

Módulo 3: Salud y bienestar a través de la monitorización continua

Unidad 1. Aplicaciones en poblaciones con condiciones médicas

Uso de *wearables* en poblaciones con condiciones médicas

La revolución tecnológica en el ámbito de la salud ha transformado la forma en que los profesionales monitorizan y gestionan enfermedades crónicas. Una de las herramientas más prometedoras en esta transformación son los dispositivos *wearables*, que permiten la recopilación continua de datos fisiológicos relevantes. Su aplicación en poblaciones con condiciones médicas específicas, como diabetes tipo 1 o 2, hipertensión, insuficiencia cardíaca, enfermedades respiratorias crónicas (como EPOC) y enfermedades neurodegenerativas, ha demostrado un impacto positivo tanto en la prevención de crisis como en la optimización de tratamientos.

Los *wearables* modernos están equipados con sensores que permiten la medición de una variedad de signos vitales, entre ellos la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, la temperatura corporal, la presión arterial, la saturación de oxígeno en sangre (SpO2), la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y, en algunos casos, incluso biomarcadores más específicos como la glucosa o el lactato. Esta información, al ser registrada de manera continua, permite detectar patrones anómalos en tiempo real, lo que resulta útil para la intervención temprana.

Por ejemplo, en pacientes diabéticos, el uso de sistemas de monitoreo continuo de glucosa (CGM) permite un seguimiento preciso de las fluctuaciones de la glucemia durante todo el día, sin necesidad de punciones frecuentes. Esta capacidad no solo mejora la calidad de vida del paciente, sino que también reduce el riesgo de complicaciones agudas como la hipoglucemia o la hiperglucemia severa.

Por ejemplo, en pacientes diabéticos, el uso de sistemas de monitoreo continuo de glucosa (CGM) permite un seguimiento preciso de las fluctuaciones de la glucemia durante todo el día, sin necesidad de punciones frecuentes. Esta capacidad no solo mejora la calidad de vida del paciente, sino que también reduce el riesgo de complicaciones agudas como la hipoglucemia o la hiperglucemia severa.

Los datos generados por estos dispositivos permiten una medicina más personalizada. A través del análisis de los registros históricos y la correlación entre parámetros fisiológicos y eventos clínicos, los profesionales pueden ajustar tratamientos de manera dinámica. En el caso de enfermedades cardiovasculares, por ejemplo, la detección de arritmias o la variabilidad anormal de la frecuencia cardíaca puede permitir ajustes inmediatos en la medicación o en la carga física prescrita. Asimismo, la integración de estos datos en plataformas de inteligencia artificial o *aprendizaje automático* permite anticipar episodios críticos con mayor precisión, optimizando tanto los recursos clínicos como la seguridad del paciente.

En enfermedades respiratorias como el asma o la EPOC, el monitoreo de parámetros como la saturación de oxígeno y la frecuencia respiratoria resulta útil. Dispositivos específicos, incluyendo parches inteligentes y camisetas con sensores embebidos, pueden alertar sobre deterioros en la función pulmonar incluso antes de que el paciente experimente síntomas agudos, permitiendo una intervención temprana.

En el caso de enfermedades neurodegenerativas como el párkinson o la esclerosis múltiple, los *wearables* permiten registrar cambios sutiles en el patrón de movimiento, el equilibrio o la marcha, que pueden pasar desapercibidos en una evaluación clínica tradicional. Esta información resulta útil para ajustar terapias físicas o farmacológicas, e incluso para evaluar la progresión de la enfermedad.

Uno de los ámbitos donde más aplicaciones se están desarrollando es el de la diabetes. Por ejemplo, imaginemos a una paciente con diabetes tipo 1 que utiliza un dispositivo de monitoreo continuo de glucosa (*CGM*) que envía datos en tiempo real a su teléfono móvil y al equipo médico. A lo largo de varias semanas, el sistema recopila información detallada sobre cómo responde su glucosa a diferentes comidas, niveles de estrés, patrones de sueño y sesiones de ejercicio. Gracias a esta monitorización constante, el equipo médico detecta que tiende a experimentar hipoglucemia nocturna recurrente entre las 2 y las 4 a. m., especialmente en días en que ha realizado ejercicio intenso por la tarde. Este patrón habría sido difícil de identificar con controles esporádicos de glucosa capilar.

Con estos datos, el endocrinólogo ajusta la dosis y el horario de la insulina basal, y recomienda una colación proteica antes de dormir los días en que entrena. Además, el sistema emite alertas personalizadas que advierten si la glucosa desciende rápidamente, lo que permite tomar medidas preventivas, como ingerir un carbohidrato de acción rápida. El resultado es una reducción significativa de los episodios de hipoglucemia, una mayor estabilidad glucémica y una mejora en la calidad de vida y en el rendimiento deportivo. Este tipo de intervención es posible gracias a la personalización dinámica del tratamiento, basada no solo en la experiencia clínica, sino en datos objetivos y continuos adaptados a las condiciones de vida real del paciente.



Existen muchas tecnologías que son capaces de llevar a cabo esta monitorización, tal como observamos en la tabla 1.

Tecnologías de monitorización continua de glucosa

Dispositivo / Plataforma	Características principales
Dexcom G6 / G7	<ul style="list-style-type: none"> ● Dispositivo <i>CGM</i> que mide la glucosa cada 5 minutos. ● Conectividad <i>bluetooth</i> para compartir datos en tiempo real. ● Compatible con plataformas de análisis como Dexcom Clarity.
Abbott FreeStyle Libre 2 y 3	<ul style="list-style-type: none"> ● Lectura continua o bajo demanda. ● Aplicaciones móviles y alarmas para hipoglucemia o hiperglucemia. ● Integración con plataformas como LibreView para médicos y pacientes.
Medtronic Guardian Connect	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>CGM</i> que puede emparejarse con bombas de insulina. ● Alerta predictiva de hipoglucemias hasta 60 minutos antes. ● Compatible con CareLink, plataforma para visualización detallada de datos.
Tandem t:slim X2 con Control-IQ	<ul style="list-style-type: none"> ● Bomba de insulina con sistema automatizado de administración. ● Integra datos <i>CGM</i> para ajustar en tiempo real las dosis de insulina. ● Capacidad de suspender la administración ante eventos de hipoglucemia previstos.
Insulet Omnipod 5	<ul style="list-style-type: none"> ● Sistema automatizado <i>closed-loop</i> de insulina. ● Algoritmo inteligente que aprende los patrones del usuario. ● Funciona con Dexcom G6 para una retroalimentación personalizada.
MySugr + Roche Accu-Chek	<ul style="list-style-type: none"> ● Aplicación de diabetes con funciones de registro inteligente.



	<ul style="list-style-type: none"> ● Integra medidores de glucosa y datos de actividad física. ● Ofrece análisis visuales y recomendaciones personalizadas.
Glooko	<ul style="list-style-type: none"> ● Plataforma que conecta datos de múltiples dispositivos (CGM, monitores de actividad, bombas). ● Analítica avanzada para profesionales y pacientes. ● Facilita ajustes personalizados a planes de tratamiento.

Fuente: elaboración propia.

