

Aceptabilidad del uso de dispositivos con interfaces de usuarios en la rehabilitación motora neurológica

Acceptability Of The Use Of Devices With User Interfaces In Neurological Motor Rehabilitation

Julia Caridad Coromina Hernández¹ <https://orcid.org/0000-0002-5979-7697>

Milvia Pérez Pérez¹ <https://orcid.org/0000-0002-1683-5219>

Leidy García Morales^{2*} <https://orcid.org/0000-0003-2627-4790>

Alexis Soto Lavastida² <https://orcid.org/0000-0003-1947-5500>

Miguel Ángel Álvarez González² <https://orcid.org/0000-0001-8718-8509>

¹Universidad de La Habana. Instituto Superior de Diseño (ISDi). La Habana, Cuba.

²Instituto de Neurología y Neurocirugía. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: leidy.gmc@gmail.com

RESUMEN

Introducción: El avance de las nuevas tecnologías ha contribuido a elevar las opciones de interacción de las personas con los productos a partir del empleo de las interfaces de usuario. El uso de dispositivos con interfaces de usuario, diseñados como soportes orientados a la rehabilitación neurológica, puede potenciar y diversificar este proceso en contextos intra hospitalarios y extra hospitalarios.

Objetivo: Identificar los criterios que determinan la aceptabilidad de estos dispositivos en la rehabilitación motora de pacientes con enfermedades neurológicas.

Métodos: La muestra estuvo conformada por 31 pacientes del Instituto de Neurología y Neurocirugía tributarios de rehabilitación motora y un grupo control (N = 62) con sujetos sanos. Se construyó un cuestionario con 32 ítems que exploran los criterios de aceptabilidad de las interfaces de usuario. La versión final del

cuestionario se obtuvo de la evaluación según criterio de expertos y el cálculo de la consistencia interna mediante el alfa de Cronbach. A los valores obtenidos durante la aplicación del cuestionario se les realizó un análisis factorial usando como método de rotación el varimax normalizado. El criterio para extracción de factores fue el método de autovalores de Scree.

Resultados: La aceptabilidad del uso de dispositivos con interfaces de usuario está condicionada por tres categorías fundamentales: seguridad, expectativas y facilidad de asimilación.

Conclusiones: La aceptabilidad de estos dispositivos depende de garantizar la seguridad en su uso, cumplir con las expectativas de una rehabilitación autónoma y hacer evidente y viable su facilidad de asimilación. Contar con estos criterios redundante en la obtención de requerimientos ergonómicos para el diseño de estos dispositivos.

Palabras clave: aceptabilidad; interface de usuario; rehabilitación motora neurológica; ergonomía.

ABSTRACT

Introduction: The advance of new technologies has contributed to raising the interaction options of people with products from the use of user interfaces. The use of devices with user interfaces, designed as supports aimed at neurological rehabilitation, can enhance and diversify this process in intra-hospital and extra-hospital contexts.

Objective: Identify the criteria that determine the acceptability of these devices in the motor rehabilitation of patients with neurological diseases.

Methods: The sample consisted of 31 patients from the Institute of Neurology and Neurosurgery who needed motor rehabilitation and a control group (N = 62) with healthy individuals. A questionnaire with 32 items was created and it explored the acceptability criteria of user interfaces. The final version of the questionnaire was obtained from the evaluation according to expert criteria and the calculation of internal consistency using Cronbach's alpha. To the values obtained during the application of the questionnaire, there was performed a factor analysis using the

normalized varimax as the rotation method. The criterion for factor extraction was the Scree eigenvalue method.

Results: The acceptability of the use of devices with user interfaces is conditioned by three fundamental categories: security, expectations and ease of assimilation.

Conclusions: The acceptability of these devices depends on guaranteeing safety in their use, meeting the expectations of an autonomous rehabilitation and making evident and viable their ease of assimilation. Having these criteria, results in obtaining ergonomic requirements for the design of these devices.

Keywords: acceptability; user interface; neurological motor rehabilitation; ergonomics.

