Plataforma en la nube para la gestión de datos de salud y ejercicio físico en pacientes oncológicos

Cloud Platform for Health and Physical Exercise Data Management in Oncology Patients

Egoitz Mojas* (Orcid: 0000-0002-3731-1975), Borja Gutiérrez-Santamaría** (Orcid: 0000-0001-6812-8316), Xabier Río* (Orcid: 0000-0001-9303-619X), Amaia Méndez-Zorrilla** (Orcid: 0000-0002-0539-4753), Aritz Badiola** (Orcid: 0000- 0002-6318-0614), Maria Soledad Arietaleanizbeaskoa*** (Orcid: 0000-0001-8747-6789), Nere Mendizbal-Gallastegui*** (Orcid: 0000-0002-3934-6362), Gonzalo Grandes*** (Orcid: 0000-0002-5217-6628), Arkaitz Castañeda-Babarro* (Orcid: 0000-0002-4568-320X), Aitor Coca**** (Orcid: 0000-0001-5355-4662)**

*Department of Physical Activity and Sport Sciences, Faculty of Education and Sport, University of Deusto, Spain; **eVida Research Lab. Faculty of Engineering. University of Deusto, Spain; *** Primary Care Research Unit of Bizkaia, Biocruces Bizkaia Health Research Institute, Barakaldo, Biscay, Spain; ****Department of Physical Activity and Sports Sciences, Faculty of Health Sciences, Euneiz University, Vitoria, Gasteiz, Alava, Spain.

*Autor para correspondencia: egoitzmojas@deusto.es

RESUMEN

Actualmente, los trabajadores sanitarios utilizan sistemas inteligentes para predecir y generar información médica relevante para la salud, lo que implica al menos cinco terabytes de datos en entornos hospitalarios basados en la nube. El compromiso y la adherencia al ejercicio en adultos mayores o con enfermedades crónicas suelen ser bajos; por lo tanto, la integración de programas de ejercicio basados en la tecnología puede tener un efecto positivo en la adherencia y la educación, ayudando a personalizar el ejercicio a través de la intercomunicación entre los profesionales involucrados con el paciente. El uso de sistemas basados en la nube puede mejorar la comunicación entre los profesionales, así como la difusión y el intercambio de información, lo que a su vez puede mejorar la forma en que se relacionan con los pacientes. Planteamiento y objetivo: el objetivo de este estudio fue diseñar, desarrollar y probar una plataforma basada en la nube para gestionar datos relacionados con la salud y un programa de ejercicio físico para pacientes con cáncer y observar su rendimiento. Conclusión: este estudio concluye que la plataforma en la nube implementada puede ser una herramienta útil y fácil de usar, que ayuda a ofrecer intervenciones individualizadas de ejercicio físico a pacientes con cáncer, educándoles en el ejercicio físico como parte de su recuperación.

Palabras clave: cáncer; promoción de la salud; equipo multidisciplinar; entrenamiento físico

ABSTRACT

Currently, healthcare workers use intelligent systems to predict and generate health-relevant medical information, involving at least five terabytes of data in cloud-based hospital settings. Engagement and adherence to exercise in older adults or those with chronic diseases are often low; therefore, the integration of technology-based exercise programs can have a positive effect on adherence and education, helping to personalize exercise through intercommunication between the professionals involved with the patient. The use of cloud-based systems can improve communication between professionals as well as the dissemination and sharing of information, which in turn can improve the way they engage with patients. Approach and objective: the objective of this study was to design, develop, and test a cloud-based platform to manage health-related data and a physical exercise program for cancer patients and to observe its performance. Conclusion: this study concludes that the implemented cloud platform can be a useful and easy-

to-use tool, which helps deliver individualized physical exercise interventions to cancer patients by educating them on physical exercise as part of their recovery.
Keywords: cancer; health promotion; multidisciplinary team; physical training

INTRODUCCIÓN

La asistencia sanitaria ha experimentado una transformación significativa en los últimos años con la llegada de los sistemas inteligentes de predicción de la salud, que desempeñan un papel fundamental a la hora de proporcionar a los profesionales sanitarios información médica de valor incalculable. Estos sistemas contribuyen decisivamente a la investigación y el diagnóstico de un gran número de enfermedades (OMS, 2023). En consecuencia, esta evolución tecnológica ha reducido la dependencia de la intuición y el juicio experimental de los profesionales sanitarios a la hora de gestionar las situaciones médicas de los pacientes. No obstante, a pesar de estos avances, persiste el riesgo de errores de diagnóstico y relacionados con los datos, que pueden poner en peligro vidas humanas (Carberry et al., 2018; Dahm et al., 2022; Lippi & Plebani, 2018). Un estudio realizado en el Reino Unido puso de relieve el inquietante hecho de que el 4,3 % de los errores de diagnóstico se producen en las consultas de atención primaria. Además, un metaanálisis estimó que en Estados Unidos se producen anualmente cerca de 250.000 errores de diagnóstico perjudiciales (Mezzani et al., 2013).

El panorama sanitario contemporáneo genera cada año la asombrosa cantidad de cinco terabytes de datos en los entornos hospitalarios. Estos datos son útiles para predecir enfermedades en nuevos pacientes que presentan síntomas similares y para detectar diversas afecciones médicas (Garg et al., 2020). Los grandes volúmenes de datos clínicos ofrecen una ventaja notable para el diagnóstico preciso y la atención preventiva, facilitando así respuestas rápidas del personal sanitario (Alamri, 2019; Scheffler & Arnold, 2019). Al aprovechar los sistemas sanitarios distribuidos basados en Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT), los recursos médicos se interconectan a través de la tecnología IoT, las bases de datos distribuidas y los sistemas de gestión de bases de datos distribuidas, lo que garantiza la prestación de servicios sanitarios fiables, eficientes e inteligentes, en particular para pacientes de edad avanzada, enfermos crónicos (Birje & Hanji, 2020) y pacientes de cáncer (Tórtola Navarro & Maciá-Andreu, 2023). Además, la inteligencia artificial ha surgido como un cambio de juego en la detección precoz de afecciones como accidentes cerebrovasculares, neumonía, cáncer de mama y otras dolencias diagnosticadas mediante datos numéricos o técnicas de imagen (Ehteshami Bejnordi et al., 2017; Rajpurkar et al., 2018; Shah et al., 2019). Recientemente, la integración de macrodatos ha demostrado ser de gran valor en los procesos de prestación de asistencia y detección de enfermedades. El análisis de macrodatos ha cobrado cada vez más importancia en el sector sanitario, ya que ofrece un amplio conjunto de herramientas para recopilar, gestionar y correlacionar las enormes cantidades de datos estructurados y no estructurados que generan los sistemas sanitarios modernos. Sin embargo, es importante reconocer que existen desafíos significativos que impiden la plena realización del potencial de big data en la atención sanitaria, incluidos los problemas relacionados con la limpieza de datos, la captura, la seguridad, la privacidad, el almacenamiento y la visualización(Shah et al., 2019). Las plataformas biomédicas a gran escala han adoptado tecnología segura de computación en la nube para analizar, integrar y almacenar datos fenotípicos, clínicos y de otros tipos. Han surgido múltiples plataformas basadas en la web que permiten a los investigadores acceder a servicios y herramientas de investigación biomédica al tiempo que apoyan la integración de datos en diferentes áreas de enfermedades (Navale et al., 2021).

