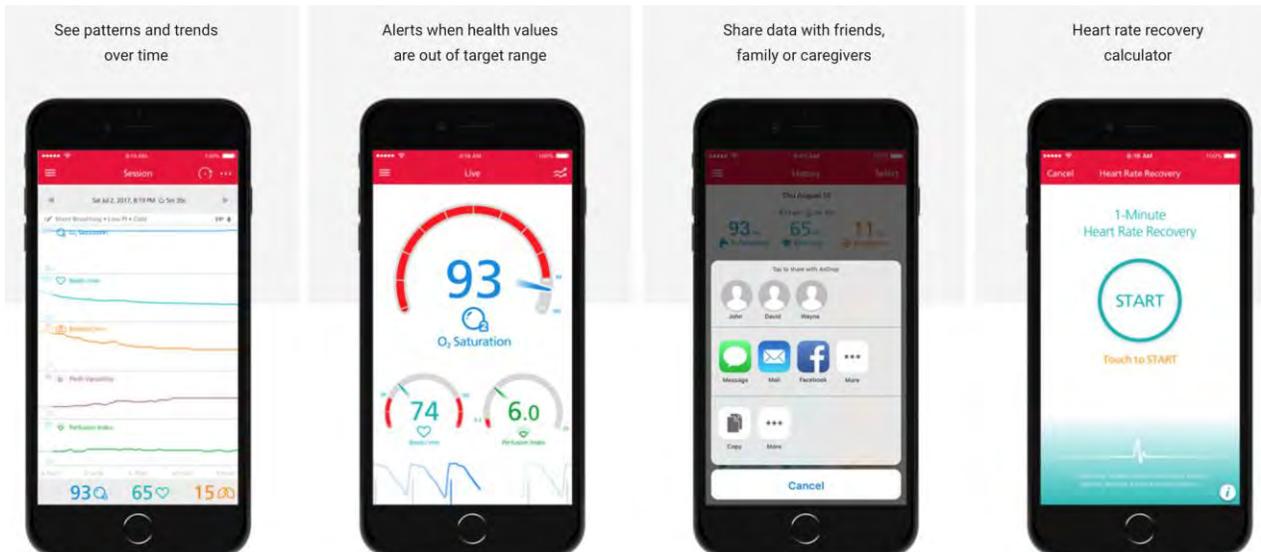


Ilustración 18. Versiones del pulsioxímetro MightySat de la empresa Masimo, obtenido de [22].

More Features

- ✔ View live measurements throughout the App
- ✔ Set your low and high thresholds for each measurement
- ✔ Audible notifications depending on your preferences and settings
- ✔ Ability to create multiple user profiles
- ✔ Tag your sessions
- ✔ Share multiple sessions
- ✔ Share your data through email and social media
- ✔ Automatically store your data in Apple Health and TrainingPeaks

Ilustración 19. Características adicionales del pulsioxímetro MightySat de la empresa Masimo, obtenido de [22].

4.3 DISPOSITIVOS IOT PARA MEDICIÓN DE GLUCOSA

4.3.1 ACCU-CHEK INSTANT

Accu-Chek Instant, ver Ilustración 20, es un medidor de glucosa sin configuración, con un solo botón. Obtiene resultados exactos en menos de 4 segundos. Su indicador de rango por color y su sincronización automática con la app de my Suger ofrece mayor claridad en tus resultados. Funciona con las tiras reactivas Accu-Chek® Instant.



Ilustración 20. Glucómetro de Accu Chek, obtenido de [23].