Recibido: 04/10/2020

Aceptado: 08/02/2021

Introducción

La sociedad ha estado inmersa en una evolución de las tecnologías durante las últimas décadas. Esto ha provocado una presencia cada vez mayor en la vida cotidiana de soportes tecnológicos e informáticos, que serán capaces de elevar la calidad de vida, en la medida en que se adapten a las particularidades de los usuarios y aumenten así su independencia y participación social.

Estas nuevas plataformas tecnológicas han contribuido a elevar la opciones de interacción de los sujetos con los productos al aumentar los diferentes recursos para la comunicación, desde textos, diagramas, ilustraciones gráficas, representaciones tridimensionales hasta pantallas táctiles, interacción basada en gestos y ambientes de realidad virtual, en vista a *mejorar* la eficiencia operacional y buscando proveer una interacción más natural entre humanos y dispositivos, más similares a las “interacciones en el mundo real”.⁽¹⁾

El medio a través del cual ocurre la comunicación del sujeto con los dispositivos son las interfaces de usuario, consideradas como un componente principal de los sistemas interactivos, al conectar a los usuarios finales con la funcionalidad del producto.⁽²⁾ Su flexibilidad ha extendido su aplicación tanto a objetos de uso

personal como públicos, con la promesa de favorecer la comunicación, facilitar el aprendizaje, la autonomía y la eficiencia en las relaciones de uso.⁽³⁾

Esta flexibilidad y la autonomía que generan, permite ampliar el uso de dispositivos con interfaces de usuario en áreas como las neurociencias, donde pueden ser empleadas para el diagnóstico, la evaluación y la rehabilitación de pacientes, proceso, este último, imprescindible para que los individuos alcancen la recuperación integral óptima posible, al recobrar su funcionalidad e independencia, mejorando así su calidad de vida.⁽⁴⁾ El empleo de dispositivos con interfaces de usuario diseñadas como soportes orientados a la rehabilitación, pudiera potenciar y diversificar estos procesos en contextos intrahospitalarios y extrahospitalarios. Esto permitirá sistematizar la calidad de la misma y extender sus beneficios, dándole un carácter más sostenible, al permitir que sea desarrollada en el hogar de los pacientes, disminuyendo su movilidad hacia los centros de salud. Las manifestaciones motoras de las enfermedades neurológicas son altamente discapacitantes. Estas pueden expresarse, en grados variables de severidad, con debilidad, atrofia muscular, alteraciones en el tono muscular (hipotonía, rigidez, espasticidad), espasmos musculares dolorosos, movimientos o posturas anormales (disonía, disquinesias, corea, temblor, mioclonías), trastornos en la coordinación del movimiento (ataxia, dismetría, disdadococinesia, asinergia) y alteración en los reflejos osteotendinosos (hiperreflexia o hiporreflexia). Como consecuencia se producen contracturas y fijación de articulaciones que conducen a alteraciones en la postura, deambulación, estabilidad y coordinación del movimiento e interfieren en la rehabilitación y recuperación funcional de estos pacientes.⁽⁵⁾

Se desconoce si los pacientes con enfermedades neurológicas con manifestaciones físico-motoras aceptarán en su rehabilitación el empleo de dispositivos con interfaces de usuario. Es importante entonces contar con un procedimiento que permita conocer las expectativas de este grupo frente a las posibilidades de utilizar estos dispositivos en su rehabilitación.

Para el conocimiento de la aceptación de la nueva tecnología, Renaud y Van Biljon emplean un modelo de tres fases: *objetivación*, *incorporación* y *conversión*.⁽⁶⁾ La *objetivación* está determinada por las influencias sociales y la utilidad percibida. En la *incorporación* se implementan las funciones relevantes mediante el uso, a

través de la experimentación y la exploración, influenciado por la utilidad confirmada, la facilidad de aprendizaje, mientras que en la *conversión*, marcada por el proceso de interacción, se puede llegar a la aceptación o abandono.⁽⁷⁾ De su modelo se puede concluir que percibir la función, la utilidad del producto, así como la evidencia de su facilidad de uso favorece el proceso de aceptación de este.