Además, la aplicación de la tecnología en la nube se extiende más allá de los entornos clínicos y ofrece la promesa de agilizar los procesos de gestión médica desde ubicaciones remotas en función de las necesidades y la disponibilidad de soluciones múltiples. Este enfoque

es altamente adaptable, lo que permite su implementación en diversas áreas de gestión de datos y en diferentes niveles de gestión (Ogiela et al., 2018; Suciu et al., 2015).

En el ámbito de la investigación oncológica, las tecnologías en la nube han permitido la creación de plataformas que fomentan el intercambio de información y agilizan la generación y el análisis de los datos cargados en estas plataformas. Esta tecnología ha demostrado un éxito significativo en el contexto del avance de la investigación del cáncer (Courcelles et al., 2020; Jones et al., 2021; Reynolds et al., 2017). La recopilación y el análisis de información genómica también se han beneficiado de las tecnologías en la nube, facilitando el análisis de datos y abordando los retos relacionados con la incertidumbre y la reproducibilidad de los datos, que durante mucho tiempo han dejado perplejos a los investigadores. Las empresas han empezado a migrar sus datos a centros de computación en nube para aprovechar las ventajas de esta tecnología (Jones et al., 2021; Kaseb et al., 2021; Reynolds et al., 2017).

En esta era, las tecnologías disruptivas se han hecho omnipresentes, remodelando aspectos personales y sociales de nuestras vidas. El futuro de la prevención y la promoción de la salud está innegablemente entrelazado con la tecnología, que cada vez da más poder a los ciudadanos. Han surgido plataformas innovadoras que ofrecen multitud de opciones para mejorar la salud a través del ejercicio físico. El compromiso y la adherencia al ejercicio, especialmente entre los adultos mayores y las personas con enfermedades crónicas, han sido a menudo escasos. Sin embargo, los programas de ejercicio basados en la tecnología han demostrado ser prometedores para reforzar la adherencia al superar las barreras percibidas para el ejercicio (Valenzuela et al., 2018). Los individuos que utilizan herramientas tecnológicas muestran una mayor adherencia y una actitud más positiva hacia el cultivo de hábitos más saludables que aquellos que no incorporan la tecnología en sus rutinas de ejercicio (Wang et al., 2016). En particular, estas nuevas tecnologías mejoran significativamente la adherencia a programas de ejercicio autónomos cuando se utilizan como complemento de actividades supervisadas por profesionales (Bravata et al., 2007; Chan & Can, 2010; Fanning et al., 2012).

Los programas de ejercicio multicomponente, en los que se combinan ejercicios de fuerza y de resistencia cardiovascular aportan beneficios en los pacientes oncológicos(Dong et al., 2020), disminuyendo los efectos secundarios de los tratamientos, mejorando la adherencia y el cumplimiento del tratamiento, así como aumentando la calidad de vida en pacientes con cáncer avanzado (Rosero et al., 2020).

Además, la utilización de aplicaciones móviles ha demostrado ser ventajosa para motivar a las personas a pasar de un estilo de vida inactivo a uno activo (Harries et al., 2016; Safran Naimark et al., 2015). El impacto múltiple de la tecnología en la atención sanitaria va mucho más allá del diagnóstico y el tratamiento, alterando fundamentalmente la forma en que abordamos la salud y el bienestar en nuestro mundo moderno conectado digitalmente.

Objetivos generales

- Diseñar, desarrollar, desplegar y probar de forma piloto una plataforma en la nube para la gestión de datos relacionados con la salud y el ejercicio físico de pacientes oncológicos que forman parte de un programa de ejercicio físico individualizado y supervisado.
- Observar si la plataforma puede mejorar la comunicación entre los profesionales implicados a lo largo del programa de ejercicio físico, facilitando la interacción entre pacientes, profesionales sanitarios y profesionales del ejercicio físico.
- Educar a los pacientes en la práctica de ejercicio físico a través del conocimiento y conexión con los diferentes profesionales encargados de gestionar su salud.

Objetivos a nivel técnico

- Trabajar en la normalización de los métodos de recogida e inserción de datos de cada una de las fuentes para mejorar la calidad de los datos introducidos para su futuro tratamiento.

- Desarrollar un sistema de citas eficiente con capacidad para verificar la introducción de datos en la base y la disponibilidad de los mismos en tiempo real por parte de los usuarios autorizados de la plataforma.

- Comprobar la correcta funcionalidad de la plataforma mediante pruebas unitarias sobre los componentes principales y sobre los perfiles profesionales desarrollados.

Objetivos funcionales

- Realizar pruebas piloto sobre la automatización de los aspectos administrativos del proyecto para facilitar y ayudar a la gestión (citas, recordatorios, horarios, mensajes...).

- Probar la optimización del intercambio de información entre los distintos profesionales y con los propios pacientes.

- Probar la facilitación del seguimiento y evaluación de los pacientes por parte de los profesionales responsables y de los propios pacientes.

- Proporcionar la dosis efectiva individualizada para cada paciente a través de los datos recogidos en las evaluaciones.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA ASISTENCIAL

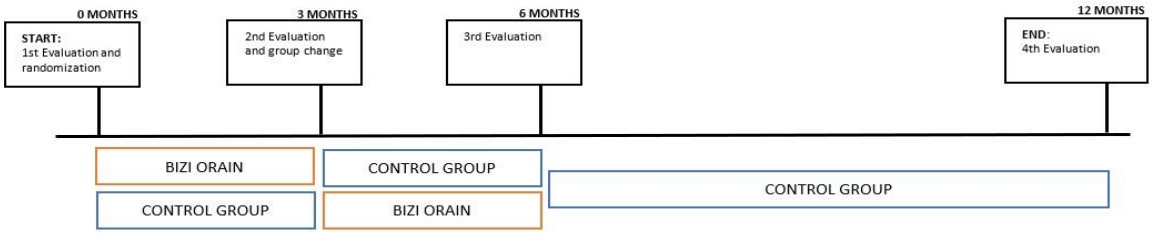
Programa de investigación

Bizi Orain (BO) es el programa para el que se desarrollará la plataforma en la nube. BO es un estudio de 12 meses de duración en el que el grupo intervención realiza tres meses de ejercicio físico planificado y estructurado (Arietaleanizbeaskoa et al., 2021) y el grupo control realiza una intervención estructurada en cinco pasos impartida en atención primaria desde una rutina hasta la promoción de hábitos saludables (Gorostiaga et al., 2014).