El uso continuo de dispositivos reduce significativamente las hospitalizaciones evitables y mejora la adherencia al tratamiento (Chan et al., 2022). Esto es especialmente evidente en pacientes con enfermedades crónicas complejas, donde el seguimiento convencional no logra captar todos los matices del estado clínico entre visitas médicas. Además, los *wearables* fomentan una mayor conciencia del estado de salud por parte del paciente, lo que conlleva una participación más activa en su propio cuidado. Al recibir alertas en tiempo real o retroalimentación directa a través de aplicaciones móviles vinculadas, los pacientes tienden a modificar su comportamiento, ajustando hábitos alimenticios, adherencia a la medicación y actividad física, según las recomendaciones personalizadas.

Finalmente, una ventaja de los *wearables* es que facilitan una comunicación más fluida entre el paciente y los profesionales de la salud. Los datos pueden ser enviados automáticamente a plataformas seguras de acceso médico, lo que permite tomar decisiones basadas en evidencia empírica en lugar de en percepciones subjetivas del paciente. Esta dinámica se traduce en una atención más efectiva, especialmente en sistemas de salud sobrecargados, donde las consultas presenciales deben optimizarse al máximo.

En resumen, la monitorización continua de signos vitales mediante dispositivos wearables ofrece una herramienta poderosa para el manejo integral de enfermedades crónicas. Al permitir un seguimiento en tiempo real, facilitar la personalización del tratamiento, fomentar la adherencia y optimizar la comunicación médico-paciente, estos dispositivos representan un avance significativo en la medicina preventiva y de precisión. A medida que la tecnología avanza y se democratice su acceso, su implementación será cada vez más imprescindible en el cuidado moderno de la salud.

Promoción de hábitos saludables y autocontrol



En el marco de la salud digital, la monitorización continua a través de tecnologías *wearables* ha transformado radicalmente el paradigma de la prevención, el autocuidado y la promoción de estilos de vida saludables. Más allá del control clínico, estos dispositivos permiten a los usuarios tomar decisiones informadas en tiempo real sobre su comportamiento diario, reforzando el principio de que la salud es una responsabilidad compartida entre el sistema sanitario y el individuo. En este contexto, los dispositivos inteligentes están ganando popularidad tanto en poblaciones clínicas como no clínicas como herramientas para la prescripción de ejercicio, el seguimiento de la actividad física diaria, la nutrición y la gestión de parámetros relacionados con la salud. Aunque la eficacia de estos dispositivos aún es objeto de debate, especialmente en poblaciones con enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), diversos estudios han mostrado mejoras en los niveles de actividad física, la composición corporal, parámetros metabólicos y aspectos psicológicos. Por lo tanto, se reconoce su potencial como una herramienta valiosa para fomentar conductas saludables, implementar intervenciones basadas en el estilo de vida y desarrollar planes de prevención sostenibles en la práctica clínica y la vida cotidiana (Natalucci, et al. 2023).

Una de las aportaciones más destacadas de los *wearables* es su capacidad para generar conocimiento personalizado sobre el propio cuerpo. Mediante la visualización constante de variables como el ritmo cardíaco, la glucemia, la calidad del sueño, la frecuencia respiratoria o los niveles de estrés, el usuario empieza a comprender las consecuencias fisiológicas inmediatas de sus decisiones diarias.

Por ejemplo, un paciente con diabetes tipo 2 que utiliza un sensor de glucosa como FreeStyle Libre 3 puede observar cómo un desayuno rico en carbohidratos simples provoca un pico glucémico, mientras que uno con índice glucémico más bajo mantiene los valores estables. Esta información empírica se convierte en una herramienta educativa poderosa: ya no se trata de seguir normas generales, sino de visualizar los efectos específicos en el propio cuerpo. De forma similar, un usuario que emplea Garmin Venu 3 o Apple Watch Ultra, dispositivos que incorporan sensores de frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno y detección de variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), puede advertir cómo el sueño insuficiente o una jornada estresante se reflejan en métricas objetivas como la «puntuación de recuperación» o el aumento del estrés fisiológico. Esta correlación entre estilo de vida y datos biológicos incrementa la conciencia y promueve un cambio de comportamiento sostenido.

Fomento de la actividad física en la vida cotidiana

Una de las intervenciones más eficaces y de bajo costo en salud pública es la actividad física regular, y los *wearables* actúan como facilitadores constantes en este sentido. A través del conteo de pasos, la monitorización de zonas de frecuencia cardíaca, alertas por sedentarismo o metas diarias personalizadas, estos dispositivos transforman comportamientos pasivos en rutinas activas.



Por ejemplo, supongamos que una persona trabaja como contable y lleva una vida sedentaria. Su médico le recomienda comenzar con 30 minutos de caminata diaria para mejorar su presión arterial y controlar el colesterol. Para motivarse, adquiere un dispositivo que le recuerda moverse cada hora, registra sus pasos y le proporciona una puntuación diaria de actividad. Después de tres semanas, no solo ha conseguido establecer una rutina regular, sino que ha descubierto que caminar 20 minutos después de cenar mejora su calidad de sueño, según indica la aplicación. Con el tiempo, esta microintervención se convierte en un hábito que transforma su salud cardiovascular sin necesidad de una intervención farmacológica. Este tipo de cambio, sustentado en datos objetivos y *feedback* constante, resulta más eficaz que las recomendaciones verbales o escritas en la consulta médica tradicional.

Veamos otro ejemplo: la autorregulación implica la capacidad de una persona para gestionar sus emociones, comportamientos y decisiones en función de metas internas y señales externas. Los *wearables* contribuyen significativamente a este proceso al brindar retroalimentación inmediata y oportunidades constantes de corrección. Plataformas como Whoop u Oura Ring analizan métricas como la frecuencia cardíaca, la VFC, el sueño profundo y el esfuerzo diario para ofrecer un *recovery score*, una medida que orienta al usuario sobre si su cuerpo está listo para afrontar una carga física intensa o si necesita descanso. Esta información ayuda a las personas a evitar el sobreentrenamiento, a escuchar sus señales fisiológicas y a ajustar sus actividades de manera responsable.

Supongamos que una mujer es madre, trabaja y sufre de insomnio crónico y estrés laboral. Tras comenzar a utilizar el Oura Ring, descubre que las noches en que consume alcohol o cena tarde reducen drásticamente su tiempo en sueño profundo y aumentan la latencia para conciliar el sueño. En consecuencia, toma la decisión de modificar sus hábitos nocturnos, limitando comidas pesadas y estableciendo rutinas de relajación. A las pocas semanas, sus métricas de sueño mejoran de forma sostenida, lo que también repercute en su concentración diurna y en una menor necesidad de cafeína. Este proceso de autoexperimentación y ajuste iterativo refuerza la sensación de control personal y el empoderamiento, dos factores importantes para la adherencia a largo plazo.

El bienestar no es solo físico, y muchos *wearables* están ahora diseñados para abordar la salud emocional. A través del análisis de la VFC, patrones respiratorios o incluso el uso del micrófono ambiental para detectar el tono de voz, algunos dispositivos pueden estimar niveles de estrés y proponer intervenciones. El Fitbit Sense 2, por ejemplo, incluye un sensor de «respuesta electrodérmica continua» (cEDA), que identifica picos de estrés fisiológico y sugiere prácticas de *mindfulness*, respiración guiada o pausas conscientes. El Apple Watch también permite registrar el estado de ánimo y, al correlacionarlo con datos objetivos, crear una base de autoobservación muy útil para quienes sufren ansiedad, fatiga crónica o *burnout*.



