Services and Applications for a Healthy Ageing
Servicios y Aplicaciones para Envejecimiento Saludable

SAPIENS

Este proyecto ha sido concedido por la Agencia Estatal de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación dentro del procedimiento de concesión de ayudas a 'Proyectos de I+D+i' en el marco de los programas estatales de generación de conocimiento y fortalecimiento científico y tecnológico del sistema de I+D+i y de I+D+i orientada a los retos de la sociedad, convocatoria 2020.

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN

Proyecto de investigación financiado por
MCIN/AEI/10.13039/501100011033

D.2.3: Final version of the ecosystem

WP2: Ecosystem of services and applications for healthy aging in a multimodal environment.

UNIVERSIDADE DE VIGO
atlanTTic research center for Telecommunication Technologies
USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

1- Introducción 3
2- Administración del ecosistema, back-end 5
3- Experiencia de usuario, front-end 7
4- Árbol decisión, logic-end 9
4.1- Recomendador 10
4.2- Control de cambios de estado 11
4.3- Interacción Multimodal 11
5- Resumen 13
6- Personal participante 15
7- Referencias 16
8- Lista de acrónimos 18

Proyecto de investigación financiado por
MCIN/AEI/10.13039/501100011033

1- Introducción

El envejecimiento de la población es un fenómeno global que plantea desafíos y oportunidades únicos en el campo de la salud pública. Con el aumento de la esperanza de vida, la promoción de un envejecimiento activo y saludable se ha convertido en una prioridad esencial. En este contexto, el presente entregable describe la propuesta de modelo conceptual para un ecosistema innovador diseñado específicamente para la población mayor, centrado en la gestión de rutinas y hábitos saludables que incorpora ejercicios de salud mental, incluyendo el entrenamiento cognitivo y la detección temprana de la depresión. Este enfoque holístico tendría como objetivo:

- **empoderar** a los adultos mayores para que disfruten de una vida plena y equilibrada, y al mismo tiempo,
- **facilitar** la administración efectiva del ecosistema tanto desde una perspectiva técnica como desde la Experiencia del Usuario (EU)
- **incorporar** en su core un árbol de decisión inteligente.

El ecosistema dispondría de tres interfaces diferentes, para el usuario (persona mayor), para familiares o asistentes sociales y la administración del sistema. Separando en estas tres importantes secciones podemos atajar la descripción del modelo conceptual de ecosistema en la administración, EU y logística que se describen con más detalle en las secciones 2 y 3 respectivamente.

Administración del Ecosistema:

Desde el punto de vista de la administración del ecosistema, se destaca la importancia de una plataforma digital sólida y amigable con interfaces diseñadas pensando en las necesidades específicas de la población mayor. Los usuarios podrían configurar rutinas personalizadas que abarcan desde la actividad física adaptada a sus capacidades hasta la promoción de una dieta equilibrada y el seguimiento de sus patrones de sueño. Además, el modelo conceptual incorpora la posibilidad de integrar funciones que permiten a los usuarios establecer recordatorios personalizados y realizar un seguimiento preciso de su progreso a lo largo del tiempo. Este enfoque administrativo se basa en la comprensión de que la prevención de la enfermedad mental y la promoción del bienestar emocional son esenciales para un envejecimiento saludable (Lee, M. 2006).

Perspectiva del Usuario (EU):

Desde la perspectiva del usuario, este modelo conceptual del ecosistema debe ofrecer una experiencia enriquecedora y gratificante. A medida que los adultos mayores avanzan en sus rutinas y logran sus objetivos, experimentan un mayor sentido de logro y bienestar. La interacción con otros usuarios de la misma comunidad fortalece el sentido de pertenencia y apoyo mutuo, fomentando la motivación y la adherencia a las rutinas. Además, se proporcionan ejercicios de salud mental diseñados específicamente para mejorar la agudeza cognitiva, reducir el estrés y detectar signos tempranos de depresión, lo que contribuye a un envejecimiento activo y saludable en todos los aspectos (Delaney H, et al 2019).