Para las interfaces de usuario los criterios de funcionalidad son normados por la usabilidad, definida como la medición de la calidad de la experiencia del usuario en interacción con un sistema⁽⁸⁾ requiriendo cumplir con cualidades como: facilidad de aprendizaje, eficiencia, escalabilidad, seguridad, posibilidad de “retorno” al sistema e intuitividad, lo que debe redundar en la satisfacción en el uso e impulsar a los usuarios a reutilizarlo.^(9, 10, 11)

En correspondencia con los planteamientos de la usabilidad, la ergonomía cognitiva, en su interés de hacer compatible la interacción del sistema o producto con las capacidades y limitaciones cognitivas de los usuarios se recomienda que las interfaces de usuario cuenten con propiedades que pueden agruparse en cuatro categorías:

- a) *facilidad de uso*: sustentada por la simplicidad de formas y la organización lógica de la secuencia de uso
- b) *facilidad de asimilación*: favorecer el rápido aprendizaje de la función, los significados de las formas y del modo de uso
- c) *seguridad*: apoyada en las características que garantizan la protección de los usuarios
- d) *satisfacción de sus expectativas*: implementar la utilidad del producto.^(12, 13, 14, 15)

Este trabajo tiene el objetivo de identificar los criterios que determinan la aceptabilidad de dispositivos con interfaces de usuario en la rehabilitación motora de pacientes con enfermedades neurológicas.

Método

Participantes

Se realizó una investigación tipo caso control durante el período de diciembre de 2019 a abril de 2020. La muestra estuvo conformada de la siguiente manera:

Grupo 1

Se seleccionaron 31 pacientes del Instituto de Neurología y Neurocirugía. Los criterios de inclusión fueron: necesidad de rehabilitación motora, ausencia de trastorno cognitivo y voluntariedad. Como criterio de exclusión se consideró el déficit visual. La tabla 1 muestra las características del grupo pacientes.

Tabla 1. Características de la muestra

Diagnóstico	N	Edad - Media	Edad - D.E.	Edad - Mínima	Edad - Máxima
Enfermedad de Parkinson	12	59,42	11,13	41,00	78,00
Enfermedad de Huntington	5	54,40	14,05	31,00	66,00
Esclerosis múltiple	2	37,00	18,38	24,00	50,00
Esclerosis lateral amiotrófica	2	49,50	4,95	46,00	53,00
Distrofia muscular	1	31,00	-	-	-
Distonía	7	61,42	14,69	32,00	77,00
Accidente cerebro vascular	2	74,50	21,92	59,00	90,00

Grupo 2

Grupo control N = 62. Por cada paciente se seleccionaron 2 controles sanos pareados por sexo y edad en rango de cinco años.

Diseño

Se construyó un cuestionario con 32 ítems que exploran las categorías ergonómicas: facilidad de uso, facilidad de asimilación, seguridad y expectativas, definidos como los criterios de aceptabilidad de las interfaces de usuarios.

Se sometió el cuestionario a una evaluación según criterio de expertos sobre su validez de contenido. El grupo estuvo conformado por 7 jueces del área de las neurociencias. La técnica utilizada fue la V de Aiken⁽¹⁶⁾ en su versión modificada por Penfield y Giacobbi.⁽¹⁷⁾ Para el cálculo de los intervalos de confianza, se empleó el método *score* de Wilson (1927)⁽¹⁸⁾ el cual no presenta restricciones en

cuanto a normalidad de distribución de la variable, es asimétrico y altamente exacto.⁽¹⁹⁾ De este criterio de jueces se eliminaron dos ítems.

Se aplicó el cuestionario resultante a los dos grupos de estudio y se calculó la consistencia interna por alfa de Cronbach. Se excluyeron los ítems con una consistencia interna inferior a 0,72, utilizando como punto de corte ítems ≥ 0.70 y menor o igual a 0,95. La versión final del cuestionario se aprecia en la figura 1.

FECHA DE APLICACIÓN: ____/____/____

Nombre y apellidos: _____
 Edad: _____ Sexo: _____ Ocupación: _____
 Escolaridad: _____ Diagnóstico: _____

En la rehabilitación motora pudieran emplearse máquinas o dispositivos controlados por usted mismo en el hogar y sin supervisión permanente de un especialista. A continuación le mostramos un ejemplo de estos dispositivos.