Beneficios y características

- El indicador de rango brinda ayuda visual para identificar si los niveles de glucosa están por encima del rango, dentro del rango o por debajo del rango. La escala puede adaptarse a las metas de tratamiento indicadas por el médico.
- El último resultado obtenido y los promedios (7/30/90 días) son visibles en el medidor. No hay necesidad de desplazarse por un menú.
- No requiere configuración, sólo se inserta una tira reactiva, se coloca una pequeña muestra de sangre y verifica tu resultado en menos de 4 segundos. Se retira la tira después de la prueba y el medidor se apagará automáticamente.
- Borde amplio para una fácil dosificación: solo se coloca una pequeña gota de sangre en cualquier sector del área de dosificación amarillo.
- Exactitud comprobada y garantizada por los fabricantes de Accu-Chek®, cumple con los requisitos de la norma ISO 15197:2013 / EN ISO 15197:2015.
- Sincronización automática: una vez conectado, el medidor registra automáticamente tus resultados de glucosa y los transfiere de forma inalámbrica a tu smartphone o vía USB a tu computadora.

- Transferencia de datos desde el medidor a tu PC mediante un cable de datos micro-USB. Se necesitan instalar el software Accu-Chek® Smart Pix en una computadora para transferir los datos. O bien descargar la app de mySugr y enviar los datos vía Bluetooth® al smartphone.

Especificaciones adicionales

| | |
|---|---|
| Capacidad de memoria: | El medidor almacena automáticamente 720 mediciones de glucosa en su memoria, pero sólo el último resultado y sus promedios de 7, 30 y 90 días se pueden ver en el medidor. Para ver los resultados almacenados anteriormente, transfírelos a tu smartphone o computadora mediante una aplicación de software compatible. El medidor almacena automáticamente 30 resultados de control en su memoria, pero sólo el resultado del control actual se puede ver en el medidor. Para ver los resultados de control almacenados anteriormente, transfírelos a tu smartphone o computadora mediante una aplicación de software compatible. |
| Apagado automático: | 90 segundos después de realizar una prueba, 15 segundos después de retirar la tira reactiva o 5 segundos desde la última visualización de resultado o promedios. |
| Condiciones de almacenamiento del medidor: | Temperatura: -25 hasta +70°C |
| Peso: | Approx. 40 g (con pilas) |
| Construcción: | Portátil |
| Clase de protección: | III |
| Tipo de medidor: | El medidor Accu-Chek Instant es adecuado para la operación continua. |
| Interfaces: | USB: conector micro-B; Bluetooth® |
| Conectividad de radiofrecuencia: | Tecnología Bluetooth® de baja energía operando en la banda de frecuencia de 2402 MHz a 2480 MHz con una potencia máxima transmitida de 0 dBm (1mW). |

Ilustración 21. Características adicionales del glucómetro de Accu Chek Instant, obtenido de [23].

mySugr App se presenta en la Ilustración 22, y es la aplicación de Accu Chek para la gestión de la diabetes que permite el registro automatizado de las mediciones de glucosa, peso, presión arterial y más, para tener un mejor control del padecimiento. Una herramienta con una interfaz atractiva y motivacional que agrega desafíos, relacionados con la alimentación y el ejercicio, que ayudan a la adhesión a la terapia. Este dispositivo tiene un costo aproximado de \$50 USD.

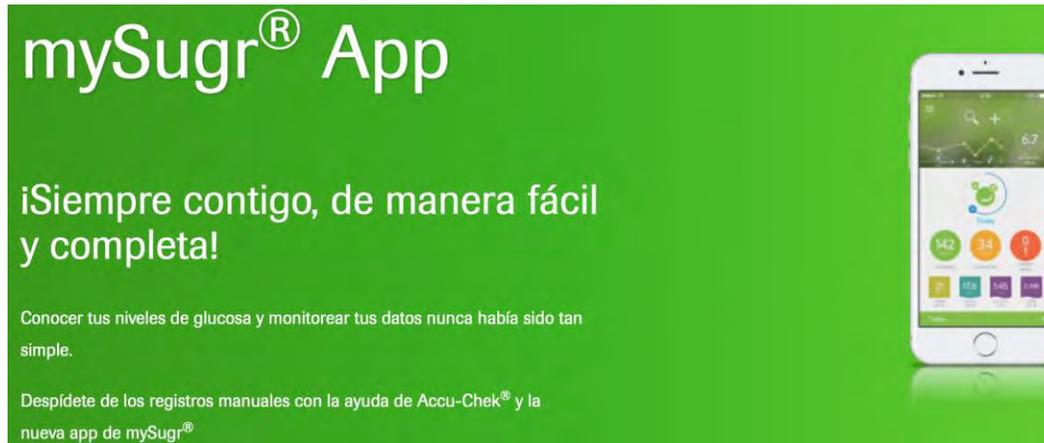


Ilustración 22. Aplicación mySugr App del glucómetro Instant de Accu Chek, obtenido de [23].