Logística Interna:

La administración de sistemas y en concreto el modelo conceptual diseñado para este ecosistema se enriquecería de un core que incorpora un árbol de decisión inteligente. Este apartado desempeña un papel crucial al asistir al personal trabajador que forma parte del equipo en residencias o centros de día y que se encarga de organizar dinámicas activas para adultos en aras de un envejecimiento saludable y activo. Un personal que puede estar más o menos preparado para la asignación de tareas y que con este asistente inteligente actúa teniendo un mapa de trabajo diseñado lo más personalizado y adaptable posible al grupo de gente mayor con la que está trabajando.

Se desgrana cada una de las subsecciones anteriores a continuación tanto a nivel técnico como de EU, permitiendo asimilar un mapa mental del modelo conceptual del ecosistema para la atención de la salud mental a mayores.

2- Administración del ecosistema, back-end

En está sección, se describe la propuesta de arquitectura para el back-end del modelo conceptual planteado del ecosistema diseñado para la gestión de rutinas y tareas, así como evaluación del estado de salud mental, administrado por el personal trabajador de residencias o centros de día. Se describen las funcionalidades clave y se ilustra en la Fig. 1, el mapa mental de flujos y funcionalidades incorporadas.



Figura 1: Mapa mental del apartado de administración y gestión de rutinas.

La principal característica del back-end de este ecosistema es el diseño robusto y escalable, ofreciendo las siguientes funcionalidades:

- ★ ***Gestión de Perfiles de Usuarios:*** Creación de perfiles de usuarios mayores de 65 años, teniendo en cuenta su nivel de deterioro cognitivo o trastornos mentales (Lourida, I., et al., 2019).
- ★ ***Planificación de Rutinas Personalizadas:*** Planificación rutinas personalizadas que incluyen ejercicios de orientación, físicos y mentales. Se utilizan algoritmos de personalización basados en el estado de salud de los usuarios (Oliveira, B. M., et al., 2020).
- ★ ***Seguimiento y Evaluación del Progreso***: Registro del progreso de los usuarios a lo largo del tiempo, utilizando métricas de evaluación estándar en el envejecimiento activo (Giné-Garriga, M., et al., 2014).
- ★ ***Alertas y Notificaciones:*** Incorporación de alertas para recordatorios de rutinas y notificaciones de cambios significativos en el progreso del usuario, basado en estudios sobre notificación en salud (Finkelstein, J., et al., 2018).
- ★ ***Acceso Seguro y Privacidad de Datos:*** La plataforma garantiza la seguridad y privacidad de los datos de los usuarios, siguiendo las directrices de protección de datos en salud (Hassan, A. R., et al., 2018).

La arquitectura del back-end de modelo conceptual de este ecosistema proporciona una base sólida para la gestión y evaluación de rutinas de envejecimiento activo en usuarios adultos mayores con diversos niveles de deterioro cognitivo o trastornos mentales. Las funcionalidades permitirían una atención personalizada y un seguimiento efectivo del progreso.

Las principales actividades que se promoverían se distribuyen entre tareas de orientación a la realidad, tareas de mantenimiento cognitivo y ejercicios ejercicios. Además, se proponen test de evaluación mental tanto cognitivo como depresión.

3- Experiencia de usuario, front-end

En esta sección nos centramos en el front-end del modelo conceptual de una plataforma que asigna tareas y ejercicios a adultos mayores con distintos niveles de deterioro cognitivo o trastornos mentales. Una interfaz de usuario que incorporaría factores motivacionales, como logros mediante el crecimiento de una mascota o planta virtual de la que nos hacemos responsables de cuidar, desde el punto de vista como usuario. Se ilustra en la Fig. 2, el mapa mental de flujos y funcionalidades incorporadas.