Por favor responda las siguientes preguntas marcando con una cruz (X) en solo una de las opciones:

- ¿Le gustaría poder realizar la rehabilitación usted mismo en su casa, empleando un dispositivo?
 Nada _____ Poco _____ Mucho _____
- ¿Prefiere que su rehabilitación sea con ayuda de un especialista en lugar de usted solo?
 Nada _____ Poco _____ Mucho _____
- ¿Si existiera un estímulo visual de qué color le gustaría que fuesen apareciendo las imágenes del dispositivo?
 Rojo _____ Azul _____ Amarillo _____ Otro _____
- ¿Tiene usted temor a que le pueda coger la corriente al manipular un dispositivo para la rehabilitación?
 Nada _____ Poco _____ Mucho _____
- ¿Considera que el uso de dispositivos para la rehabilitación pueden mejorar su calidad de vida?
 Nada _____ Poco _____ Mucho _____
- ¿Tendría miedo de romper el dispositivo durante la rehabilitación?
 Nada _____ Poco _____ Mucho _____
- ¿Considera difícil aprender a manipular por sí solo algún dispositivo para la rehabilitación?
 Nada _____ Poco _____ Mucho _____
- ¿Preferiría que un familiar cercano lo ayudase a manipular el dispositivo para su rehabilitación?
 Nada _____ Poco _____ Mucho _____
- ¿Piensa que sería muy complicado memorizar los pasos a seguir para la manipulación de dispositivos para la rehabilitación?
 Nada _____ Poco _____ Mucho _____
- ¿Considera que los dispositivos para la rehabilitación pueden ser complicados para cualquier persona?
 Nada _____ Poco _____ Mucho _____
- ¿Considera que los pacientes con enfermedades del Sistema Nervioso pudieran mejorar su calidad de vida solo empleando dispositivos para la rehabilitación?
 Nada _____ Poco _____ Mucho _____

Fig. 1. Cuestionario final.

Una vez obtenida la versión final del instrumento se midió la validez de apariencia con 10 pacientes que se encontraban ingresados en el Instituto de Neurología y Neurocirugía y se encontró que las preguntas del cuestionario eran comprensibles y no se consideraba extenso, siendo su aplicación de aproximadamente 5 minutos. Precizando aceptabilidad y aplicabilidad del instrumento en su versión final.

Análisis estadístico

A los valores obtenidos durante la aplicación del cuestionario a la muestra se les realizó un análisis factorial exploratorio por componentes principales, usando como método de rotación el varimax normalizado. El criterio para extracción de factores fue el método de autovalores de Scree, por el cual se seleccionaron los tres primeros factores que explican el 55 % de la varianza total.

Aspectos éticos

Se les explicó a los participantes los objetivos y características del estudio y se les solicitó su consentimiento a participar en el mismo, así como la posibilidad de abandonar el estudio en el momento que estimaran conveniente. Para garantizar el anonimato, no se solicitó información personal que pudiera identificar a los participantes. La aplicación del cuestionario fue de forma individual.

Resultados

El resultado principal de este estudio se muestra en la tabla 2. En la misma se muestran los autovalores de los factores: seguridad, expectativas y facilidad de asimilación.

Tabla 2. Estructura factorial y saturación de los items

Autovalores y varianza				
	Autovalor	% Varianza Total	Autovalor acumulativo	% Acumulativo
1	3,382041	28,18368	3,382041	28,18368
2	1,853012	15,44177	5,235053	43,62544
3	1,479771	12,33143	6,714824	55,95687
Saturación de cada item				

	Seguridad	Expectativas	Facilidad de asimilación
21-temor-uso-dispositivo	0,822555		
22-temor-corriente-dispositivo	0,786644		
24-temor-romper-dispositivo	0,762596		
5-gusto-tto-casa		0,736859	
7-gusto-tto-solo		0,783234	
23-uso-dispositivo-calidad-vida		0,567094	
29-uso-solo-dispositivo-calidad-vida		0,552184	
12-uso-difícil-dispositivo			0,833585
25-aprender-uso-dispositivo-solo			0,679382
26-preferencia-familiar-uso-dispositivo			0,556314
é27-memorizar-uso-dispositivo			0,729606
28-uso-dispositivo-cualquier-persona			0,483878
Expl.Var	2,517403	1,856555	2,340866
Prp.Totl	0,209784	0,154713	0,195072