Una de las grandes promesas de la monitorización continua es la posibilidad de anticipar eventos adversos y prevenir recaídas antes de que se manifiesten clínicamente. Esto es especialmente relevante en pacientes con enfermedades crónicas, adultos mayores o deportistas sometidos a cargas elevadas. El sistema Biostrap EVO, por ejemplo, utilizado en entornos clínicos y deportivos de alto rendimiento, recopila datos de VFC, SpO₂, frecuencia respiratoria, sueño y movimiento para establecer umbrales personalizados. Cuando un parámetro se desvía de la norma habitual del usuario, se activa una alerta temprana que puede indicar un inicio de infección, fatiga acumulada o descompensación fisiológica. Esta capacidad de anticipación permite intervenciones tempranas, más efectivas y menos invasivas.

Programas de rehabilitación y recuperación

La integración de tecnologías de monitorización continua en los programas de rehabilitación y recuperación funcional ha redefinido por completo las estrategias tradicionales en el cuidado de la salud y el rendimiento físico. Estas herramientas no solo permiten seguir el progreso del paciente con una precisión sin precedentes, sino que también posibilitan la adaptación inmediata de los protocolos terapéuticos, lo que mejora los resultados clínicos y reduce riesgos. Esta evolución tecnológica representa un paso importante hacia una rehabilitación más personalizada, accesible y eficaz.

En el centro de esta transformación está la capacidad de los *wearables* para proporcionar un seguimiento constante de parámetros fisiológicos clave, incluso fuera del entorno clínico. Esto ha sido especialmente útil en pacientes con enfermedades crónicas, lesiones musculoesqueléticas y situaciones posoperatorias.

Por ejemplo, en la rehabilitación pulmonar de pacientes con EPOC, el uso de oxímetros inteligentes como Wellue O2Ring o Garmin Vivosmart 5 permite detectar caídas en la oxigenación durante el esfuerzo, lo que alerta al equipo clínico para intervenir o modificar el plan. Esto no solo mejora la seguridad, sino que refuerza la autonomía del paciente, al permitirle realizar ejercicio supervisado de forma remota. En ortopedia, dispositivos como DorsaVi, Notch o Moticon Science recopilan datos precisos sobre patrones de movimiento y carga articular, fundamentales en cirugías como la artroplastia de cadera o rodilla. Si el *wearable* detecta una asimetría significativa o un rango articular limitado, el fisioterapeuta puede intervenir antes de que aparezcan complicaciones mayores.

Uno de los mayores avances derivados de esta tecnología es la posibilidad de adaptar el programa de rehabilitación en tiempo real. Ya no es necesario esperar a la siguiente visita para ajustar la intensidad o el tipo de ejercicio: los datos diarios permiten hacer microajustes con una precisión clínica. En el caso de la rehabilitación cardiovascular, por ejemplo, el uso de bandas torácicas como Polar H10 o sensores como Hexoskin permite analizar la respuesta al ejercicio aeróbico. Si el paciente presenta una respuesta anormal (taquicardia inadecuada, descenso súbito de SpO₂, disminución de la VFC), se puede



modificar la carga prescrita, detener el ejercicio o recomendar una revisión médica inmediata.

Supongamos que una paciente en rehabilitación por cáncer de mama tras mastectomía utiliza un sensor de movimiento en la muñeca y el hombro, y se detecta una caída del rango articular durante una serie de ejercicios. El sistema identifica la desviación respecto de su línea base y reduce automáticamente la intensidad del entrenamiento, mientras envía una notificación al fisioterapeuta. Esta intervención temprana evita dolor, desmotivación y posibles recaídas.

La motivación y la adherencia son desafíos comunes en cualquier programa de rehabilitación, especialmente cuando el paciente no percibe una mejora inmediata. Los *wearables*, gracias al *biofeedback*, a la visualización de progresos y a la posibilidad de establecer objetivos personalizados, fomentan una participación más activa del usuario en su recuperación. Sistemas como SWORD Health, Physitrack o plataformas como RehabGuru e Hinge Health ofrecen al paciente gráficos diarios de evolución, recordatorios de ejercicios y mensajes motivacionales, lo que incrementa el cumplimiento terapéutico. Por ejemplo, una persona con una rotura del tendón de Aquiles utiliza un sensor de presión plantar y una aplicación que le indica si está cargando de forma equilibrada ambas piernas. Esta retroalimentación inmediata reduce su ansiedad, mejora la ejecución técnica y disminuye los tiempos de recuperación al evitar compensaciones inadecuadas.

La rehabilitación tradicional, centrada en clínicas y centros hospitalarios, impone barreras de acceso para muchos pacientes, ya sea por razones geográficas, económicas o logísticas. Gracias a la monitorización continua, ahora es posible llevar el tratamiento al hogar, con seguimiento profesional remoto que mantiene altos estándares de calidad. Este enfoque, conocido como telerehabilitación, ha demostrado ser tan efectivo como la rehabilitación presencial en muchas condiciones, y con frecuencia mejora la continuidad y duración del tratamiento. Plataformas como Thrive Health, Zentra o PhysiApp permiten la integración de datos en tiempo real, llamadas de seguimiento, cuestionarios clínicos digitales y almacenamiento seguro de la evolución clínica.

Pacientes con ictus en fases tempranas pueden beneficiarse de sesiones domiciliarias controladas de forma remota mediante dispositivos como NeuroNode Trilogy o sistemas de realidad aumentada combinados con sensores inerciales. Esto reduce la necesidad de transporte, estimula la neuroplasticidad y permite una personalización profunda en función de la evolución motora y cognitiva del paciente.

En el ámbito del rendimiento deportivo, los *wearables* son fundamentales no solo en la fase de recuperación, sino también en el retorno progresivo a la competición. Detectan desequilibrios musculares, variabilidad neuromuscular y niveles de fatiga acumulada que podrían desencadenar una recaída si no se controlan. Los datos de plataformas como Catapult, Kinexon, StatSports o Whoop permiten tomar decisiones basadas en evidencia



para reintegrar al atleta de forma segura. Combinando datos objetivos con escalas subjetivas de esfuerzo (RPE), se puede construir un perfil de recuperación único y adaptado a cada fase.

Colaboración con profesionales de la salud

La transformación digital en el ámbito de la salud no solo ha redefinido el acceso a la información y la autonomía del paciente, sino que también ha generado un cambio estructural en la manera en que los profesionales de la salud interactúan con sus pacientes y gestionan su tratamiento. La monitorización continua a través de tecnologías *wearables* ha abierto nuevas oportunidades de colaboración, creando un ecosistema donde los datos en tiempo real fluyen bidireccionalmente entre usuario y profesional. Este proceso, sin embargo, no es meramente técnico: supone una reconfiguración profunda del rol del profesional sanitario, del papel del paciente, y de los sistemas de atención sanitaria en su conjunto.

Tradicionalmente, los historiales médicos han estado limitados a registros esporádicos, obtenidos durante las visitas médicas o pruebas diagnósticas puntuales. Esto generaba lagunas de información sobre el estado real del paciente en su vida cotidiana. Con la llegada de los dispositivos *wearables*, ahora es posible incorporar a la historia clínica una narrativa continua del cuerpo, alimentada minuto a minuto por datos como la frecuencia cardíaca, la glucemia, el patrón de sueño, la actividad física, la oxigenación periférica o el nivel de estrés percibido.