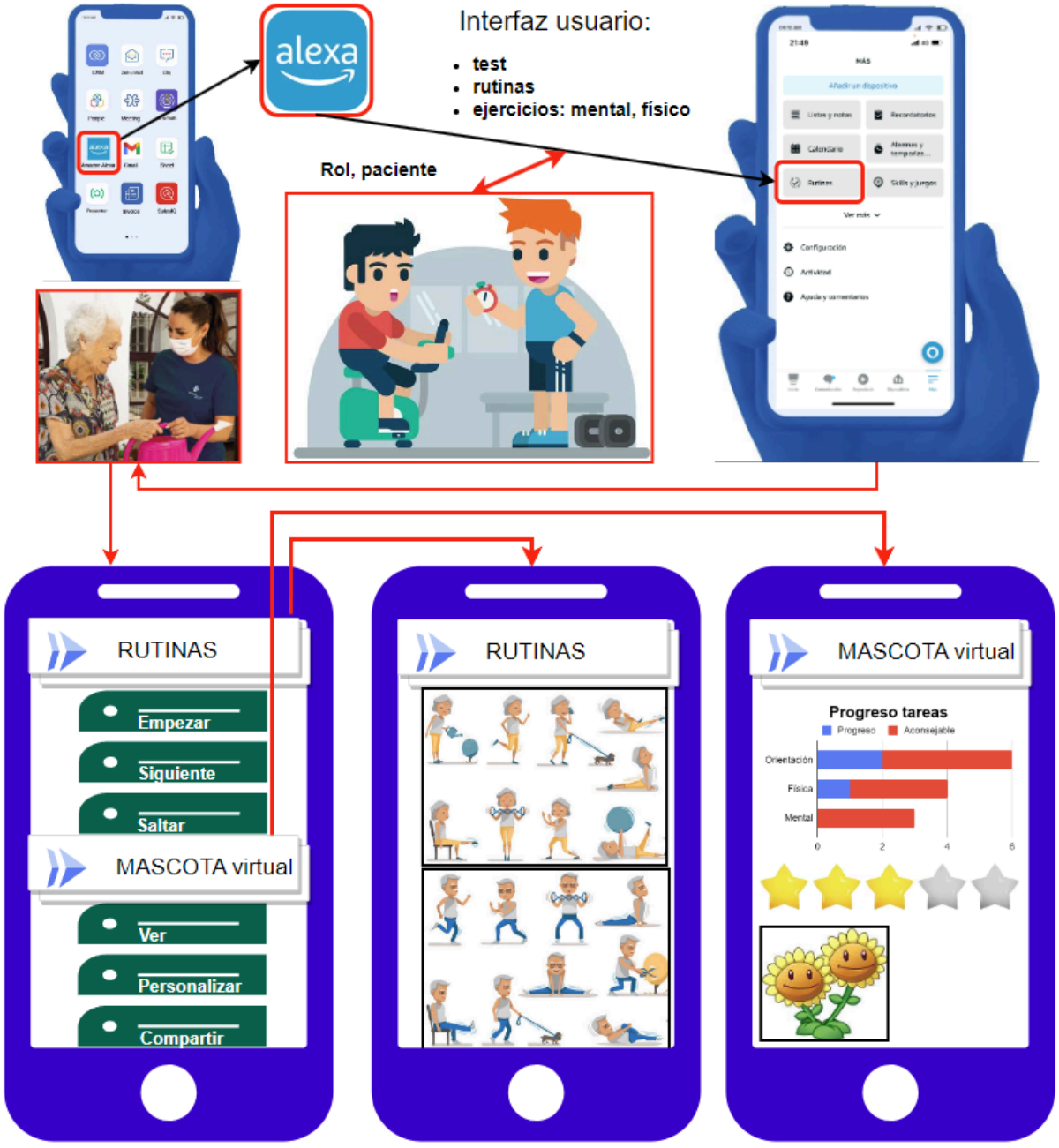


Figura 2: Mapa mental del apartado de administración y gestión de rutinas.

Se detallan a continuación las características clave de apartado front-end o interfaz de usuario que facilitan la adherencia del usuario.