4.3.2 CONTOUR NEXT ONE



Ilustración 23. Glucómetro Contour next ONE de Bayer, obtenido de [24].

Contour Next ONE, Ilustración 23, es un medidor que tiene la empresa Bayer más preciso hasta el momento, y ha demostrado que ofrece una precisión notable dentro de $\pm 8.4\%$ de los valores de laboratorio.

La simplicidad del dispositivo ayuda a los pacientes a realizar pruebas con confianza y el indicador de rango objetivo smartLIGHT identifica inmediatamente si las lecturas de glucosa en sangre están por encima, por debajo o dentro del rango objetivo, proporcionando a los pacientes información instantánea. Representante de la nueva era del manejo inteligente de la diabetes y con conectividad a través de la tecnología Bluetooth, ver Ilustración 24. Este dispositivo tiene un costo aproximado de \$90 USD.

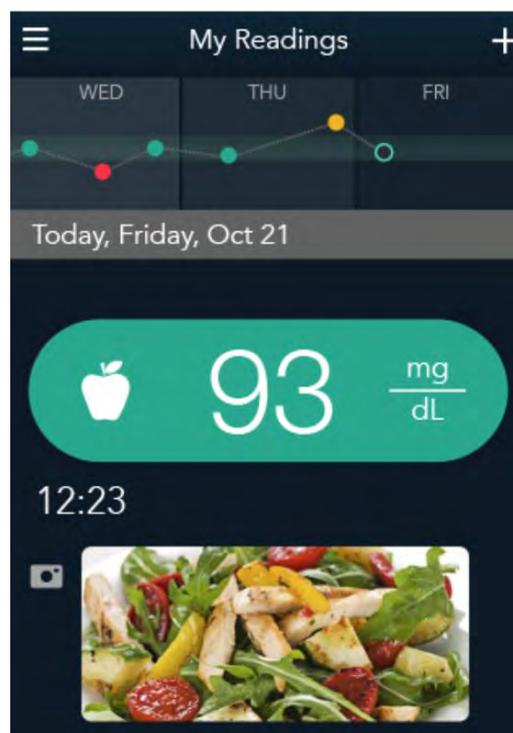


Ilustración 24. Aplicación del Glucómetro Contour next ONE de Bayer, obtenido de [24].

4.4 DISPOSITIVOS IOT PARA MEDICIÓN DE FRECUENCIA CARDIACA

4.4.1 PULSÓMETRO GARMIN

El reloj GPS multideportivo de Garmin [25] que calcula la frecuencia cardíaca en la muñeca e incluye mapas a color con rutas de popularidad Trendline para ayudar a encontrar y seguir los mejores caminos. Estos relojes tienen un costo aproximado de \$800 USD. Los relojes de Garmin, ver Ilustración 25, tienen las siguientes características:

- Sensor de aclimatación de pulso oxigenado en la muñeca, un dispositivo no médico que proporciona conocimiento de sus niveles estimados de saturación de oxígeno en sangre, especialmente útil cuando se está adaptando a altitudes más altas.
- Diseño robusto que cuenta con una lente de zafiro abovedada resistente a los arañazos más un bisel de titanio de acero inoxidable o carbono tipo diamante (DLC) y caja trasera.
- Almacenamiento de hasta 500 canciones en su reloj, y conectividad a auriculares Bluetooth para escuchar sin teléfono.
- Rendimiento de la batería: hasta 20 días en modo reloj inteligente y 13 horas en modo GPS con música.
- Dispone de una aplicación para dispositivos inteligentes y administración de las sesiones realizadas.