Esta integración de datos no se limita a una visualización pasiva. Como ya hemos comentado anteriormente, plataformas clínicas avanzadas están empezando a utilizar **inteligencia artificial (IA) y algoritmos de apoyo a la decisión clínica** para interpretar los datos recogidos y sugerir intervenciones específicas. Veamos algunos ejemplos.

- Un paciente con diabetes tipo 2, monitorizado con un sistema como **Dexcom G7** o **Freestyle Libre**, puede compartir sus datos con el endocrinólogo en tiempo real. La plataforma analiza tendencias como la variabilidad glucémica nocturna, el impacto de las comidas y el efecto del ejercicio, sugiriendo cambios en la dosificación de insulina o ajustes en la dieta.
- En pacientes con insuficiencia cardíaca, los datos de frecuencia cardíaca en reposo, variabilidad y saturación de oxígeno recogidos por *smartwatches* o parches como **BioSticker** (BioIntelliSense) permiten detectar signos de descompensación días antes de que aparezcan los síntomas, posibilitando intervenciones preventivas.

Esta información puede integrarse en sistemas hospitalarios como **Epic, Cerner** u **OpenMRS**, permitiendo que todos los miembros del equipo multidisciplinario (médicos, enfermeros, fisioterapeutas, psicólogos, nutricionistas) accedan a la misma base de datos enriquecida, lo que reduce errores, duplica la eficiencia y mejora la coordinación del cuidado.

La telemedicina ha emergido como uno de los grandes avances de la última década, potenciado exponencialmente por la pandemia de COVID-19. Aunque inicialmente fue una solución de contingencia, hoy en día representa un modelo complementario y, en muchos casos, preferente para el seguimiento de pacientes crónicos, la prevención, la educación sanitaria y la atención primaria.

La combinación de *wearables* y plataformas de telemedicina ha permitido que profesionales de la salud no solo consulten datos en remoto, sino que también realicen intervenciones personalizadas en tiempo real, optimizando la respuesta clínica. Algunos ejemplos de esto son los siguientes:

- **Programas de rehabilitación cardíaca o pulmonar en casa.** El paciente realiza ejercicio bajo supervisión remota mientras un dispositivo monitoriza su frecuencia cardíaca, saturación y esfuerzo percibido. En caso de desviaciones, el terapeuta puede ajustar la carga de trabajo al instante.
- **Consultas virtuales basadas en datos previos al encuentro:** antes de la cita, el médico recibe un informe automático generado por los datos del *wearable*, que identifica anomalías o tendencias preocupantes. Esto permite centrar la consulta en lo realmente importante y optimizar el tiempo.
- **Teleseguimiento nutricional y psicológico:** los dispositivos que miden la ingesta calórica, el nivel de actividad física o incluso el estado emocional (como el *mood tracking*) facilitan un acompañamiento mucho más fino de los procesos de cambio de conducta, tan importantes en enfermedades como la obesidad, la depresión o los trastornos metabólicos.

Plataformas como **Teladoc Health, Doximity, Amwell**, o versiones más locales como **Top Doctors**, permiten integrar calendarios clínicos, recetas electrónicas, llamadas encriptadas y dashboards fisiológicos en una única interfaz. Esto fortalece el vínculo paciente-profesional incluso en contextos geográficamente desfavorables.

La posibilidad de compartir datos biométricos y clínicos plantea también retos éticos, legales y de gobernanza que no pueden ignorarse. La colaboración profesional no debe comprometer la privacidad del paciente ni generar nuevas formas de exclusión o discriminación. Los marcos regulatorios, como el **Reglamento General de Protección de Datos (GDPR)** en la Unión Europea o la **Ley HIPAA** en Estados Unidos, establecen



directrices claras sobre el consentimiento, el almacenamiento seguro y el uso restringido de datos sanitarios. Sin embargo, muchos países de ingresos bajos o medios aún carecen de normativas robustas, lo que pone en riesgo la confianza en estas tecnologías. Además, hay una asimetría digital importante que debe abordarse: no todos los pacientes tienen el mismo nivel de alfabetización digital ni acceso a dispositivos de calidad o conectividad estable. El papel del profesional de la salud también implica educar, acompañar y garantizar que el uso de estos dispositivos no profundice brechas, sino que las cierre.

Casos de éxito y aplicaciones emergentes

La colaboración eficaz entre profesionales de la salud y pacientes, mediada por *wearables*, ya está mostrando resultados tangibles en programas pilotos y ensayos clínicos. Algunos ejemplos incluyen los siguientes:

- En **Suecia**, programas de seguimiento remoto para pacientes con EPOC han reducido las hospitalizaciones en un 40 % mediante la detección temprana de exacerbaciones respiratorias usando *wearables* de oximetría y sensores de respiración.
- En **Canadá**, un proyecto de manejo de la diabetes tipo 1 en adolescentes combinó CGM, coaching remoto y consultas virtuales, aumentando significativamente la adherencia al tratamiento y reduciendo episodios de hipoglucemia severa.
- En **España**, hospitales públicos como el Clínic de Barcelona o La Paz en Madrid están implementando proyectos piloto para integrar datos de *wearables* en la historia clínica y usarlos como indicadores de riesgo en atención primaria.

En resumen, el uso de *wearables* y plataformas de monitorización continua está permitiendo que los profesionales de la salud pasen de ser interventores episódicos a socios constantes en el proceso de salud del paciente. Este modelo colaborativo redefine la atención médica no solo como un acto clínico, sino como una experiencia de acompañamiento diario, donde el dato digital no sustituye al juicio humano, sino que lo potencia. El reto actual ya no es solo tecnológico: es formativo, cultural y estructural. Requiere preparar a los profesionales para interpretar datos en nuevos contextos, construir relaciones terapéuticas más horizontales y garantizar una infraestructura digital que respete la equidad, la seguridad y la confidencialidad. Estos temas serán tratados en el siguiente bloque.



Unidad 2. Consideraciones éticas y de privacidad

Protección de datos personales y sensibles

La integración de tecnologías *wearables* en la salud y el bienestar ha revolucionado la forma en que se recopilan, almacenan y gestionan datos fisiológicos y clínicos. Sin embargo, esta gran capacidad para generar y transmitir información personal altamente sensible plantea importantes desafíos en materia de protección de datos. La privacidad y la seguridad de estos datos no son solo un requisito legal, sino un pilar fundamental para garantizar la confianza de los usuarios, la ética profesional y la efectividad del sistema sanitario en su conjunto.

Los dispositivos *wearables* capturan un amplio espectro de datos biométricos y de comportamiento: frecuencia cardíaca, niveles de glucosa, patrones de sueño, localización geográfica, niveles de actividad física e incluso señales electrofisiológicas como el ECG. Cuando estos datos se integran con información clínica, como diagnósticos, tratamientos y resultados de laboratorio, conforman un conjunto extremadamente sensible que puede revelar aspectos íntimos del estado físico y emocional de la persona. Esta sensibilidad hace que la protección de los datos recogidos no sea una cuestión menor, sino un mandato imperativo, dado que su mal uso o filtración puede ocasionar desde violaciones a la privacidad hasta consecuencias graves, como discriminación, estigmatización o exclusión social.

Para salvaguardar estos derechos, existen regulaciones internacionales y nacionales que establecen requisitos estrictos para el tratamiento de datos personales en el sector salud y, en particular, para los datos electrónicos generados por tecnologías *wearables*.