- ★ ***Interfaz de Usuario Amigable:*** Diseño de interfaz de usuario intuitiva y amigable, considerando las necesidades y habilidades de los adultos mayores. Se utilizan fuentes legibles, iconos claros y un diseño simplificado para una fácil navegación (Choi, M., et al., 2016).
- ★ ***Asignación de Tareas y Ejercicios Personalizados:*** Asignación de tareas y ejercicios basados en el nivel de deterioro cognitivo y las preferencias del usuario (Klasnja, P., et al., 2011).
- ★ ***Sistema de Gamificación***: Incorporación de gamificación que transforma las rutinas y ejercicios en desafíos atractivos. Los usuarios ganan puntos y recompensas al completar tareas, lo que fomenta la participación activa y la constancia (Hamari, J., et al., 2014).
- ★ ***Mascota o Planta Virtual:*** Propuesta de incorporación de una mascota o planta virtual que el usuario debería cuidar y mantener. Este enfoque se basa en la psicología de la responsabilidad y el afecto hacia las mascotas, lo que motiva a los usuarios a seguir sus rutinas (Ishibuchi, T., et al., 2016).
- ★ ***Seguimiento y Registro de Progreso:*** Registro del progreso del usuario y retroalimentación positiva. Los usuarios podrían ver cómo están avanzando, lo que refuerza su sentido de logro (West, J. H., et al., 2019).

La integración de factores motivacionales en el front-end de la plataforma es esencial para mejorar la adherencia y la motivación de los adultos mayores. Los estudios han demostrado que la gamificación y la presencia de mascotas virtuales pueden tener un impacto positivo en la adhesión a las rutinas de salud (Johnson, D., et al., 2016).

4- Árbol decisión, logic-end

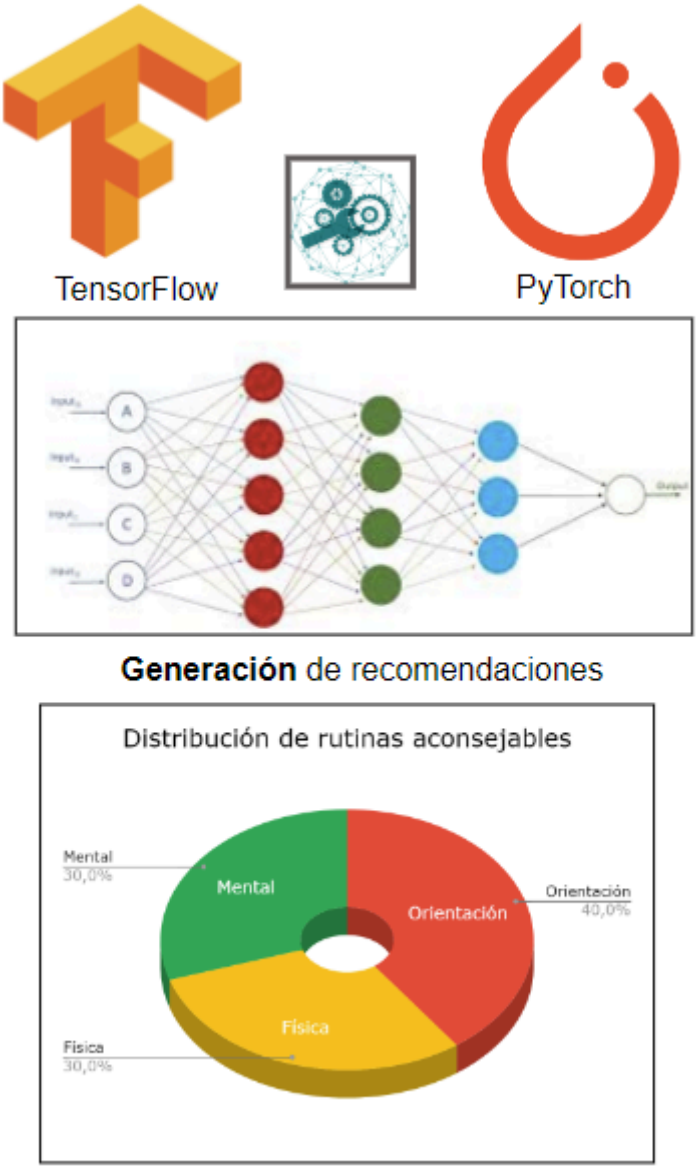


Figura 3: Mapa mental del apartado de administración y gestión de rutinas.

El componente logístico del modelo conceptual diseñado para este ecosistema se materializa en forma de un árbol de decisión inteligente, una poderosa herramienta que utiliza el aprendizaje automático y la inteligencia artificial para guiar al personal de una residencia de adultos mayores en la selección de tablas de ejercicios. Este árbol de decisión es el resultado de una lógica bien fundamentada que se basa en una comprensión profunda de las necesidades y capacidades de la población mayor. Además, se adaptaría de manera

dinámica, teniendo en cuenta las preferencias y condiciones cambiantes de los residentes (Sindelar CV, Liu D., 2017).