BO es un programa de ejercicio basado en la evidencia que se adhiere a las directrices del American College of Sports Medicine para supervivientes de cáncer (Irwin, 2012; Pescatello, 2014)) y se basa en el programa australiano de ejercicio para personas con cáncer (Cormie et al., 2017). El programa está administrado por la Unidad de Investigación de Atención Primaria de Bizkaia-Biocruces Bizkaia (PCRUB-BB) y la Universidad de Deusto, y se imparte en una red de centros de salud equipados con laboratorios de fisiología del ejercicio integrados en el sistema sanitario público de Deusto, País Vasco (Osakidetza). Se incluyen pacientes reclutados en hospitales de Bizkaia (España) que estén recibiendo tratamiento para el cáncer o que hayan sido diagnosticados con la enfermedad en los últimos dos años. Se excluyen del estudio aquellos que presenten neutropenia, anemia grave y/o cualquier condición musculoesquelética, cardiovascular o neurológica que pueda comprometer la integridad del paciente.

Está basado en las estrategias promovidas por el Instituto Nacional del Cáncer de EE.UU. y el grupo de Asesoramiento e Intervención del Grupo de Trabajo de Servicios Preventivos de EE.UU. para la gestión clínica de la actividad física, la dieta y el alcohol (Simonsick et al., 2006). Cada participante recibe una consulta personalizada con un fisiólogo del ejercicio físico de la Universidad de Deusto. Esta consulta incluye la exploración del estado de salud y evaluaciones iniciales (Tabla 1) para adaptar el diseño del programa de ejercicio físico según el tipo de cáncer del paciente, estadio e historial de tratamiento, gravedad de los síntomas, efectos secundarios, comorbilidades, actividad física y preferencias personales. El programa de ejercicio de cada participante se diseña para proporcionar una estimulación óptima a los sistemas cardiorrespiratorio y neuromuscular, maximizando al mismo tiempo la seguridad, el cumplimiento y la adherencia. Cada planificación se basa en evaluaciones realizadas previamente con el fin de proporcionar a cada individuo un ejercicio individualizado en función de sus necesidades y de su forma física. Se realizan evaluaciones del sujeto cada vez que cambia la situación dentro del programa: sistemáticamente a los 0, 3, 6 y 12 meses (Figura 1).

Figura 1
Temporalización del proyecto Bizi Orain.



Mediciones del programa Bizi Orain

Todos los pacientes fueron evaluados en la Universidad de Deusto en el mismo intervalo de tiempo (9-14h) y bajo las mismas condiciones ambientales (temperatura ±20ºC; humedad 50-55%; presión barométrica ±720mmHg). La Tabla 1 muestra las diferentes variables medidas.

Tabla 1
Evaluaciones realizadas en los distintos momentos e instrumentos.

CAPACIDAD	OBJETIVO	INSTRUMENTO	REFERENCIAS
Aspectos psicológicos	Estado de salud general (SF-36), Hábitos de consumo de alcohol (AUDIT) Cuestionario específico para pacientes con cáncer (EORTC QLQ-C30) Estados de fatiga en distintos ámbitos de la vida (FACIT) Percepción (GHQ-12)	SF-36 AUDIT EORTC QLQ-C30 FACIT GHQ-12	Penttinen et al. 2019; Fayers et al. 2001; Treanor and Donnelly 2015; Webster et al. 2003; Cella and Nowinski 2002; Aaronson et al. 1993; Ware and Sherbourne 1992; Sánchez-López and Dresch 2008; Goldberg et al. 1997; Goldberg and Hillier 1979; Chen et al. 2018
Composición corporal	Medición de la composición corporal mediante bioimpedancia	Bioimpedance Inbody 770 (In-body, Seoul, Korea).	Brewer et al. 2021
Funcional	Realización de una batería de pruebas para medir la condición física	Test 400m 5 sit to stand	Rolland et al. 2004; Chang et al. 2004; Alcazar et al. 2018
Fuerza de prensión manual	Analizar la fuerza (kg) producida por prensión manual	Hangrip (EH101; Camry, Guangdong Province, China)	Ali et al. 2008; Celis-Morales et al. 2018)
Condición cardiorrespiratoria	VO2 pico VT1/VT2 FC y Vatios en VT1 y VT2	Cycle ergometer (Ergostik, Geratherm Respiratory, Bad Kissingen, Germany)	Mishra et al. 2012; Gil-Rey et al. 2014
Fuerza muscular	5RM	Chest press (L070, BH, Spain), Leg press (L050, BH, Spain)	Fiuza-Luces et al. 2017

Nota. VO2 =volumen de oxígeno; VT =Umbral ventilatorio; FC =Frecuencia cardíaca; RM =Repetición Máxima.

Programa de ejercicio físico Bizi Orain

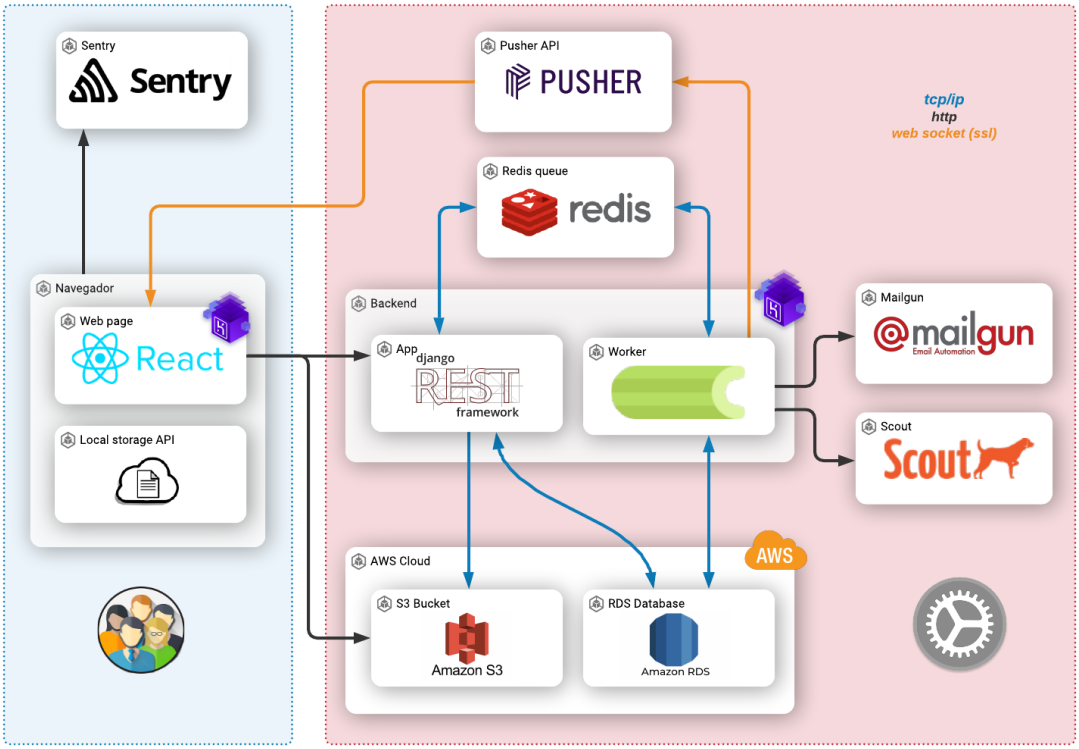
Las sesiones de ejercicio físico se llevan a cabo dos veces por semana en grupos de aproximadamente ocho participantes bajo la supervisión de un educador físico deportivo y/o una enfermera en un laboratorio de fisiología del ejercicio en un centro de salud local. Las sesiones duran aproximadamente una hora y consisten en una combinación de ejercicios aeróbicos, a una intensidad de entre el 40 y 85% de la frecuencia cardíaca de reserva, y de fuerza, los cuales progresan desde el 60% al 70% del RM. Los participantes realizan un ejercicio adicional de caminata en grupo, que progresa de 30 minutos a intensidad baja-moderada a 40 minutos a intensidad moderada. Estas sesiones de caminata son autogestionadas por los participantes basándose en el esfuerzo percibido (Borg et al., 1985) comenzando con valores de 3 y terminando con valores de 5-6, y la frecuencia cardiaca utilizando un pulsómetro en un rango de 40-85% de la frecuencia cardíaca de reserva (Mezzani et al., 2013).