Reglamento General de Protección de Datos (GDPR)

En Europa, el GDPR —en vigor desde 2018— es la normativa más estricta y completa en materia de protección de datos personales. Entre sus principios más importantes se destacan los siguientes.

- **Minimización de datos.** Solo se deben recopilar los datos estrictamente necesarios para el propósito legítimo declarado.
- **Consentimiento explícito:** los usuarios deben otorgar un consentimiento claro y libre para el procesamiento de sus datos, con posibilidad de revocarlo en cualquier momento.
- **Derecho a la portabilidad:** los usuarios pueden solicitar una copia de sus datos en formato legible y transferirlos a otros proveedores.



- **Transparencia:** las organizaciones deben informar con claridad y de manera accesible sobre qué datos se recogen, para qué fines y durante cuánto tiempo.
- **Seguridad:** se requiere la implementación de medidas técnicas y organizativas adecuadas para proteger los datos contra accesos no autorizados, pérdida o alteración.
- **Notificación de brechas:** en caso de incidentes de seguridad, las entidades están obligadas a comunicarlo a las autoridades y a los afectados en plazos estrictos.

El GDPR se aplica a cualquier organización que procese datos de residentes en la Unión Europea, independientemente de dónde esté ubicada.

Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)

En Estados Unidos, la HIPAA establece normas para la protección de información sanitaria protegida (PHI, por sus siglas en inglés). Para los datos generados por wearables en contextos clínicos o que se integran en sistemas sanitarios, HIPAA exige los siguientes requisitos:

- **Confidencialidad y seguridad.** Protección técnica y administrativa de la PHI.
- **Acceso restringido:** solo personal autorizado puede acceder a los datos.
- **Auditorías y trazabilidad:** registro de accesos y modificaciones para garantizar responsabilidad.
- **Formación:** personal capacitado para manejar datos con confidencialidad.

Aunque HIPAA está orientada principalmente a proveedores de servicios de salud y aseguradoras, su alcance ha ido extendiéndose a desarrolladores y proveedores de dispositivos cuando manejan PHI. Más allá del cumplimiento normativo, la protección efectiva de los datos requiere la adopción de un conjunto de buenas prácticas a lo largo de todo el ciclo de vida de la información, desde la captura hasta el almacenamiento, análisis y eventual destrucción o anonimización. A continuación detallamos estas prácticas recomendadas.

1. Diseño y desarrollo con enfoque en privacidad (*privacy by design*). Las soluciones tecnológicas deben incorporar la privacidad desde la concepción, lo que implica:

- recoger solo los datos imprescindibles para la función específica del dispositivo o aplicación;
- implementar controles de acceso robustos, incluyendo autenticación multifactor para usuarios y profesionales;



- encriptar los datos tanto en tránsito como en reposo, asegurando que, en caso de interceptación o robo, la información sea inaccesible;
- realizar evaluaciones continuas de riesgos y vulnerabilidades para anticipar y mitigar posibles brechas.

2. Consentimiento informado y control del usuario

Los usuarios deben ser plenamente conscientes y capaces de gestionar qué datos están compartiendo, con quién y para qué. Esto implica:

- interfaces claras y comprensibles para la aceptación o rechazo de permisos;
- posibilidad de retirar el consentimiento sin penalización;
- herramientas para consultar, modificar o eliminar sus datos.

3. Gestión segura de terceros. Muchas plataformas integran servicios de almacenamiento en la nube, análisis de datos o comunicaciones con terceros. Es fundamental que todos los proveedores cumplan con estándares equivalentes o superiores de protección de datos, estableciendo contratos y auditorías para garantizar el cumplimiento.

d) Transparencia y auditoría continua. Se recomienda mantener registros detallados de acceso y uso de datos, facilitando auditorías internas y externas. Además, las organizaciones deben ser proactivas en informar a los usuarios sobre cómo y cuándo se usan sus datos, fomentando la confianza.

A pesar del notable progreso en materia regulatoria y de las innovaciones tecnológicas para proteger la privacidad de los usuarios, existen desafíos que siguen limitando la eficacia y el alcance de estas medidas. Estos retos requieren atención continua y enfoques multidisciplinarios para garantizar un entorno seguro y confiable para la monitorización continua mediante dispositivos *wearables*.

Entre los principales desafíos se encuentran los siguientes:

- La heterogeneidad regulatoria entre países.
- La inmediatez de la innovación tecnológica.
- La educación insuficiente de usuarios y profesionales sobre riesgos y derechos digitales.
- La vulnerabilidad ante ciberataques.

A continuación explicamos cada uno de ellos.

Uno de los principales desafíos a nivel global es la fragmentación normativa que existe entre distintos países y regiones. Mientras que en Europa el GDPR establece un marco robusto y homogéneo para la protección de datos, en otras regiones las regulaciones pueden ser menos estrictas, estar menos desarrolladas o simplemente ser muy diferentes en sus requisitos. Esta disparidad complica la interoperabilidad de sistemas y el intercambio seguro de datos de salud entre organizaciones internacionales, proveedores y plataformas tecnológicas. Por ejemplo, una empresa que provee servicios de monitorización continua a nivel global debe navegar múltiples marcos regulatorios, cada uno con sus propias exigencias en materia de consentimiento, almacenamiento, transferencia internacional de datos y derechos de los usuarios. Esta complejidad puede ralentizar la innovación, elevar los costos operativos y, en algunos casos, dejar zonas grises legales que ponen en riesgo la privacidad del usuario.

Otro problema es el ritmo acelerado con el que evolucionan las tecnologías digitales, especialmente en el ámbito de los *wearables* y la inteligencia artificial, que muchas veces supera la capacidad de adaptación y actualización de los marcos regulatorios existentes. Nuevas funcionalidades, como el análisis predictivo basado en *aprendizaje automático* o la integración con sistemas de telemedicina, pueden generar riesgos o dilemas éticos no contemplados en las normativas vigentes. Esta brecha temporal entre innovación y regulación puede provocar incertidumbre tanto para desarrolladores como para usuarios, además de posibles vacíos legales que dificultan la protección efectiva de los datos. Por ello, es imprescindible que las autoridades regulatorias adopten enfoques más ágiles y colaborativos, incluyendo la participación activa de expertos tecnológicos, profesionales de la salud y representantes de los usuarios para anticipar y responder a los cambios.

Otro desafío fundamental es la falta de conocimiento adecuado sobre riesgos digitales, derechos de privacidad y buenas prácticas de seguridad, tanto entre los usuarios finales como entre los profesionales que interactúan con estas tecnologías. Muchos usuarios no comprenden completamente qué datos están compartiendo, con qué finalidad ni cómo pueden ejercer control sobre su información. Esta falta de información limita su capacidad para tomar decisiones informadas y aumenta la vulnerabilidad ante posibles abusos. Por otro lado, profesionales de la salud y gestores de sistemas sanitarios a menudo carecen de formación específica en gestión de datos digitales y ciberseguridad, lo que puede derivar en prácticas deficientes o en el incumplimiento de normativas. Para abordar este déficit, es crucial implementar programas educativos y campañas de sensibilización que aborden estos temas de manera clara y accesible, fomentando una cultura de responsabilidad y transparencia.