El primer factor se refirió a la *seguridad* con la que debe contar cualquier tipo de dispositivo. Este es el más importante porque explicó el 28% de la varianza de la prueba y estuvo conformado por los ítems 21 (temor-uso-dispositivo), 22 (temor-corriente-dispositivo) y 24 (temor-romper-dispositivo).

El segundo factor se refería a las *expectativas* de los sujetos hacia estas nuevas tecnologías y se encontró que explicaba el 15% de la varianza, y los ítems eran 5 (gusto-tratamiento-casa), 7 (gusto-tratamiento-solo), 23 (uso-dispositivo-calidad de vida) y 29 (uso-solo-dispositivo-calidad de vida).

El tercer factor fue la *facilidad de asimilación* que es la capacidad del sujeto de adquirir un conocimiento rápidamente, que explica a su vez el 12% de la varianza del cuestionario, cuyos ítems son 13 (uso,difícil-dispositivo), 25 (aprender-uso-dispositivo-solo), 26 (preferencia-familiar-uso-dispositivo), 27 (memorizar-uso-dispositivo) y 28 (uso-dispositivo-cualquier persona).

Discusión

El análisis de los datos demuestra que la aceptabilidad del uso de dispositivos con interfaces de usuario a ser empleados en la rehabilitación motora de pacientes

neurrológicos está condicionada por tres categorías fundamentales: *seguridad*, *expectativas* y *facilidad de asimilación*.

El criterio más significativo es la capacidad que estos dispositivos deben poseer de ofrecer y demostrar la *seguridad*, basada no sólo en garantizar la protección de los sujetos durante la rehabilitación, también la protección al dispositivo durante su uso, preocupación recurrente en individuos con limitaciones físico-motoras y poco familiarizados con las nuevas tecnologías. Los aspectos ergonómicos referidos a la seguridad del paciente y a la protección técnica del producto ante errores de uso deberán estar considerados en el diseño y serán evidentes en la interfaz. Atributos que denoten disminución de riesgos, solidez, así como elementos de adaptabilidad y retroalimentación en el uso, según las particularidades del paciente, suelen ser características demandadas por los usuarios de rehabilitación que favorecen su confianza.⁽²⁰⁾

Las *expectativas* que genera la posibilidad de contar con dispositivos que faciliten el tratamiento rehabilitador en el contexto hogareño definen en segundo lugar la aceptabilidad.⁽²¹⁾ Para el paciente con discapacidad motora trasladarse hacia los centros asistenciales a realizar la rehabilitación puede ser imposible o muy difícil y es causa, en muchas ocasiones, de abandono de la terapia. Por otra parte, contar con un dispositivo que posibilite hacer la rehabilitación de forma individual, sin depender de un especialista permanente, ofrece al paciente sensación de independencia y autonomía, lo cual puede derivar en mejor estado de ánimo y predisposición para la rehabilitación. El contexto hogareño le ofrece al sujeto un ambiente más familiar, con una mayor red de apoyo y lo más cercano posible a la realización de sus actividades cotidianas. En términos de costo la aplicación de estos dispositivos es útil tanto para el paciente como para los sistemas de salud. En el caso de las instituciones de salud, la utilización de estos dispositivos abarataría la rehabilitación pues, una vez adquirido, los pacientes pueden utilizarlo sin la presencia obligatoria y permanente de un rehabilitador ni el empleo de las áreas de la institución. Para los pacientes evitar el traslado hacia el centro de salud y poder manejar los horarios puede favorecer, incluso, la realización de actividades laborales a tiempo parcial y la reinserción social, que es, en última instancia, el objetivo final de la rehabilitación.^(22, 23)