2.4. Desarrollo y puesta en funcionamiento de la plataforma en nube

Como puede verse en la Figura 2, el sistema se compone de dos bloques principales separados (frontend y backend, respectivamente). Entre ambos, se interconectan diversos servicios de terceros, como el proveedor de bases de datos (AWS RDS), el proveedor de almacenamiento de archivos (AWS S3) o el proveedor de servicios de correo electrónico (Mailgun), entre otros.

Figura 2

Diseño del sistema.



Los dos componentes mencionados, backend y web frontend, se despliegan en servidores separados. La separación de estos componentes se debe principalmente a las siguientes razones:

- Integración: el backend, en el futuro, podrá ser utilizado por diferentes frontends (en forma de aplicaciones móviles, frontends dirigidos a otro tipo de usuarios...). Esto garantiza que las funcionalidades del backend funcionarán correctamente desde hosts externos.

- Escalabilidad: al estar el código dividido en dos partes, los recursos pueden crecer para el frontend y el backend a un ritmo separado, ya que el backend debería crecer a un ritmo relativamente más rápido a medida que crece.

- Optimización de recursos: en un escenario en el que el frontend se sirve desde el backend, toda la carga recae sobre él. En conjunción con el paradigma SPA (Single Page Application), el servidor backend se limita a enviar datos en formato JSON (JavaScript Object Notation) al frontend, que interactúa con el DOM (Document Object Model) para mostrar la información recibida. De este modo, los servidores necesitan menos trabajo y el rendimiento es mejor, ya que no se actualiza toda la página con cada petición.

- Facilidad de mantenimiento y sustitución: mantener separados el backend y el frontend disminuye la probabilidad de romper todo el sitio web. Asimismo, facilita las tareas de depuración ya que, en caso de excepción, se sabe de qué componente procede.

- Modularidad: es mucho más fácil trabajar en un módulo manteniendo intacto el otro, así como integrar nuevos módulos dentro de módulos diferentes.

- Seguridad: al separar el backend y el frontend, se pueden implementar diferentes medidas de seguridad para cada componente. El backend contiene datos y lógica sensibles, por lo que cuenta con medidas de seguridad más estrictas. El frontend puede estar más expuesto a la Internet pública, pero no debe contener información sensible.

Evaluación de la plataforma en la nube

Para proporcionar feedback al usuario y, en consecuencia, mejorar la usabilidad de la aplicación, se han utilizado las siguientes herramientas:

- Menús: El estilo de los menús sigue la tendencia común de utilizar una barra de navegación lateral y una barra superior para algunas funciones, incluida la opción de cerrar sesión en el menú desplegable del extremo derecho (tras hacer clic en el avatar del usuario).

- Indicadores de carga: Los componentes que requieren una llamada a la API o un proceso que requiere cierto tiempo muestran un icono de carga, además de difuminar el propio componente, para que el usuario entienda que está ocurriendo algo que requiere cierto tiempo.

- Alertas: Las alertas se muestran en colores vivos para que sean fácilmente distinguibles. Hay dos tipos de alertas: las "pasivas", que pueden ignorarse, o las "activas", que deben aceptarse antes de continuar con una determinada acción (en este caso, se presenta una alerta a los profesionales sanitarios cuando intentan derivar a un paciente a una iniciativa sanitaria que tiene criterios de inclusión y exclusión).

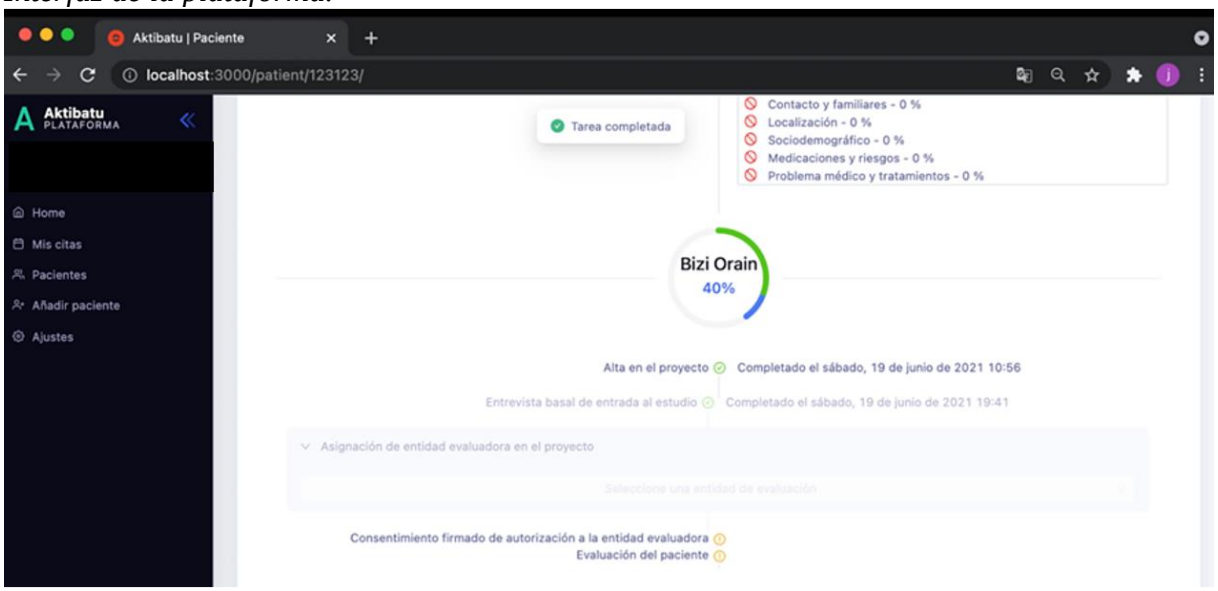
- Guardar alertas: Esta comprobación se ha implementado en las páginas en las que se están editando datos y es necesario pulsar el botón "Guardar". La alerta aparece cuando se intenta cambiar la ruta o cerrar la pestaña.

- Feedback vs. Acciones: Para mostrar el resultado de una determinada acción, se utilizan pequeñas notificaciones en la parte superior central de la interfaz.

- Iconos y barras de progreso: Los iconos utilizados representan el resultado o estado de un componente, acción, etc.