El Rol del Árbol de Decisión en la Promoción del Envejecimiento Activo y Saludable:

El árbol de decisión inteligente se convertiría en una guía invaluable para el personal de la residencia de adultos mayores al seleccionar las tablas de ejercicios más adecuadas para un grupo específico de residentes. Se consideran una variedad de factores, como la capacidad física, las preferencias individuales y los objetivos de bienestar de cada persona. Además, la lógica detrás de este árbol de decisión se basaría en la evidencia científica y las mejores prácticas en el campo de la salud para garantizar que las actividades propuestas sean seguras y efectivas.

Este enfoque logístico no sólo promueve un envejecimiento activo y saludable, sino que también optimiza los recursos y el tiempo del personal de la residencia al proporcionar un marco estructurado para la toma de decisiones. La lógica sólida detrás de este árbol de decisión es esencial para garantizar que las actividades de estimulación cognitiva y física sean beneficiosas y apropiadas para cada individuo, contribuyendo así al bienestar integral de la población mayor.

Se presentan ejemplos de cómo el deep learning se aplicaría con el agente conversacional integrado en un Echo Show 10 para la atención a adultos mayores

4.1- Recomendador

El motor de Deep learning en el core del modelo conceptual del ecosistema que recomendaría una ficha de actividades personalizadas y adaptadas que incluyen, tareas de orientación, estimulación cognitiva y físicas para adultos mayores (Anshul Adve et al, 2021). Una ficha que tendría en cuenta el público para el que están diseñadas estas actividades, principalmente sus limitaciones físicas y psíquicas que han sido evaluadas clínicamente. Una toma de decisión que tendría en cuenta por tanto estos valores y propone acciones estimulantes y de refuerzo que les permiten estar activos. Una motivación que se consigue con la gamificación controlada desde el apartado de administración y que se disfruta de forma individual mediante la aplicación móvil por cada usuario.

4.2- Control de cambios de estado

Las evaluaciones periódicas permitirían llevar un registro del estado de ánimo y de salud de los pacientes mediante test psicométricos validados clínicamente y adaptados a su versión digital con los agentes conversacionales.

Como posible mejora, sería de interés la incorporación del módulo de análisis de voz, que permitirían trabajar con los audios de las conversaciones. De modo que el procesamiento de lenguaje natural y el análisis de voz permitiría detectar cambios en el estado de ánimo de los adultos mayores durante las conversaciones y proporcionar orientación o alertas según sea necesario (Weiss, G., Goldberg, Y., & Yahav, E., 2018).

4.3- Interacción Multimodal

La brecha digital y las dificultades relacionadas con la movilidad y la visión son obstáculos comunes que pueden dificultar su acceso a la tecnología. En este contexto, la interacción intermodal, que permitiría el uso de múltiples modalidades de entrada y salida, se ha convertido en un avance esencial en la mejora de la experiencia de interacción de la población mayor con dispositivos electrónicos. Este entregable explica el modelo conceptual que explora cómo la interacción intermodal beneficia a la población mayor y contribuye a superar los desafíos tecnológicos a los que se enfrentan.

La literatura científica da muestras de las ventajas que aporta este tipo de interacción multimodal, entre ellas:

- ★ ***Accesibilidad Mejorada:*** La interacción intermodal, que combina comandos de voz, gestos y pantallas táctiles, aumenta la accesibilidad de los dispositivos electrónicos para la población mayor. Esto permite a las personas utilizar la modalidad que mejor se adapte a sus habilidades y preferencias, reduciendo las barreras tecnológicas (Kurniawan, S. H., 2008).
- ★ ***Facilitación de la Comunicación:*** La capacidad de interactuar mediante voz y videoconferencias en dispositivos electrónicos proporciona a los adultos mayores una herramienta efectiva para mantener la comunicación con familiares y amigos, lo que contribuye a combatir la soledad y el aislamiento social (Mynatt, E. D., et al., 2000).