Así mismo, la *facilidad de asimilación* de estas nuevas tecnologías, expresada en un rápido aprendizaje de las funciones, proporcionado por un significado evidente del modo de usar el producto y de los recursos gráficos que conforman la interfaz sin recurrir a elevados esfuerzos de memorización, será igualmente determinante en la aceptación de éstos soportes tecnológicos. Son considerados aspectos críticos para la asimilación la fácil accesibilidad a los sistemas partir de diseños interactivos que utilicen displays con tamaño e iluminación que faciliten la visualización de este.⁽²⁴⁾ En la rehabilitación motora los tiempos programados para realizar las tareas rehabilitadoras probablemente deban ser más prolongados de lo habitual en dispositivos similares con interfaces de uso recreativo, por ejemplo. Los controles diseñados deberán tener en cuenta la torpeza de movimientos, disminución de la fuerza muscular e incluso disimetría de estos pacientes y considerar el tamaño y distancia entre ellos, adecuados para favorecer el aprendizaje. De igual manera las alteraciones motoras de estos sujetos pueden provocar errores a la hora de accionar la interfaz, por lo que sería importante darles la posibilidad de volver atrás durante la sesión rehabilitadora. Coincidente con el referente teórico, la disposición de los sujetos que padecen alguna enfermedad o trastorno que dificulte su capacidad de movimiento para el uso de estos dispositivos con interfaces de usuario, estará determinada por la rapidez y efectividad en el aprendizaje que estos garanticen. Estudios publicados sobre este tema han evaluado múltiples tipos de dispositivos con interfaces de usuario, de manera general muestran buena aceptación para su uso en la rehabilitación^(22, 23, 24) y manifiestan como necesidad identificada el entrenamiento de los sujetos en el uso de los dispositivos y la adecuación de los soportes tecnológicos a las limitaciones motoras del paciente que les brindaría seguridad durante su uso.⁽²⁴⁾ La aceptabilidad de los dispositivos con interfaces de usuario para la rehabilitación motora en pacientes con enfermedades neurológicas está determinada por la necesidad de garantizar la seguridad en su uso, cumplir con las expectativas de un tratamiento autónomo y hacer evidente y viable su facilidad de asimilación. Contar con estos criterios redundará en la obtención de los requerimientos ergonómicos para el diseño de dispositivos que faciliten la rehabilitación, garantizando así su calidad.

Referencias bibliográficas

1. Herrera R. Interfaces para humanos: más allá de los teclados y ratones. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*. 2015;23(2):162-3.
2. Pitale A, Bhungara A. Human Computer Interaction Strategies—Designing the User Interface. In: IEEE, editor. 2019 International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT); Tirunelveli, India. 2019. pp. 752-8.
3. Ruiz A, Arciniegas JL, Giraldo WJ. Caracterización de marcos de desarrollo de la interfaz de usuario para sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*. 2018;26(2):339-53.
4. Alonso-Valerdi LM, Ramirez- Mendoza RA. Motor imagery based brain-computer interfaces: An emerging technology to rehabilitate motor deficits. *Neuropsychologia*. 2015;79(part B):354-63.
5. Gelber DA. Neurologic Examination in Rehabilitation. *Continuum Lifelong Learning Neurol*. 2011;17(3):449-61.
6. Renaud K, Van Biljon J. Predicting technology acceptance and adoption by the elderly: a qualitative study. In: Enlighten, editor. Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists; Wilderness, South Africa: Universidad de Glasgow; 2008 octubre. pp. 210-9.
7. Li Q, Luximon Y. Understanding Older Adults' Post-adoption Usage Behavior and Perceptions of Mobile Technology. *International Journal of Design*. 2018;12(3):93-110.
8. Bevan N, Carter J, Earthy J, Geis T, Harker S. New ISO standards for usability, usability reports and usability measures. *Human Computer Interaction. Theory, design, Development and practice*; 2016: Springer, Cham.
9. Zahabi M, Kaber DB, Swangnetr M. Usability and safety in electronic medical records interface design: a review of recent literature and guideline formulation. *Hum Factors*. 2015 Aug;57(5):805-34.