En la Figura 3, se puede observar la transición que se produce al completar con éxito una tarea. Esta transición implica un sutil efecto de fundido de salida del componente anterior y un efecto de fundido de entrada del componente posterior. Además, durante este proceso, se genera una notificación para informar al usuario sobre la acción recién completada.

Figura 3
Interfaz de la plataforma.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a una de las principales funcionalidades de la plataforma, la comunicación entre profesionales se cumplió durante la prueba piloto, ya que los tres roles implicados pudieron comunicarse con éxito dentro de la plataforma, pudiendo compartir datos y evaluaciones de los pacientes. Otro estudio ha demostrado cómo el uso de plataformas en la nube mejoró la relación entre el personal sanitario y los pacientes, lo que llevó a una mejor comprensión de la enfermedad y, por lo tanto, a una mejor adherencia al tratamiento (Zhu et al., 2019).

También ha habido fallos en el manejo de la plataforma, ya que el grueso de los pacientes del programa BO son adultos mayores. Durante la prueba piloto, se han encontrado dificultades por parte de los participantes a la hora de probar la plataforma, por lo que el manejo de las nuevas tecnologías por parte de algunos de ellos se vio comprometido, reportando problemas a la hora de utilizarlas debido a la dificultad de ciertas acciones.

Debido a su naturaleza, el uso de plataformas está restringido a poblaciones con acceso a tecnología, internet de alta velocidad y familiaridad con herramientas basadas en la web, no siendo adecuadas para poblaciones de adultos mayores con bajos niveles de alfabetización (McClung et al., 2018). Dado que el 72% de la población estadounidense dispone de un smartphone y el 82% de los españoles tiene acceso a internet (Poushter, 2016) se puede hipotetizar que, en un futuro muy cercano, prácticamente toda la población dispondrá de tecnología suficiente para llevar a cabo este tipo de intervenciones.

En cuanto al nivel técnico, se analizó la recogida de datos, ofreciendo un nivel de estandarización y seguridad que cumplía con los requisitos y expectativas propuestas por sus desarrolladores en comparación con los requisitos de seguridad para plataformas sanitarias publicados anteriormente (Morera et al., 2016).

El intercambio de información entre los usuarios de la plataforma era correcto ya que la información era compartida por los diferentes roles y la información se podía visualizar correctamente según el rol y la información, facilitando enormemente el seguimiento del paciente a través del programa, así como mejorando la información que el paciente podía recibir sobre sus

evaluaciones. También facilitó y automatizó la gestión y administración del programa, ahorrando tiempo en la gestión de los datos por parte de los desarrolladores.

El uso de la plataforma facilita la gestión de los datos de fitness del paciente y permite así la elección de planes de fitness con un mayor nivel de individualización, ya que la información del paciente es visible para todos los roles, incluido el de preparador físico. Por último, el paciente es consciente en todo momento de los datos recogidos por los profesionales de la salud y el fitness, empoderándoles en la evaluación y análisis de sus datos de fitness y salud (Romeo et al., 2019) debido al acceso a la información que se ha observado durante la prueba piloto.

Por otro lado, la integración del historial clínico de los participantes dentro del perfil de cada uno de ellos sería un apartado a añadir, para que la información acerca de diagnósticos de otras enfermedades o tratamientos que pudieran afectar a la realización de ejercicio físico estuvieran contemplados.

Se ha desarrollado, implementado y simulado el uso de la plataforma en la nube para la gestión de la información del programa BO. Su funcionalidad ha cubierto las funcionalidades para las que fue creada, aunque nunca fue utilizada en campo dado lo avanzado del proyecto. Los tres roles para los que fue creada -profesionales sanitarios, profesionales del fitness y pacientes- han podido acceder a la plataforma y probar su implementación y funcionalidad.

3.1. Transformar la atención sanitaria oncológica

La computación y la gestión de recursos en la nube (Gonzalez et al., 2017) ofrecen una serie de ventajas para la gestión de datos de pacientes oncológicos (Erfannia & Alipour, 2022), como almacenamiento, mejor accesibilidad, elasticidad, ausencia de hardware y análisis de datos más rápidos (Griebel et al., 2015; Kharat et al., 2012). Estas ventajas están permitiendo a los profesionales sanitarios mejorar la calidad y la eficiencia de la atención al paciente y su experiencia (Gorostiaga et al., 2014; Singh & Malhotra, 2021).

Sin embargo, debido a problemas de seguridad y privacidad (Kharat et al., 2012), las nubes sanitarias públicas no están plenamente desarrolladas en la actualidad, sino que a menudo se limitan a nubes privadas dentro de organizaciones individuales para proporcionar apoyo interno (Deebak & Al-Turjman, 2021; Griebel et al., 2015). Autores como Prasad y Bhavsar han abordado otra cuestión para resolver el gran crecimiento exponencial de los recursos tanto en tamaño como en complejidad (Prasad & Bhavsar, 2020). Además, otras investigaciones han utilizado la lente de la teoría de la actividad para articular el diseño de un modelo de control de acceso para detectar y mitigar la fuga de información sanitaria de pacientes (Valecha et al., 2021).

En la actualidad, las empresas farmacéuticas que gestionan medicamentos contra el cáncer, como Oncology Venture, han requerido otra plataforma en la nube como Google Cloud Platform y Citrix Virtual Apps and Desktops, proporcionando así una respuesta más rápida a los oncólogos, acelerando el análisis de datos de pacientes y reduciendo el gasto de recursos informáticos con capacidades de autoescalado (Nadjaran Toosi et al., 2019). En la Tabla 2 se resumen estudios similares que utilizan plataformas en la nube de modelo privado para gestionar la atención continuada del cáncer.

Tabla 2
Plataformas privadas en la nube.

Autores	Año	Título	Usuarios en la nube
Malhotra et al., 2017	2021	Uso de la nube de genómica del cáncer de Seven Bridges para acceder y analizar petabytes de datos sobre el cáncer	Investigadores
Clauser et al., 2011	2011	Mejorar la atención oncológica moderna mediante las tecnologías de la información	Pacientes
Dubovitskaya et al., 2020	2020	ACTION-EHR: gestión de datos de historiales médicos electrónicos centrados en el paciente y basados en blockchain para la atención oncológica	Clínicos
Kuo et al., 2017	2017	Tecnologías de libro mayor distribuido Blockchain para aplicaciones biomédicas y sanitarias	Investigadores y clínicos
Traverso et al., 2017	2017	Sistemas de detección asistida por ordenador para mejorar el diagnóstico precoz del cáncer de pulmón: estado de la técnica y desafíos	Clínicos
Xing et al., 2015	2014	Diagnóstico del cáncer mediante redes neuronales artificiales y computación en nube	Investigadores
Kyriazakos et al., 2018	2018	Una plataforma de coaching virtual inteligente personalizada basada en la nube para el bienestar de los pacientes con cáncer	Pacientes
Maithili et al., 2012	2012	Enfoque de redes neuronales y computación en nube en el diagnóstico del cáncer	Clínicos
Zaki et al., 2016	2016	Utilidad de la computación en nube en el análisis del registro de imágenes deformables acelerado por GPU de imágenes de TC y CBCT en la radioterapia del cáncer de cabeza y cuello	Pacientes y clínicos

CONCLUSIONES

Dada la capacidad de estas herramientas en nuestra población, sería especialmente interesante que las políticas actuales invirtieran en promover su uso entre la población, ya que la integración de estos datos en las historias clínicas de los ciudadanos permitiría aportar su tratamiento para generar predicciones y seguir aprendiendo y desarrollando algoritmos que ayuden a establecer los criterios individualizados y específicos más eficaces en cuanto a frecuencia intensidad, volumen y tipo de ejercicio físico en función de la patología para la mejora de la salud, proporcionando una herramienta sencilla, fiable y válida para el personal sanitario que mejoraría la atención personalizada de los pacientes en el nivel de atención primaria, ofreciendo una forma de generar valor a partir de los datos, así como ayudar en las tareas de diagnóstico y

tratamiento. De este modo, se emplean datos más allá de las evaluaciones previas propias del programa de ejercicio, para individualizar de manera precisa la carga de entrenamiento.