- 

La luz del sol proporciona un suministro de energía gratuita para el reloj y alarga el tiempo entre cargas
- 

La función Dynamic PacePro™ te ayuda a correr de manera más inteligente en diferentes tipos de terreno
- 

Mapas preinstalados de 2000 estaciones de esquí de todo el mundo
- 

Sincroniza tus servicios de streaming favoritos y escucha música sin el teléfono
- 

Consigue hasta 24 días de batería con la función de carga solar. Es como una expedición de 3 semanas y aun así te sobraría tiempo.



Ilustración 25. Pulsómetro Garmin, obtenido de [25].

4.4.2 PULSÓMETRO POLAR

Los pulsómetros Polar por lo general son orientados para aplicaciones deportivas. Se comenta que los dispositivos que hemos mencionado previamente por lo general incluyen sensores para medir el ritmo cardiaco. En este caso, los dispositivos Polar tienen las características presentadas en la Ilustración 26.

Medidas

47 × 47 × 13 mm

Peso

64 g con correa, 44 g sin correa.

Materiales

Caja de acero inoxidable de alta resistencia, con recubrimiento de carbono tipo diamante (DLC) en la versión negra. Cubierta trasera de polímero reforzado con fibra de vidrio.

Pantalla

Pantalla táctil a color siempre encendida. Lente de cristal laminado Gorilla glass con revestimiento antihuellas, protegido con un bisel de acero inoxidable forjado y con pasadores. Tamaño 1.2 in, resolución 240 × 240.

Batería

Batería de polímero de litio de 346 mAh. Duración de la batería de hasta 40 h en modo entrenamiento (GPS y registro de frecuencia cardíaca en la muñeca) y hasta 7 días en modo reloj con registro continuo de la frecuencia cardíaca. Varias opciones de ahorro de energía disponibles.

GPS y barómetro

GPS integrado, GLONASS, Galileo y QZSS. GPS asistido para tiempos de localización rápidos. Altura, inclinación, ascenso y descenso determinados con barómetro.**

Conectividad

Bluetooth de baja energía. Cable USB personalizado para cargar y sincronizar datos.

Reloj

Hora y fecha. Alarma con función de repetición.

Idiomas de la interfaz de usuario

Alemán, checo, chino (simplificado), danés, español, finés, francés, holandés, indonesio, inglés, italiano, japonés, noruego, polaco, portugués, ruso, sueco, turco

Sensores

Compatible con todos los sensores de frecuencia cardíaca, sensores de cadencia de carrera y sensores de potencia BLE estándar, así como con sensores de velocidad, cadencia y potencia de ciclismo.

Ilustración 26. Pulsómetro Polar, obtenido de [26].