Finalmente, la creciente sofisticación de los ciberataques representa una amenaza constante para la privacidad y seguridad de los datos generados por dispositivos



wearables. Los *hackers* emplean técnicas avanzadas como *ransomware*, *phishing* dirigido o explotación de vulnerabilidades de *software* para acceder a información sensible o incluso alterar datos médicos, lo que puede tener consecuencias críticas para la salud del paciente. La proliferación de dispositivos conectados y la complejidad de las redes implican que un solo punto débil puede comprometer todo un sistema. Por ello, la protección debe ir más allá de simples medidas técnicas, incluyendo también políticas robustas de gestión de incidentes, formación continua de usuarios y personal, y colaboración entre sectores público y privado para compartir inteligencia y reforzar defensas.

Para hacer frente a estos retos, se están desarrollando nuevas estrategias como el uso de *blockchain* para garantizar la integridad y trazabilidad de los datos, la implementación de modelos federados de aprendizaje automático que no requieren centralizar información sensible, y marcos de gobernanza colaborativa que involucren a usuarios, profesionales y reguladores.

En conclusión, la protección de datos personales y sensibles en el contexto de la monitorización continua mediante *wearables* es un desafío complejo que requiere la combinación de un marco normativo riguroso, la adopción de prácticas técnicas y organizativas responsables, y un compromiso ético firme con la privacidad y la dignidad de cada individuo. Solo así será posible consolidar un sistema de salud digital que realmente potencie el bienestar sin comprometer los derechos fundamentales.

Consentimiento informado y transparencia

En el ámbito de la monitorización continua a través de dispositivos *wearables*, el consentimiento informado y la transparencia constituyen dos principios fundamentales para asegurar que los usuarios comprendan completamente cómo se recopilan, gestionan y utilizan sus datos personales y sensibles. En un contexto en el que la salud digital y las tecnologías conectadas ganan protagonismo, estos aspectos no solo cumplen una función legal, sino que también resultan esenciales para construir y mantener la confianza entre los usuarios, los proveedores de tecnología y los profesionales sanitarios.

Para que el consentimiento sea realmente informado, la comunicación dirigida al usuario debe ser clara, accesible y libre de tecnicismos innecesarios. Con frecuencia, las políticas de privacidad y los términos de uso asociados a los dispositivos *wearables* están redactados en un lenguaje técnico o legal complejo, lo que dificulta la comprensión real de lo que implica el consentimiento. Esto puede llevar a que los usuarios acepten las condiciones sin entender plenamente las implicaciones para su privacidad, lo que contraviene el espíritu del consentimiento informado.

Un ejemplo práctico de buena comunicación se observa en algunas plataformas como Apple Health o Fitbit, que utilizan interfaces intuitivas para explicar qué datos se están



recolectando, por qué, y qué se hará con ellos. Por ejemplo, al usar un monitor de glucosa conectado, la app puede informar al usuario que sus datos serán usados para detectar patrones glicémicos y enviar alertas en caso de hipoglucemia, pero que no serán compartidos con terceros sin autorización explícita.

También es fundamental explicar qué datos se recogen directamente (frecuencia cardíaca, actividad física, niveles de glucosa, temperatura corporal, ubicación, etc.) y cuáles se derivan de la interpretación de estos (niveles de estrés, riesgos de fatiga, predicción de episodios de enfermedad). Por ejemplo, un *wearable* que monitoriza la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) puede indicar riesgos potenciales de sobreentrenamiento, pero debe dejar claro si estos datos se emplean solo para informar al usuario o si también se comparten con su entrenador o médico. Además, la transparencia debe incluir detalles sobre la duración del almacenamiento de los datos, las condiciones para su eliminación, y los posibles usos secundarios como investigaciones clínicas o mejoras del producto, siempre con el consentimiento explícito y fácilmente reversible. En aplicaciones como las usadas en telemedicina, se deben informar los canales de comunicación seguros empleados para enviar los datos y los protocolos de encriptación que protegen la información durante la transmisión.

Garantizar los derechos de los usuarios sobre su información es un requisito legal fundamental bajo normativas como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa o la Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) en Estados Unidos. Sin embargo, su importancia trasciende lo legal y se convierte en un elemento clave para empoderar a las personas en el manejo de su propia salud.

Los usuarios tienen derecho a acceder a todos los datos personales que generan sus dispositivos wearables, pudiendo revisarlos, descargarlos, corregir errores o solicitar su eliminación. Por ejemplo, un paciente con diabetes puede acceder a su histórico completo de niveles de glucosa, actividad física y nutrición para analizar junto a su equipo médico la efectividad de su tratamiento. Plataformas como Dexcom o FreeStyle Libre permiten descargar estos datos en formatos compatibles con programas médicos y aplicaciones de análisis, facilitando así un seguimiento más personalizado.

El derecho a la portabilidad de datos es también crucial, ya que permite a los usuarios transferir su información entre distintas aplicaciones o dispositivos sin perder continuidad. Esto es especialmente importante en pacientes que cambian de proveedor de salud o que usan diferentes plataformas tecnológicas para monitorear aspectos diversos de su salud. Por ejemplo, un corredor que utiliza un smartwatch para actividad física puede querer integrar esa información con una app de nutrición o con un sistema hospitalario para un análisis integral.

Además, el consentimiento debe ser dinámico y revocable en cualquier momento. Esto implica que el usuario puede modificar sus preferencias sobre qué datos compartir y con quién, sin perder el acceso a los servicios básicos. Por ejemplo, una persona puede decidir



dejar de compartir sus datos de sueño con su entrenador personal, pero mantenerlos accesibles para su médico. Para facilitar esto, las plataformas deben contar con interfaces intuitivas que permitan gestionar fácilmente estos permisos, evitando procesos burocráticos o poco claros.

Ejemplos prácticos de consentimiento y transparencia

- **Apple Health y ResearchKit:** Apple utiliza mecanismos de consentimiento claros y personalizados para proyectos de investigación, donde los usuarios deciden qué datos quieren compartir y pueden retirarlos en cualquier momento. Además, explican con detalle el uso que se dará a la información para garantizar transparencia total.
- **Fitbit y su política de privacidad:** Fitbit proporciona desgloses claros en su app sobre qué datos recolecta, cómo los usa para mejorar la experiencia del usuario y los derechos que este tiene, como acceso, rectificación y eliminación de datos.
- **Telemedicina y wearables:** en plataformas de telemedicina que usan datos de wearables, como Teladoc o Amwell, se informa al usuario de manera explícita sobre qué información será compartida con los profesionales sanitarios, los protocolos de seguridad y las opciones para limitar el acceso, fomentando un consentimiento informado y consciente.

El consentimiento informado y la transparencia no son solo obligaciones legales, sino responsabilidades éticas que reflejan el respeto por la autonomía y la dignidad de los usuarios. En un escenario donde las tecnologías de monitorización pueden ofrecer beneficios importantes para la salud, la confianza del usuario es un elemento insustituible para asegurar la efectividad y la aceptación de estas innovaciones.

Por otro lado, un manejo transparente y respetuoso del consentimiento contribuye a evitar la fatiga del usuario o la desconfianza, factores que pueden llevar al abandono del uso del *wearable* o al incumplimiento en la monitorización, lo que perjudica la calidad de los datos y, en consecuencia, los resultados clínicos. Además, garantizar la comprensión y el control sobre el uso de los datos puede empoderar al usuario, permitiéndole no solo ser receptor pasivo de información, sino también un agente activo en la gestión de su salud, lo que promueve un modelo de cuidado más participativo y personalizado.