Se ha comprobado en la prueba piloto que el uso de plataformas en la nube en proyectos de investigación es válido, cumpliendo todas las funciones (McClung et al., 2018) con altos estándares de seguridad, facilitando la interoperabilidad y la compartición de datos.

La integración de algoritmos de Inteligencia Artificial forma parte de la Salud 4.0, que permitirá obtener nuevos conocimientos a partir de la gran cantidad de datos que produce la vida moderna (Poushter, 2016). Estas técnicas de análisis de datos basadas en IA permitirían, además de explotar los datos en continua generación, aprovechar todos los datos existentes, que pueden ofrecer información de interés para la sociedad en general, desde el punto de vista de la comprensión de diferentes problemas de salud, patologías, y su tratamiento. Estas herramientas, además de optimizar los procesos de análisis, ayudan a los profesionales sanitarios que pueden utilizar estos sistemas para apoyar sus diagnósticos, ya sea a través de preanálisis o validación. Se trata de un campo que puede tener un gran impacto en los próximos años en el ámbito de la salud y, por tanto, en la calidad de vida y el desarrollo de la sociedad en su conjunto. En el dinámico panorama de la asistencia sanitaria, un Sistema de Información Clínica (SIC) de última generación desempeña un papel fundamental a la hora de mejorar la atención al paciente, agilizar la comunicación entre los profesionales sanitarios y garantizar la seguridad e integridad de los datos médicos confidenciales. Este sistema cuenta con una serie de funciones adaptadas a las necesidades específicas de pacientes, médicos y expertos en actividad física, los cuales pueden acceder a tiempo real a los datos introducidos por cada uno de ellos, favoreciendo dicha interconexión e interoperabilidad.

Se propone un formulario (Apéndice 1) para caracterizar las plataformas con el fin de identificar las características más relevantes de cada una. La respuesta de nuestra solución tecnológica se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3
Caracterización de la "Plataforma en la nube para la gestión de datos de salud y ejercicio físico en pacientes oncológicos".

Artículo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Sistema propuesto	Sistemas de información clínica	- Pacientes - Médicos - Expertos en actividad física	Desarrollo propio	- Acceso a los datos por personas no autorizadas - Violación de la confidencialidad e integridad de los datos	Sin servidor	Oncología médica	Si	No

En el sistema propuesto, los pacientes pueden acceder a su historial médico, planes de tratamiento y resultados de pruebas, fomentando un sentido de empoderamiento y participación activa en su propio cuidado, favoreciendo el conocimiento. Los expertos en actividad física pueden aprovechar el sistema para crear planes de ejercicio personalizados basados en las necesidades individuales del paciente y en su historial médico. Esta función garantiza que la actividad física se ajuste a los requisitos de salud específicos de cada paciente.

En conclusión, la integración de un sistema de información clínica con funciones centradas en el paciente, desarrollo propio y una arquitectura sin servidor para oncología médica no

solo mejora la calidad general de la prestación de asistencia sanitaria, sino que también establece un nuevo estándar de eficiencia, colaboración y satisfacción del paciente en el sector sanitario.

REFERENCIAS

Alamri, A. (2019). Big Data with Integrated Cloud Computing for Prediction of Health Conditions. *2019 International Conference on Platform Technology and Service (PlatCon)*, 1–6. https://doi.org/10.1109/PlatCon.2019.8669432

Arietaleanizbeaskoa, M. S., Rey, E. G., Gallastegui, N. M., García-Álvarez, A., de la Fuente, I., Domínguez-Martinez, S., Pablo, S., Coca, A., Santamaría, B. G., & Grandes, G. (2021). Implementing exercise in standard cancer care (bizi orain hybrid exercise program): Protocol for a randomized controlled trial. In *JMIR Research Protocols* (Vol. 10, Issue 8). JMIR Publications Inc. https://doi.org/10.2196/24835

Birje, M. N., & Hanji, S. S. (2020). Internet of things based distributed healthcare systems: a review. *Journal of Data, Information and Management*, *2*(3), 149–165. https://doi.org/10.1007/s42488-020-00027-x

Borg, G., Ljunggren, G., & Ceci, R. (1985). The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *54*(4), 343–349. https://doi.org/10.1007/BF02337176

Bravata, D. M., Smith-Spangler, C., Sundaram, V., Gienger, A. L., Lin, N., Lewis, R., Stave, C. D., Olkin, I., & Sirard, J. R. (2007). Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *JAMA*, *298*(19), 2296–2304. https://doi.org/10.1001/jama.298.19.2296

Carberry, A. R., Hanson, K., Flannery, A., Fischer, M., Gehlbach, J., Diamond, C., & Wald, E. R. (2018). Diagnostic Error in Pediatric Cancer. *Clinical Pediatrics*, *57*(1), 11–18. https://doi.org/10.1177/0009922816687325

Chan, D., & Can, F. (2010). Patients' adherence/compliance to physical therapy home exercises. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, *21*(3), 132–139.

Clauser, S. B., Wagner, E. H., Aiello Bowles, E. J., Tuzzio, L., & Greene, S. M. (2011). Improving Modern Cancer Care Through Information Technology. *American Journal of Preventive Medicine*, *40*(5), S198–S207. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.01.014

Cormie, P., Lamb, S., Newton, R. U., Valentine, L., McKiernan, S., Spry, N., Joseph, D., Taaffe, D. R., Doran, C. M., & Galvão, D. A. (2017). Implementing exercise in cancer care: study protocol to evaluate a community-based exercise program for people with cancer. *BMC Cancer*, *17*(1), 103. https://doi.org/10.1186/s12885-017-3092-0

Courcelles, M., Durette, C., Daouda, T., Laverdure, J.-P., Vincent, K., Lemieux, S., Perreault, C., & Thibault, P. (2020). MAPDP: A Cloud-Based Computational Platform for Immunopeptidomics Analyses. *Journal of Proteome Research*, *19*(4), 1873–1881. https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.9b00859