- ★ ***Asistencia en la Vida Diaria:*** Los dispositivos electrónicos con interacción intermodal pueden proporcionar asistencia en la vida diaria, como recordatorios de

medicamentos, consejos de salud y seguimiento de rutinas de ejercicios, lo que mejora la calidad de vida y la autonomía (Hawkey, K., et al., 2018).

- ★ ***Mayor Inclusividad en Entretenimiento y Educación:*** La interacción intermodal en dispositivos permite un acceso más amplio a contenido de entretenimiento y educativo. Esto puede incluir la reproducción de audiolibros, el acceso a aplicaciones educativas y la participación en juegos interactivos, promoviendo así el aprendizaje continuo y el entretenimiento (Klimova, B., et al., 2019).
- ★ ***Facilitación de la Navegación Web:*** La interacción intermodal también puede mejorar la navegación por Internet para la población mayor. Permite la búsqueda por voz y la navegación táctil en pantalla, lo que simplifica la exploración de información en línea (Lorenzo-Trueba, J., et al., 2017).

5- Resumen

Este entregable sumerge al lector en la propuesta de un modelo conceptual que plantea un ecosistema de gestión de rutinas y hábitos saludables dirigido a la población mayor, donde la integración de la salud mental y física se convierte en el pilar fundamental para promover un envejecimiento activo y de calidad. A través de la combinación tecnológica de vanguardia, prevención y apoyo personalizado, este enfoque ofrecería una perspectiva esperanzadora para el futuro del bienestar de las personas mayores de todo el mundo.

Entre otros aportes estaría la parte lógica de un ecosistema de gestión de rutinas y hábitos saludables que desempeña un papel crítico en la promoción del envejecimiento activo y saludable. La incorporación de un árbol de decisión inteligente respaldado por la lógica y el aprendizaje automático que proporciona una guía precisa y personalizada al personal de una residencia de adultos mayores, asegurando que las actividades sean apropiadas y efectivas. Este enfoque lógico sería esencial para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la tecnología en la mejora de la calidad de vida de la población mayor. Donde el aporte tecnológico proviene de la incorporación de deep-learning como proceso previo a alimentar un recomendador de rutinas.

Además, al introducir el uso de dispositivos como Echo Show 10 que incorpora la interacción intermodal se convertiría en un recurso esencial para la población mayor. Facilita la accesibilidad, mejora la comunicación, proporciona asistencia en la vida diaria, aumenta la inclusividad en entretenimiento y educación, y facilita la navegación web. Estos aportes son fundamentales para superar los desafíos tecnológicos y mejorar la calidad de vida de la población mayor en un mundo cada vez más digitalizado.

En resumen, el propósito fundamental de este modelo conceptual de prototipo de ecosistema es establecer un entorno de recopilación de información que resulte intuitivo y natural para las personas mayores, al tiempo que cumple con los estándares psicométricos necesarios. Se llevaría a cabo un análisis detallado de aspectos específicos, que incluyen áreas cognitivas particulares y síntomas relacionados con la depresión y el comportamiento, entre otros.

Los servicios que conforman este modelo conceptual de sistema son impulsados por un agente conversacional inteligente, y su objetivo principal es fomentar el envejecimiento activo al promover la participación tanto en actividades físicas como cognitivas. Además, se busca preservar y fortalecer la reserva cognitiva de los usuarios.

Por lo tanto, el objetivo principal de este entregable es presentar el modelo conceptual basado en inteligencia artificial.

6- Personal participante

- Investigadores Principales (IPs)
  - Luis Eulogio Anido Rifón (Uvigo)
  - Luis Modesto Álvarez Sabucedo (Uvigo)

- Equipo de Investigación (EI)
  - Manuel Fernández Iglesias (Uvigo)
  - Martín Llamas Nistal (Uvigo)
  - Manuel Gandoy Crego (USC)
  - Marcos Pazos Couselo (USC)
  - Manuel Caeiro Rodríguez (Uvigo)
  - Juan Manuel Santos Gago (Uvigo)
  - Fernando Ariel Mikic Fonte (Uvigo)