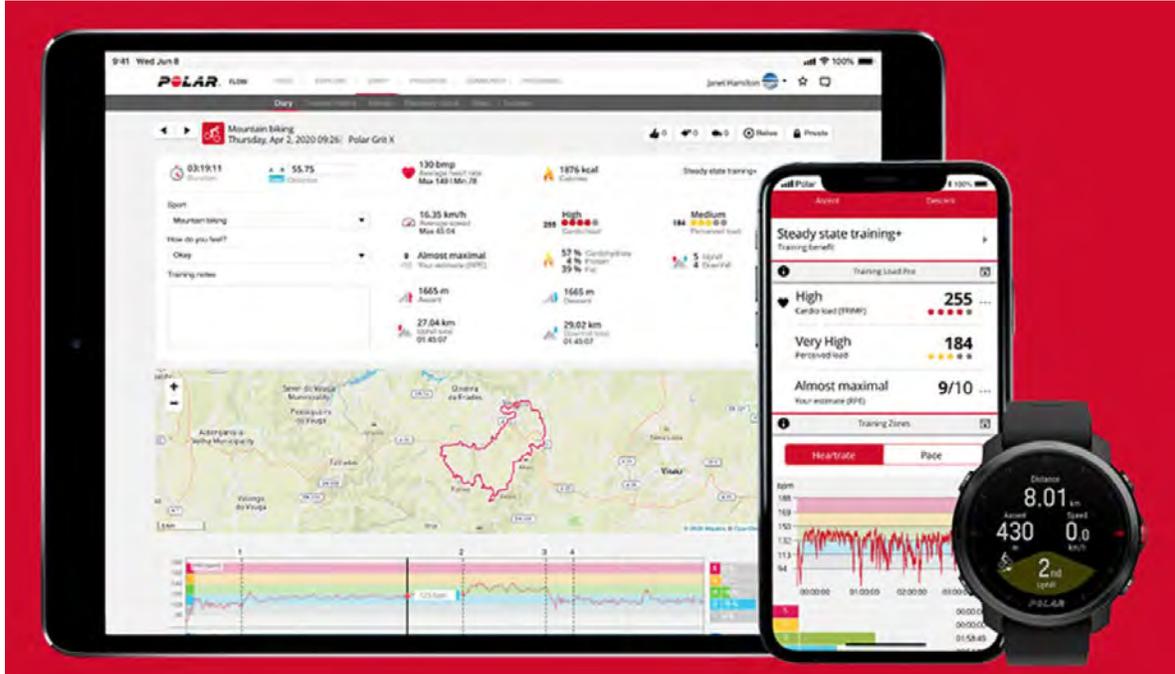


Ilustración 27. Pulsómetro Polar, obtenido de [26].

La Ilustración 27 muestra las interfaces en dispositivos móviles y *wearables* para tener acceso a la información del pulsómetro. Permite una lectura fácil y sencilla del historial de los datos registrado, el monitoreo en tiempo real y gráficas que permiten una visualización sencilla. Este dispositivo tiene un costo aproximado de \$600 USD.

4.5 DISPOSITIVOS IOT PARA MEDICIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL.

4.5.1 OMRON ELITE

Omron tiene diversos equipos de medición, desde medidores de temperatura, nebulizadores, equipos para manejo del dolor, monitores para ejercicios, entre otros. El monitor de presión Elite, ver Ilustración 28, alerta al usuario cuando detecta latidos irregulares y su Guía de Ajuste avisa cuando el brazalete no está colocado adecuadamente, reduciendo así los errores. También, incorpora el valor promedio de las lecturas previas y cuenta con un brazalete universal que se ajusta fácil y cómodamente a brazos de 22 a 42 cm de circunferencia [27]. También tiene conectividad a una interfaz de dispositivo inteligente a través de bluetooth, ver Ilustración 29. Este dispositivo tiene un costo aproximado de \$120 USD.



Ilustración 28. Medidor de presión arterial de Omron, obtenido de [27].



Ilustración 29. Características del software connect omron medidor de presión arterial de Omron, obtenido de [27].

4.5.2 IHEALTH

El dispositivo de medición iHealth es clínicamente preciso, de fácil operación con dos botones, precisión avanzada, y no requiere calibración. Cuenta con una gran visualización de retroiluminación multicolor: los grandes números de gran tamaño hacen que leer los resultados de este dispositivo de control de presión arterial en la parte superior del brazo sea muy fácil. La visualización codificada (VERDE/AMARILLO/ROJO) indica si las lecturas de presión arterial son óptimas o no.

Además, gestiona y realiza un seguimiento de hasta 99 lecturas del monitor de presión arterial y lecturas ilimitadas en un smartphone con las aplicaciones gratuitas de iOS y Android de iHealth (iOS 8.0 o posterior), Android 5.0 o posterior. Requiere Bluetooth 4.0 y superior). También, identifica automáticamente y alerta a cualquier alteración del ritmo cardíaco. Si se detecta, mostrará un símbolo de advertencia después de la medición. En la Ilustración 30 se puede observar al dispositivo iHealth. Este dispositivo tiene un costo aproximado de \$100 USD.



Ilustración 30. Dispositivo iHealth medidor de presión arterial, obtenido de [28].