Dahm, M. R., Williams, M., & Crock, C. (2022). "More than words" - Interpersonal communication, cognitive bias and diagnostic errors. *Patient Education and Counseling*, *105*(1), 252–256. https://doi.org/10.1016/j.pec.2021.05.012

Deebak, B. D., & Al-Turjman, F. (2021). Smart Mutual Authentication Protocol for Cloud Based Medical Healthcare Systems Using Internet of Medical Things. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, *39*(2), 346–360. https://doi.org/10.1109/JSAC.2020.3020599

Dong, X., Yi, X., Ding, M., Gao, Z., McDonough, D. J., Yi, N., & Qiao, W. (2020). A Longitudinal Study of a Multicomponent Exercise Intervention with Remote Guidance among

Breast Cancer Patients. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(10), 3425. https://doi.org/10.3390/ijerph17103425

Dubovitskaya, A., Baig, F., Xu, Z., Shukla, R., Zambani, P. S., Swaminathan, A., Jahangir, M. M., Chowdhry, K., Lachhani, R., Idnani, N., Schumacher, M., Aberer, K., Stoller, S. D., Ryu, S., & Wang, F. (2020). ACTION-EHR: Patient-Centric Blockchain-Based Electronic Health Record Data Management for Cancer Care. *Journal of Medical Internet Research*, *22*(8), e13598. https://doi.org/10.2196/13598

Ehteshami Bejnordi, B., Veta, M., Johannes van Diest, P., van Ginneken, B., Karssemeijer, N., Litjens, G., van der Laak, J. A. W. M., Hermsen, M., Manson, Q. F., Balkenhol, M., Geessink, O., Stathonikos, N., van Dijk, M. C., Bult, P., Beca, F., Beck, A. H., Wang, D., Khosla, A., Gargeya, R., … Venâncio, R. (2017). Diagnostic Assessment of Deep Learning Algorithms for Detection of Lymph Node Metastases in Women With Breast Cancer. *JAMA*, *318*(22), 2199–2210. https://doi.org/10.1001/jama.2017.14585

Erfannia, L., & Alipour, J. (2022). How does cloud computing improve cancer information management? A systematic review. *Informatics in Medicine Unlocked*, *33*, 101095. https://doi.org/10.1016/j.imu.2022.101095

Fanning, J., Mullen, S. P., & McAuley, E. (2012). Increasing physical activity with mobile devices: a meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, *14*(6), e161. https://doi.org/10.2196/jmir.2171

Garg, B., Hafiez, A., & Shalini, M. K. (2020). *E-Smart Health Prediction System using Datamining Tools*.

Gonzalez, N. M., Carvalho, T. C. M. de B., & Miers, C. C. (2017). Cloud resource management: towards efficient execution of large-scale scientific applications and workflows on complex infrastructures. *Journal of Cloud Computing*, *6*(1), 13. https://doi.org/10.1186/s13677-017-0081-4

Gorostiaga, E. M., Navarro-Amézqueta, I., Calbet, J. A. L., Sánchez-Medina, L., Cusso, R., Guerrero, M., Granados, C., González-Izal, M., Ibáñez, J., & Izquierdo, M. (2014). Blood ammonia and lactate as markers of muscle metabolites during leg press exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*(10), 2775–2785. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000496

Griebel, L., Prokosch, H.-U., Köpcke, F., Toddenroth, D., Christoph, J., Leb, I., Engel, I., & Sedlmayr, M. (2015). A scoping review of cloud computing in healthcare. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, *15*(1), 17. https://doi.org/10.1186/s12911-015-0145-7

Harries, T., Eslambolchilar, P., Rettie, R., Stride, C., Walton, S., & van Woerden, H. C. (2016). Effectiveness of a smartphone app in increasing physical activity amongst male adults: a randomised controlled trial. *BMC Public Health*, *16*(1), 925. https://doi.org/10.1186/s12889-016-3593-9

Irwin, M. (2012). *ACSM's guide to exercise and cancer survivorship*. Human Kinetics.

Jones, D. E., Alimi, T. O., Pordell, P., Tangka, F. K., Blumenthal, W., Jones, S. F., Rogers, J. D., Benard, V. B., & Richardson, L. C. (2021). Pursuing Data Modernization in Cancer Surveillance by Developing a Cloud-Based Computing Platform: Real-Time Cancer Case Collection. *JCO Clinical Cancer Informatics*, *5*, 24–29. https://doi.org/10.1200/CCI.20.00082

Kaseb, M. R., Haytamy, S. Sh., & badry, R. M. (2021). Distributed query optimization strategies for cloud environment. *Journal of Data, Information and Management*, *3*(4), 271–279. https://doi.org/10.1007/s42488-021-00057-z

Kharat, A. T., Safvi, A., Thind, S. S., & Singh, A. (2012). Cloud computing for radiologists. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, *22*(03), 150–154. https://doi.org/10.4103/0971-3026.107166

Kuo, T.-T., Kim, H.-E., & Ohno-Machado, L. (2017). Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *24*(6), 1211–1220. https://doi.org/10.1093/jamia/ocx068

Kyriazakos, S., Valentini, V., Cesario, A., & Zachariae, R. (2018). FORECAST – A cloud-based personalized intelligent virtual coaching platform for the well-being of cancer patients. *Clinical and Translational Radiation Oncology*, *8*, 50–59. https://doi.org/10.1016/j.ctro.2017.11.006

Lippi, G., & Plebani, M. (2018). A Six-Sigma approach for comparing diagnostic errors in healthcare—where does laboratory medicine stand? *Annals of Translational Medicine; Vol 6, No 10 (May 2018): Annals of Translational Medicine (Focus on "Translational Neurodegeneration")*.

Maithili, A., Vasantha Kumari, V., & Rajamanickam, S. (2012). Neural networks cum cloud approach in diagnosis of cancer. *International Journal of Engineering Research and Applications*, *2*(2), 428–435.

Malhotra, R., Seth, I., Lehnert, E., Zhao, J., Kaushik, G., Williams, E. H., Sethi, A., & Davis-Dusenbery, B. N. (2017). Using the Seven Bridges Cancer Genomics Cloud to Access and Analyze Petabytes of Cancer Data. *Current Protocols in Bioinformatics*, *60*(1). https://doi.org/10.1002/cpbi.39

McClung, H. L., Ptomey, L. T., Shook, R. P., Aggarwal, A., Gorczyca, A. M., Sazonov, E. S., Becofsky, K., Weiss, R., & Das, S. K. (2018). Dietary Intake and Physical Activity Assessment: Current Tools, Techniques, and Technologies for Use in Adult Populations. *American Journal of Preventive Medicine*, *55*(4), e93–e104. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2018.06.011

Mezzani, A., Hamm, L. F., Jones, A. M., McBride, P. E., Moholdt, T., Stone, J. A., Urhausen, A., & Williams, M. A. (2013). Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: A joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. *European Journal of Preventive Cardiology*, *20*(3), 442–467. https://doi.org/10.1177/2047487312460484

Morera, E. P., de la Torre Díez, I., Garcia-Zapirain, B., López-Coronado, M., & Arambarri, J. (2016). Security Recommendations for mHealth Apps: Elaboration of a Developer's Guide. *Journal of Medical Systems*, *40*(6), 152. https://doi.org/10.1007/s10916-016-0513-6

Nadjaran Toosi, A., Son, J., Chi, Q., & Buyya, R. (2019). ElasticSFC: Auto-scaling techniques for elastic service function chaining in network functions virtualization-based clouds. *Journal of Systems and Software*, *152*, 108–119. https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.02.052

Navale, V., von Kaeppler, D., & McAuliffe, M. (2021). An overview of biomedical platforms for managing research data. *Journal of Data, Information and Management*, *3*(1), 21–27. https://doi.org/10.1007/s42488-020-00040-0

Ogiela, U., Takizawa, M., & Ogiela, L. (2018). Cognitive Approaches for Medicine in Cloud Computing. *Journal of Medical Systems*, *42*(4), 70. https://doi.org/10.1007/s10916-018-0918-5

OMS. (2023). *Cáncer. Datos y cifras*.