10. Dhillon G, Oliveira T, Susarapu S, Caldeira M. Deciding between information security and usability: Developing value based objectives. *Computers in Human Behavior*. 2016;61:656-66.
11. Harte R, Quinlan LR, Glynn L, Rodríguez-Molinero A, Baker PMA, Scharf T, et al. Human-centered design study: enhancing the usability of a mobile phone app in an integrated falls risk detection system for use by older adult users. 2017: 5(5); e71. *JMIR mHealth and uHealth*. 2017 May;5(5):e71.
12. Kalakoski V, Henelius A, Oikarinen E, Ukkonen A, Puolamäki K. Cognitive ergonomics for data analysis. Experimental study of cognitive limitations in a data-based judgement task. *Behaviour and Information Technology*. 2019;38(10):1038-47.
13. Diego-Mas J, Garzon-Leal D, Poveda-Bautista R, Maerzal-Alcaide J. User-interfaces layout optimization using eye-tracking, mouse movements and genetic algorithms. *Applied Ergonomics*. 2019;78:197-209.
14. Pérez M, García-Morales L, Coromina-Hernández JC, Álvarez-González MA, Balmaseda-Serrano R, Manzanero AL. Memoria visual en la tercera edad. Regularidades para el diseño de interfaces. *Ingeniería Industrial*. 2020;41(3):1-11.
15. Mayer S, Gad P, Wolf K, Wozniak PW, Henze N. Understanding the ergonomic constraints in designing for touch surfaces. *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*; 2017; Viena, Austria.
16. Aiken LR. Content Validity and Reliability of Single Items or Questionnaires. *Educational and Psychological Measurement*. 1980;40(4):955-9.
17. Penfield RD, Giacobbi PRJ. Applying a score confidence interval to Aiken's item content-relevance index. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*. 2004;8(4):213-25.
18. Wilson E. Probable inference, the law of succession, and statistical inference. *Journal of the American Statistical Association*. 1927;22(158):209-12.
19. Soto C, Segovia J. Intervalos de confianza asimétricos para el índice la validez de contenido: Un programa Visual Basic para la V de Aiken. *Annals of Psychology*. 2009;25(1):169-71.

20. Ramírez Fernández C, Morán AL, García Canseco E, Montalvo Gómez JR. Evaluation Results of an Ontology-based Design Model of Virtual Environments for Upper Limb Motor Rehabilitation of Stroke Patients. *Methods Inf Med*. 2017 Mar;56(2):145-55.
21. Steiner B, Elgert L, Saalfeld B, Schwartze J, Borrmann HP, Kobelt-Ponick A, et al. Health-enabling technologies for telerehabilitation of the shoulder: a feasibility and user acceptance study. *Methods Inf Med*. 2020;Aug 10:artículo en impresión.
22. Lennon S, McKenna S, Jones F. Self-management programmes for people post stroke: a systematic review. *Clin Rehabil*. 2013;27(10):867-78.
23. Stephenson A, Pedlow K, McDonough Z, Holmes D, Charles D, Barbabella F, et al. Evaluation of the acceptability and usability of the MAGIC-GLASS virtual reality solution as part of the care pathway in people with acute, sub-acute and chronic stroke: a study protocol. *Physical Therapy Reviews*. 2020;25(2):118-27.
24. Vaezipour A, Whelan BM, Walk K, Theodoros D. Acceptance of rehabilitation technology in adults with moderate to severe traumatic brain injury, their caregivers, and healthcare professionals: a systematic review. *J Head Trauma Rehabil*. 2019 Jul/Aug;34(4):e67-e82.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribución de autoría

Conceptualización: Julia Caridad Coromina Hernández, Milvia Pérez Pérez.

Análisis formal: Miguel Ángel Álvarez González.

Investigación: Julia Caridad Coromina Hernández.

Metodología: Leidy García Morales, Milvia Pérez Pérez.

Administración del proyecto: Milvia Pérez Pérez, Leidy García Morales.

Recursos: Alexis Soto Lavastida.

Supervisión: Miguel Ángel Álvarez González.

Validación: Milvia Pérez Pérez.

Visualización: Julia Caridad Coromina Hernández.

Redacción del borrador original: Milvia Pérez Pérez, Julia Caridad Coromina Hernández

Redacción, revisión y edición: Leidy García Morales.