- Equipo de Trabajo (ET)
  - Alba Elena Martínez Santos (USC)
  - César Bugallo Carrera (USC)
  - Sonia María Valladares Rodríguez (USC)
  - Martín Liz Domínguez (Uvigo)
  - Moises Ruben Pacheco Lorenzo (Uvigo)

- Personal Contratado (PC)
  - Iván Otero González

7- Referencias

Anshul Adve, Colleen Robichaux, Alexander Yong, An efficient algorithm for deciding vanishing of Schubert polynomial coefficients, Advances in Mathematics, Volume 383, 2021, 107669, ISSN 0001-8708, https://doi.org/10.1016/j.aim.2021.107669.

Choi, M., et al. (2016). Design Considerations for Elderly Users in User Interface Development. Procedia Computer Science, 98, 463-468.

Delaney H, Devane D, Hunter A, Hennessy M, Parker A, Murphy L, Cronin P, Smith V. Limited evidence exists on the effectiveness of education and training interventions on trial recruitment; a systematic review. J Clin Epidemiol. 2019 Sep;113:75-82. doi:10.1016/j.jclinepi.2019.05.013 Epub 2019 May 22. PMID: 31128220.

Finkelstein, J., et al. (2018). Mobile app to reduce inactivity in sedentary overweight women. Studies in Health Technology and Informatics, 245, 107-111.

Giné-Garriga, M., et al. (2014). The effect of functional circuit training on physical frailty in frail older adults: a randomized controlled trial. Journal of Aging and Physical Activity, 22(4), 526-534.

Hamari, J., et al. (2014). Does gamification work?--a literature review of empirical studies on gamification. 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences (pp. 3025-3034).

Hassan, A. R., et al. (2018). Data privacy in the internet of things: A survey. IEEE Internet of Things Journal, 5(5), 3656-3674.

Hawkey, K., et al. (2018). Smart speakers vs. smartphones for voice-based health assistants. In Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (p. 364).

Ishibuchi, T., et al. (2016). Exploring the effects of dog ownership and animal-assisted therapy on the self-esteem of elderly people. In Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 4088-4100).

Johnson, D., et al. (2016). The Gamification of Cognitive Training: Older Adults' Perceptions of and Attitudes toward Digital Game-Based Interventions. Topics in Geriatric Rehabilitation, 32(3), 165-174.

Klasnja, P., et al. (2011). Supporting Patient-Provider Interactions: Design Considerations for Mobile Health. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 153-162).

Klimova, B., et al. (2019). The use of smart speakers in the lives of the elderly. American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias®, 34(6), 385-390.

Kurniawan, S. H. (2008). Older people and mobile phones: A multi-method investigation. International Journal of Human-Computer Studies, 66(12), 889-901.

Lee, M. (2006). Promoting mental health and well-being in later life: A first report from the UK Inquiry into Mental Health and Well-Being in Later Life. Mental Health Foundation.

Lorenzo-Trueba, J., et al. (2017). Using vocal gestures for web search tasks on touch-screen devices. In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (p. 6075).

Lourida, I., et al. (2019). Association of Lifestyle and Genetic Risk with Incidence of Dementia. JAMA, 322(5), 430-437.

Mynatt, E. D., et al. (2000). Providing independence for the elderly with the Responsive Workbench. In Proceedings of the 2000 ACM conference on Universal Usability (pp. 75-82).

Oliveira, B. M., et al. (2020). Personalized health recommendations for the elderly using IoT and big data. Future Generation Computer Systems, 108, 525-542.

Sindelar CV, Liu D. Tracking Down Kinesin's Achilles Heel with Balls of Gold. Biophys J. 2017 Jun 20;112(12):2454-2456. doi: 10.1016/j.bpj.2017.05.008. PMID: 28636903; PMCID: PMC5479109.

Weiss, G., Goldberg, Y., & Yahav, E. (2018). On the practical computational power of finite precision RNNs for language recognition. arXiv preprint arXiv:1805.04908.

West, J. H., et al. (2019). There's an App for That: Content Analysis of Paid Health and Fitness Apps. Journal of Medical Internet Research, 21(3), e13657.

8- Lista de acrónimos

EU	Experiencia de usuario