Pescatello, L. S. (2014). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9th ed.* (9th.).

Poushter, J. (2016). *Smartphone Ownership and Internet Usage Continues to Climb in Emerging Economies*.

Prasad, V. K., & Bhavsar, M. D. (2020). Monitoring IaaS Cloud for Healthcare Systems. *International Journal of E-Health and Medical Communications*, *11*(3), 54–70. https://doi.org/10.4018/IJEHMC.2020070104

Rajpurkar, P., Irvin, J., Ball, R. L., Zhu, K., Yang, B., Mehta, H., Duan, T., Ding, D., Bagul, A., Langlotz, C. P., Patel, B. N., Yeom, K. W., Shpanskaya, K., Blankenberg, F. G., Seekins, J., Amrhein, T. J., Mong, D. A., Halabi, S. S., Zucker, E. J., … Lungren, M. P. (2018). Deep learning for chest radiograph diagnosis: A retrospective comparison of the CheXNeXt algorithm to practicing radiologists. *PLoS Medicine*, *15*(11), e1002686. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002686

Reynolds, S. M., Miller, M., Lee, P., Leinonen, K., Paquette, S. M., Rodebaugh, Z., Hahn, A., Gibbs, D. L., Slagel, J., Longabaugh, W. J., Dhankani, V., Reyes, M., Pihl, T., Backus, M., Bookman, M., Deflaux, N., Bingham, J., Pot, D., & Shmulevich, I. (2017). The ISB Cancer Genomics Cloud: A Flexible Cloud-Based Platform for Cancer Genomics Research. *Cancer Research*, *77*(21), e7–e10. https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-17-0617

Romeo, A., Edney, S., Plotnikoff, R., Curtis, R., Ryan, J., Sanders, I., Crozier, A., & Maher, C. (2019). Can Smartphone Apps Increase Physical Activity? Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, *21*(3), e12053. https://doi.org/10.2196/12053

Rosero, I. D., Ramírez-Vélez, R., Martínez-Velilla, N., Cedeño-Veloz, B. A., Morilla, I., & Izquierdo, M. (2020). Effects of a Multicomponent Exercise Program in Older Adults with Non-Small-Cell Lung Cancer during Adjuvant/Palliative Treatment: An Intervention Study. *Journal of Clinical Medicine*, *9*(3), 862. https://doi.org/10.3390/jcm9030862

Safran Naimark, J., Madar, Z., & R Shahar, D. (2015). The Impact of a Web-Based App (eBalance) in Promoting Healthy Lifestyles: Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*, *17*(3), e56. https://doi.org/10.2196/jmir.3682

Scheffler, R. M., & Arnold, D. R. (2019). Projecting shortages and surpluses of doctors and nurses in the OECD: what looms ahead. *Health Economics, Policy, and Law*, *14*(2), 274–290. https://doi.org/10.1017/S174413311700055X

Shah, G., Shah, A., & Shah, M. (2019). Panacea of challenges in real-world application of big data analytics in healthcare sector. *Journal of Data, Information and Management*, *1*(3–4), 107–116. https://doi.org/10.1007/s42488-019-00010-1

Simonsick, E. M., Fan, E., & Fleg, J. L. (2006). Estimating cardiorespiratory fitness in well-functioning older adults: treadmill validation of the long distance corridor walk. *Journal of the American Geriatrics Society*, *54*(1), 127–132. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.00530.x

Singh, K., & Malhotra, J. (2021). Cloud based ensemble machine learning approach for smart detection of epileptic seizures using higher order spectral analysis. *Physical and Engineering Sciences in Medicine*, *44*(1), 313–324. https://doi.org/10.1007/s13246-021-00970-y

Suciu, G., Suciu, V., Martian, A., Craciunescu, R., Vulpe, A., Marcu, I., Halunga, S., & Fratu, O. (2015). Big Data, Internet of Things and Cloud Convergence--An Architecture for Secure E-Health Applications. *Journal of Medical Systems*, *39*(11), 141. https://doi.org/10.1007/s10916-015-0327-y

Traverso, A., Lopez Torres, E., Fantacci, M. E., & Cerello, P. (2017). Computer-aided detection systems to improve lung cancer early diagnosis: state-of-the-art and challenges. *Journal of Physics: Conference Series*, *841*, 012013. https://doi.org/10.1088/1742-6596/841/1/012013

Valecha, R., Upadhyaya, S., & Rao, H. R. (2021). An Activity Theory Approach to Leak Detection and Mitigation in Patient Health Information (PHI). *Journal of the Association for Information Systems*, *22*(4), 1007–1036. https://doi.org/10.17705/1jais.00687

Valenzuela, T., Okubo, Y., Woodbury, A., Lord, S. R., & Delbaere, K. (2018). Adherence to Technology-Based Exercise Programs in Older Adults: A Systematic Review. *Journal of Geriatric Physical Therapy (2001)*, *41*(1), 49–61. https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000095

Wang, Q., Egelandsdal, B., Amdam, G. V, Almli, V. L., & Oostindjer, M. (2016). Diet and Physical Activity Apps: Perceived Effectiveness by App Users. *JMIR MHealth and UHealth*, *4*(2), e33. https://doi.org/10.2196/mhealth.5114

Xing, W., Jie, W., Tsoumakos, D., & Ghanem, M. (2015). A network approach for managing and processing big cancer data in clouds. *Cluster Computing*, *18*(3), 1285–1294. https://doi.org/10.1007/s10586-015-0456-6

Zaki, G., Plishker, W., Li, W., Lee, J., Quon, H., Wong, J., & Shekhar, R. (2016). The Utility of Cloud Computing in Analyzing GPU-Accelerated Deformable Image Registration of CT and CBCT Images in Head and Neck Cancer Radiation Therapy. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, *4*, 1–11. https://doi.org/10.1109/JTEHM.2016.2597838

Zhu, B., Wang, Y., Zhou, X., Cao, C., Zong, Y., Zhao, X., Sha, Z., Zhao, X., & Han, S. (2019). A Controlled Study of the Feasibility and Efficacy of a Cloud-Based Interactive Management Program Between Patients with Psoriasis and Physicians. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, *25*, 970–976. https://doi.org/10.12659/MSM.913304