5 CONCLUSIONES

México tiene una población que, hablando de manera general, cuenta con severos problemas médicos que pueden llegar a ser en extremo peligrosos si se combinan con la enfermedad del COVID-19 recientemente descubierta. Entre ellos podemos mencionar a problemas diabéticos, de hipertensión, obesidad, entre otros. En ese sentido, recomiendo que las personas deberían adquirir una cultura de tener dispositivos inteligentes en casa relacionados al cuidado de la salud, y no limitar la adquisición de equipos inteligentes dedicados al entretenimiento como son las televisiones inteligentes o bocinas.

Así, es de suma importancia tener diferentes tipos de dispositivos y herramientas que nos ayuden a identificar y monitorear síntomas de ciertas enfermedades, en este caso más específicamente del COVID-19.

Para mejorar la respuesta y atención a pacientes con posible COVID-19 es necesario monitorear diferentes parámetros como es el caso del nivel de oxígeno en la sangre, la temperatura, ritmo cardíaco y que mejor manera de hacerlo que desde la comodidad de tu hogar y con tu celular en distintos casos como el de iHealth o de relojes inteligentes.

Se necesita que dejemos atrás esa vida sedentaria y de mala alimentación que tiene nuestra sociedad, es un pilar fundamental para resistir y poder sobrellevar la enfermedad el estar bien alimentado y con una condición física óptima. Se espera que en los próximos meses o años el mercado de dispositivos eHealth o salud 4.0 aumente y se expanda, para poder tener más opciones de compra y se vuelvan más económicos.

Este trabajo me ha dado la oportunidad de entender la problemática de salud en México y de su cuidado. A pesar de que este trabajo aborda y recomienda la

adquisición de equipo de monitoreo de la salud en casa, también busca sentar conciencia sobre el cuidado de la salud y sus implicaciones.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. M. d. I. Salud, «Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19),» [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>. [Último acceso: 12 10 2020].
- [2] G. d. México, «Diabetes en México,» [En línea]. Available: <https://www.insp.mx/avisos/3652-diabetes-en-mexico.html>. [Último acceso: 12 10 2020].
- [3] F. México, «Muertes por COVID-19,» [En línea]. Available: <https://www.forbes.com.mx/politica-el-73-de-las-muertes-por-covid-19-con-alguna-comorbilidad-asegura-lopez-gatell/>. [Último acceso: 14 10 2020].
- [4] G. Médica, «La alimentación en tiempos del coronavirus,» [En línea]. Available: <https://gacetamedica.com/investigacion/la-alimentacion-en-tiempos-del-coronavirus/>. [Último acceso: 14 10 2020].
- [5] Anahuac, «Atención y recomendaciones de alimentación de alimentación y nutrición en COVID-19,» [En línea]. Available: <https://www.anahuac.mx/mexico/files/2020/04/Recomendaciones-de-Alimentacion-y-Nutricion-COVID-19.pdf>. [Último acceso: 14 10 2020].
- [6] UNICEF, «Urgen medidas para evitar mala nutrición en México por COVID-19,» [En línea]. Available: <https://www.unicef.org/mexico/comunicados-prensa/urgem-medidas-para-evitar-mala-nutricion-en-mexico-por-covid-19>. [Último acceso: 14 10 2020].
- [7] UNICEF, «Prevención de mala nutrición en niñas y niños en México ante la pandemia,» [En línea]. Available: <https://www.unicef.org/mexico/informes/prevencion-de-mala-nutricion-en-niñas-y-niños-en-mexico-ante-la-pandemia>. [Último acceso: 14 10 2020].
- [8] A. Mayab, «Alimentación y su impacto en tiempos de COVID-19,» [En línea]. Available: <https://merida.anahuac.mx/noticias/alimentacion-y-su-impacto-en-tiempos-de-covid19>. [Último acceso: 14 10 2020].
- [9] INEGI, «Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018,» [En línea]. Available: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf. [Último acceso: 14 10 2020].
- [10] G. d. México, «Sistema de etiquetado frontal de alimentos y bebidas para México,» [En línea]. Available: <https://www.insp.mx/avisos/4771-etiquetado-alimentos-bebidas-gda.html>. [Último acceso: 14 10 2020].
- [11] C. d. e. a. n. d. e. f. d. alimentos, «Sistema de etiquetado frontal de alimentos y bebidas para México: una estrategia para la toma de decisiones saludables,» *Salud Pública de México*, vol. 60, n° 4, p. 8, 2018.
- [12] MedlinePlus, «Temperatura Corporal Normal,» [En línea]. Available: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001982.htm>. [Último acceso: 15 10 2020].
- [13] Mimosas, «Qué es la saturación de oxígeno y cuáles son los niveles normales,» [En línea]. Available: <https://grupolasmimosas.com/mimoonline/saturacion-de-oxigeno-niveles/>. [Último acceso: 15 10 2020].