Implicaciones éticas en la monitorización constante

La monitorización continua de parámetros fisiológicos y de comportamiento a través de dispositivos *wearables* abre una nueva etapa en el cuidado de la salud. Sin embargo, este avance también conlleva una serie de implicaciones éticas que requieren análisis y reflexión. Aunque las oportunidades son indiscutibles —mejora del diagnóstico, prevención personalizada, optimización del tratamiento, empoderamiento del



paciente—, también surgen riesgos asociados a la vigilancia constante, la deshumanización del cuidado, la pérdida de autonomía y la creciente dependencia tecnológica. Por tanto, es fundamental establecer un equilibrio ético entre los beneficios y los posibles riesgos de estas prácticas, sin frenar el progreso tecnológico, pero asegurando que este avance no comprometa los derechos, el bienestar emocional ni la libertad del usuario.

Entre los beneficios más evidentes del monitoreo constante, podemos mencionar los siguientes:

- **Prevención temprana.** *Wearables* pueden detectar patrones anormales antes de que se manifiesten clínicamente. Por ejemplo, un aumento progresivo de la frecuencia cardíaca en reposo o una caída sostenida en la variabilidad de la frecuencia cardíaca pueden anticipar una infección o sobreentrenamiento.
- **Intervenciones oportunas:** los dispositivos conectados pueden enviar alertas automáticas a familiares o servicios de emergencia en caso de caídas, arritmias o hipoglucemias, como ocurre con dispositivos como el Apple Watch o sensores de glucosa como Dexcom.
- **Mayor adherencia al tratamiento:** la retroalimentación constante, los recordatorios y el registro automático de datos favorecen que los pacientes cumplan con pautas médicas o de entrenamiento.
- **Autonomía y autoeficacia:** los usuarios pueden tomar decisiones más informadas, desde cuándo hacer ejercicio hasta cómo modificar su dieta, en función de datos en tiempo real.

Sin embargo, también existen riesgos éticos que deben considerarse:

- **Hipervigilancia y ansiedad de salud (*health anxiety*).** El acceso constante a métricas corporales puede generar una percepción patológica del cuerpo como objeto de vigilancia permanente. Personas con tendencias ansiosas pueden obsesionarse con variaciones fisiológicas menores, interpretándolas como amenazas, lo que podría derivar en trastornos como la cibercondría o la somatización. Por ejemplo, un individuo que revisa continuamente sus niveles de saturación de oxígeno a través de un *wearable*, interpretando fluctuaciones normales como síntomas de una patología grave, puede desarrollar una dependencia del dispositivo y experimentar ansiedad innecesaria.
- **Falsos positivos o datos inexactos.** Aunque los *wearables* son cada vez más precisos, siguen presentando limitaciones. Una mala calibración, una lectura errónea por movimiento o interferencias pueden generar falsas alarmas que deriven en intervenciones médicas innecesarias, con la consiguiente sobrecarga



para el sistema de salud. Por ejemplo, un paciente con fibrilación auricular controlada podría recibir una alerta de «frecuencia cardíaca irregular» no confirmada clínicamente, lo que causaría estrés y motivaría consultas médicas innecesarias.

- **Pérdida de la autonomía médica tradicional.** Los datos pueden desplazar la escucha activa y el juicio clínico si los profesionales se enfocan en métricas más que en síntomas y contexto. Este fenómeno, conocido como «dataísmo clínico», puede despersonalizar el cuidado. Por ejemplo, un médico que ajusta un tratamiento únicamente en función de un patrón de datos recogidos por un *wearable*, sin conversar con el paciente sobre su contexto emocional, hábitos o síntomas subjetivos, puede incurrir en errores clínicos importantes.

Uno de los riesgos más insidiosos de la monitorización constante es la **tecnodependencia**. A medida que los usuarios delegan funciones de autocuidado en dispositivos inteligentes, pueden perder la capacidad de autorregulación intuitiva. En lugar de aprender a reconocer sus propias señales fisiológicas (hambre, fatiga, estrés), algunos individuos esperan confirmación externa para actuar.

Entre las manifestaciones comunes de esta dependencia se encuentran la necesidad de consultar el *wearable* antes de tomar decisiones cotidianas —como preguntarse «¿debería entrenar hoy?», o «¿dormí lo suficiente?»—; la aparición de ansiedad o sensación de vulnerabilidad al olvidar el dispositivo o si se agota la batería; y la alteración de rutinas naturales para cumplir con métricas impuestas por algoritmos, como pasos diarios o minutos de sueño profundo, incluso cuando esto compromete el bienestar personal.

Por ejemplo, un deportista *amateur* que entrena más de lo necesario para alcanzar un objetivo impuesto por su aplicación —como cerrar todos los «anillos de actividad»— puede caer en una espiral de sobreentrenamiento y fatiga crónica. Otro caso sería el de una persona que decide no salir a caminar porque su dispositivo no se ha sincronizado correctamente y teme que la actividad no «cuenta».

Ahora bien, ¿cómo se puede prevenir esta dependencia? A continuación, presentamos algunas recomendaciones.

- **Educación digital crítica.** Incluir módulos de alfabetización digital en programas de salud y deporte, explicando qué significan realmente los datos, sus limitaciones y el rol complementario que deben tener respecto a la percepción corporal.



- **Diseño centrado en el usuario y la ética.** Los desarrolladores pueden incluir pausas activas, mensajes de autorreflexión o límites para evitar la sobredependencia. Por ejemplo, establecer notificaciones que sugieran desconectar del dispositivo durante el fin de semana o que feliciten no solo la actividad física, sino también el descanso o la introspección.
- **Integración con el juicio humano.** Recordar siempre que los datos deben complementar, no reemplazar, la intuición, la comunicación interpersonal y el criterio clínico. Los wearables no deben ser una fuente única de verdad.

En consecuencia, la ética de la monitorización constante no consiste en rechazar la tecnología, sino en integrar de manera crítica, humana y contextualizada. Es esencial entender que los wearables son herramientas valiosas, pero deben utilizarse con cautela, sentido común y una sólida base ética. Garantizar un equilibrio entre la utilidad de los datos y la preservación de la autonomía individual es clave para que estas tecnologías realmente potencien la salud sin comprometer valores fundamentales como la libertad, la privacidad y el bienestar emocional. El reto está en diseñar no solo dispositivos inteligentes, sino también ecosistemas de salud digital inteligentes, que respeten la diversidad humana, promuevan la responsabilidad compartida y empoderen a las personas sin generar una nueva forma de dependencia o desigualdad.

Responsabilidad social y equidad en el acceso

A medida que las tecnologías *wearables* se consolidan como herramientas clave en la monitorización de la salud, la promoción del bienestar y la personalización de intervenciones médicas, surge una cuestión ética y social fundamental: ¿quiénes tienen realmente acceso a estas tecnologías y a sus beneficios? En un mundo donde el desarrollo digital avanza a velocidades exponenciales, el riesgo de que estas innovaciones amplíen las desigualdades ya existentes es una preocupación creciente. Por ello, la equidad digital y la responsabilidad social se han convertido en pilares imprescindibles de cualquier estrategia de implementación tecnológica en salud.