- [14] L. Diabetes, «¿Qué es la Diabetes?,» [En línea]. Available: <https://www.fundaciondiabetes.org/general/82/conozcamosla-mejor>. [Último acceso: 15 10 2020].
- [15] MedlinePlus, «El pulso,» [En línea]. Available: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003399.htm>. [Último acceso: 15 10 2020].
- [16] A. H. Association, «¿Qué es la presión arterial alta?,» [En línea]. Available: https://www.heart.org/-/media/data-import/downloadables/4/c/5/whatishighbloodpressure_span-ucm_316246.pdf. [Último acceso: 15 10 2020].
- [17] Kinsa, «Kinsa Smart Ear Digital Thermometer,» [En línea]. Available: <https://www.kinsahealth.co/products/smartear/>. [Último acceso: 16 10 2020].
- [18] Kinsa, «An early warning system for COVID-19,» [En línea]. Available: https://healthweather.us/?_ga=2.137206903.635625320.1602860446-851481597.1602860446. [Último acceso: 16 10 2020].
- [19] T. Traq, «More than just a digital thermometer,» [En línea]. Available: <https://www.temptraq.com/Home>. [Último acceso: 16 10 2020].
- [20] T. Traq, «COVID-19 Real-Time Temperature Monitoring for Patients, HCPs and Critical Industry Workers,» [En línea]. Available: <https://temptraq.healthcare/covid-19/>. [Último acceso: 16 10 2020].
- [21] Beurer, «Pulsioxímetro de Beurer - PO 60 Bluetooth,» [En línea]. Available: <https://www.beurer.com/web/es/productos/medical/electrocardiografos-y-pulsioximetros/pulsioximetros/po-60-bluetooth.php>. [Último acceso: 18 10 2020].
- [22] M. d. Masimo, «Pulsioxímetro MightySat de Masimo,» [En línea]. [Último acceso: 18 10 2020].
- [23] A. Chek, «Glucómetro Accu Chek Instant,» [En línea]. Available: <https://www.accu-chek.com.mx/medicion-de-glucosa/instant>. [Último acceso: 18 10 2020].
- [24] C. next, «Contour next ONE,» [En línea]. Available: <https://www.contournext.com/products/contour-next-one/>. [Último acceso: 18 10 2020].
- [25] Garmin, «Funcionamiento de los pulsómetros,» [En línea]. Available: <https://www.garmin.com/es-ES/blog/que-es-y-como-funciona-un-pulsometro/>. [Último acceso: 18 10 2020].
- [26] Polar, «Polar Grit X,» [En línea]. Available: <https://www.polar.com/mx-es/grit-x>. [Último acceso: 18 10 2020].
- [27] Omron, «Monitor de Presión Arterial de Brazo Automático - Elite HEM-7130,» [En línea]. Available: https://omronhealthcare.la/arg/Productos/detalle/monitor_de_presion_arterial_de_brazo_automatiko_elite. [Último acceso: 19 10 2020].
- [28] iHealth, «iHealth Feel Wireless Monitor,» [En línea]. Available: <https://ihealthlabs.com/es/products/ihealth-feel-wireless-monitor>. [Último acceso: 19 10 2020].
- [29] G. M. d. Sureste, «Dispositivos de medición,» 31 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://socialmediatica.com/itherm-termometro-inteligente-con-forma-de-brazaletes/>.