La inclusión real y la equidad en el acceso no solo implican poner dispositivos en manos de más personas, sino también garantizar que todos puedan usarlos, comprenderlos, confiar en ellos y beneficiarse de su uso, independientemente de su condición económica, ubicación geográfica, nivel educativo o estado de salud. Esto plantea una serie de brechas que deben reducirse al máximo posible, entre ellas, las siguientes:

1. Acceso económico

El coste de los dispositivos *wearables* de calidad sigue siendo una barrera considerable. Relojes inteligentes con sensores avanzados de salud, monitores continuos de glucosa



(CGM), bandas de frecuencia cardíaca y otros *gadgets* pueden costar cientos de euros, sin contar el precio de las suscripciones o aplicaciones asociadas. Esta realidad excluye a muchas personas en situación de vulnerabilidad económica o que viven en países de ingresos bajos o medios.

Por ejemplo, un paciente con diabetes tipo 1 en una región rural de América Latina puede no tener acceso a un sistema CGM como Dexcom G6 —un avance importante en el manejo de la glucemia— debido a su alto costo y a la falta de cobertura en los sistemas de salud pública.

2. Infraestructura y conectividad

La tecnología *wearable* está intrínsecamente vinculada al acceso a *smartphones*, conectividad estable y alfabetización digital. En muchas zonas rurales, no existe cobertura de red suficiente o las personas no disponen de dispositivos compatibles para sincronizar y analizar los datos.

Por ejemplo, un programa de prevención cardiovascular que depende del análisis remoto de la frecuencia cardíaca mediante *smartwatches* puede resultar ineficaz en comunidades donde apenas hay conexión a internet o suministro eléctrico continuo.

3. Barreras culturales y educativas

La complejidad de algunos dispositivos o interfaces puede excluir a personas mayores, con baja escolaridad o que no están familiarizadas con el uso de tecnología. Además, los materiales informativos suelen estar disponibles únicamente en inglés o redactados en un lenguaje técnico, lo que dificulta una comprensión real y una apropiación significativa de la herramienta.

Por ejemplo, personas mayores con riesgo de caídas podrían beneficiarse del uso de sensores de movimiento y geolocalización, pero muchas no logran utilizarlos de forma autónoma debido a la falta de formación específica o a que los dispositivos no están diseñados considerando sus necesidades sensoriales y cognitivas.

Otro tema importante relacionado con la equidad es el acceso de las personas mayores a estas tecnologías. Se trata de una de las poblaciones que más pueden beneficiarse de la monitorización continua —detección de caídas, seguimiento de parámetros cardiovasculares, control de la actividad física, mejora del sueño—, pero que también enfrentan múltiples barreras para adoptarla. Para entender esta situación, pensemos en el caso de algunos proyectos piloto en Escandinavia que han desarrollado *wearables* con diseño amigable para personas mayores. Estos dispositivos incorporan interfaces simples, alertas auditivas claras y botones grandes, y se integran en programas de

teleasistencia domiciliaria. Además, contemplan la formación de cuidadores y el seguimiento por parte de personal sanitario, lo que ha demostrado mejorar tanto la adherencia como los resultados en salud.

Por otro lado, las personas con discapacidad física o cognitiva requieren soluciones específicas que adapten tanto el diseño del *hardware* como la usabilidad del *software*. Esto implica incorporar principios de diseño universal y accesibilidad digital desde las primeras etapas de desarrollo. A modo de ejemplo, puede mencionarse el caso de algunas *startups* que han comenzado a implementar sensores de movimiento y electromiografía (EMG) en personas con parálisis parcial, con el fin de monitorizar la actividad muscular residual y apoyar terapias de neurorehabilitación. Sin embargo, aún persisten muchas limitaciones para garantizar una accesibilidad verdaderamente universal.

El caso de las etnias y comunidades indígenas representa otro gran obstáculo para garantizar la equidad. Estas poblaciones suelen estar subrepresentadas en estudios clínicos, ensayos tecnológicos y procesos de diseño de productos digitales. Como consecuencia, se generan dispositivos que no responden adecuadamente a sus particularidades culturales, lingüísticas o incluso fisiológicas. Una situación ilustrativa es la de los algoritmos de detección de saturación de oxígeno en ciertos oxímetros de pulso, que han mostrado menor precisión en personas con piel más oscura. Esta limitación puede acarrear consecuencias clínicas graves. Abordar este problema requiere ampliar la representatividad en los estudios y aplicar enfoques de justicia algorítmica.

El uso de *wearables* también puede ofrecer beneficios importantes durante el embarazo, al facilitar el seguimiento de signos vitales, sueño, estrés o glucemia. Sin embargo, la oferta de dispositivos específicamente diseñados para esta etapa aún es escasa, y muchos sistemas de salud no han incorporado estas herramientas a sus programas de atención materna. Para ilustrar esta situación, puede señalarse que algunos dispositivos como *Oura Ring* o *Fitbit* han empezado a ofrecer métricas adaptadas al ciclo menstrual y a los cambios fisiológicos del embarazo. No obstante, la integración efectiva con servicios médicos sigue siendo limitada.

Estos obstáculos pueden superarse mediante distintas estrategias, como las siguientes:

- **Financiación pública y subsidios.** Los gobiernos deben considerar la inclusión de tecnologías *wearables* dentro de los sistemas de salud pública, especialmente para enfermedades crónicas. Así como hoy se entregan tensiómetros o tiras reactivas, podrían entregarse monitores de actividad o sensores de glucosa.

- **Diseño accesible e inclusivo.** Las empresas deben desarrollar productos cocreados con usuarios de diversas edades, niveles educativos, capacidades físicas y orígenes culturales, promoviendo un diseño centrado en la equidad.
- **Educación digital para la salud.** Implementar campañas educativas dirigidas tanto a usuarios como a profesionales sanitarios para mejorar el uso crítico y empoderado de estas herramientas.
- **Alianzas público-privadas.** Colaboraciones entre gobiernos, universidades, ONG y empresas tecnológicas pueden generar proyectos sostenibles que distribuyan *wearables* en comunidades marginadas, recojan datos relevantes y evalúen impactos sociales.

En definitiva, la equidad en el acceso a tecnologías *wearables* es, ante todo, una cuestión de justicia social. No se trata solo de ampliar la disponibilidad, sino de transformar las condiciones estructurales que perpetúan la exclusión digital. Las soluciones deben ser inclusivas, sostenibles y diseñadas desde la empatía, para que la transformación digital en salud no amplíe las desigualdades, sino que se convierta en una herramienta poderosa para reducirlas.

Si esta cuestión no se aborda de forma consciente y colectiva, la brecha entre quienes pueden controlar y mejorar su salud mediante tecnología y quienes no tienen esa posibilidad seguirá creciendo. En cambio, si se prioriza la equidad, los *wearables* tienen el potencial de convertirse en catalizadores de una verdadera revolución en salud pública, al servicio de todas las personas, sin dejar a nadie atrás.

Referencias

- Chan, A. H. Y., Foot, H., Pearce, C. J., Horne, R., Foster, J. M., & Harrison, J.** (2022). Effect of electronic adherence monitoring on adherence and outcomes in chronic conditions: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 17(3), e0265715. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265715>
- Natalucci, V., Marmondi, F., Biraghi, M., & Bonato, M.** (2023). The effectiveness of wearable devices in non-communicable diseases to manage physical activity and nutrition: where we are? *Nutrients*, 15(4), 913. <https://doi.org/10.3390/nu15040913>

