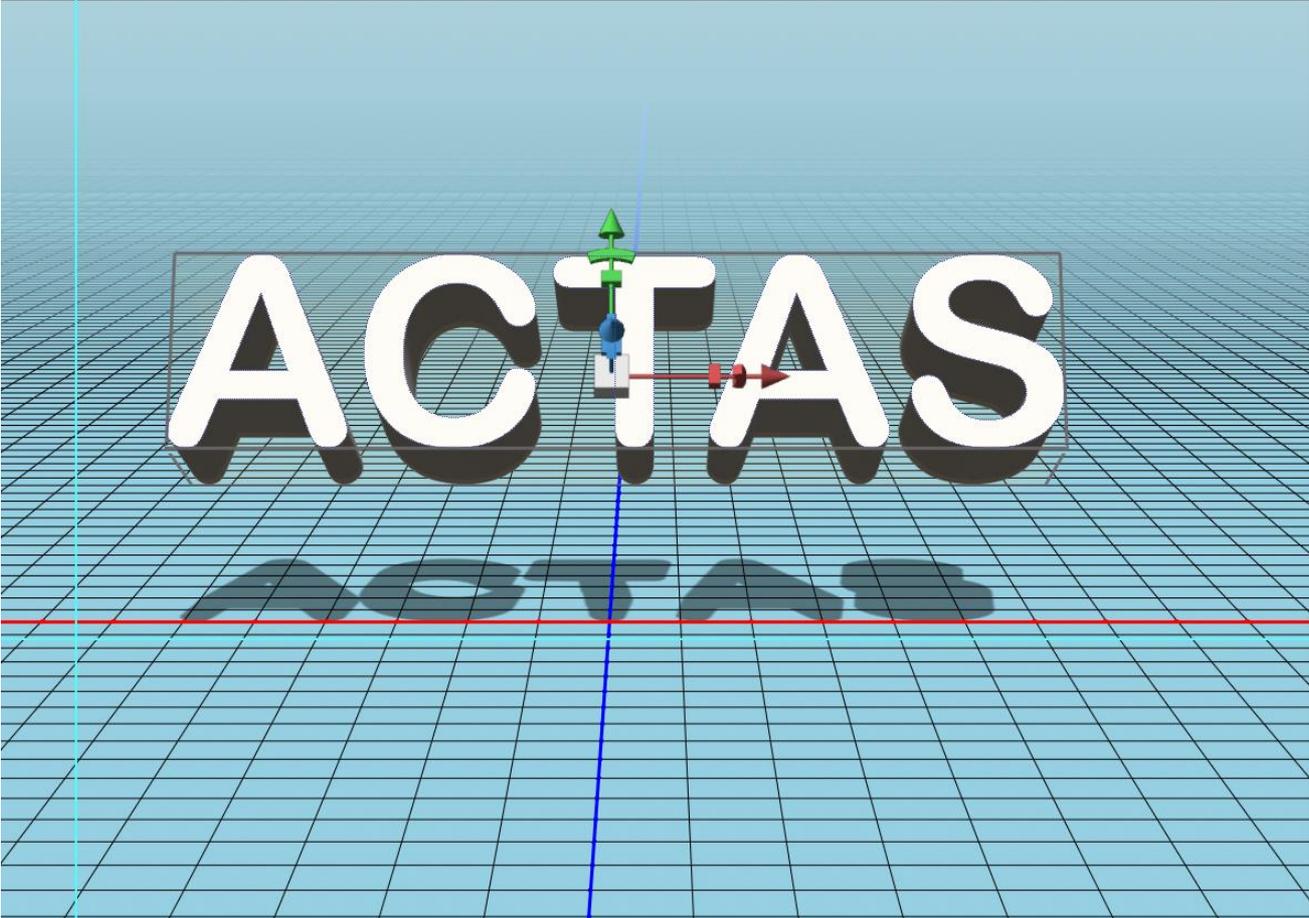


**XXI Congreso Internacional
Interacción Persona-Ordenador
INTERACCIÓN 20/21**



ACTAS

A 3D rendering of the word "ACTAS" in white, bold, sans-serif capital letters. The letters are positioned on a blue grid floor that recedes into the distance. A 3D coordinate system is centered on the letter 'T', with a green arrow pointing up, a blue arrow pointing left, and a red arrow pointing right. A red horizontal line is drawn across the grid in the foreground. The background is a light blue gradient.

Editores:

Arcadio Reyes-Lecuona

Presidente del Comité de Programa de INTERACCIÓN 20/21

Luis Molina-Tanco

Blanca Montalvo-Gallego

Cristina Manresa-Yee

Carina González-González

Co-presidentes del comité de programa de INTERACCIÓN 20/21

Daniel González-Toledo

María Cuevas-Rodríguez

Responsables de otras contribuciones incluidas en INTERACCION 20/21

© UMA Editorial. Universidad de Málaga

Bulevar Louis Pasteur, 30 (Campus de Teatinos) - 29071 Málaga

www.umaeditorial.uma.es

© Los autores

Diseño y maquetación: Los autores

ISBN: 978-84-1335-113-1



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:

Reconocimiento - No comercial - SinObraDerivada (cc-by-nc-nd):

<http://creativecommons.org/licences/by-nc-nd/3.0/es>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Actas



**Actas del XXI Congreso Internacional de
Interacción Persona-Ordenador
INTERACCIÓN 20/21**



<https://www.interaccion2021.uma.es>

22-24 de septiembre 2021, Málaga, España

Índice	5
Editorial congreso	7
Programa	9
Conferencia invitada. <i>Laboratorio de Luz. Arte e interacción persona ordenador</i>. M^a José Martínez de Pisón Ramón	15
Comités científicos	17
Artículos científicos largos	21
Artículos científicos cortos	39
Artículos relevantes ya publicados	97
Presentaciones de grupos de investigación	111
Coloquios doctorales	125
Trabajos Fin de Grado o Máster	143

EDITORIAL DEL CONGRESO

En la presente publicación se recogen los trabajos aceptados en las diferentes modalidades para su presentación en el XXI Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (INTERACCIÓN 20/21), que se celebra del 22 al 24 de septiembre de 2021 en Málaga, dentro del marco del V Congreso Español de Informática (CEDI 20/21). Esta edición del congreso ha estado marcada por la pandemia de SARS-Cov-2 que ha paralizado al mundo entero. Por este motivo, el CEDI 2020, cuya celebración estaba inicialmente prevista para septiembre de 2020 tuvo que aplazarse un año. Esto supuso también el aplazamiento de INTERACCIÓN 2020, por lo que este año, el congreso recoge trabajos desarrollados por la comunidad IPO durante los dos últimos y difíciles años, lo que hemos querido reflejar en el acrónimo INTERACCIÓN 20/21.

Este congreso es promovido por la Asociación de Interacción Persona-Ordenador (AIPO), junto al capítulo español de ACM SIGCHI (CHISpa), y su organización ha recaído en esta ocasión, en el grupo de DIANA de la Universidad de Málaga. Para poder celebrar esta edición hemos contado con la ayuda de la organización de CEDI 20/21 y el apoyo financiero del Departamento de Tecnología Electrónica y del Grupo de investigación DIANA, ambos de la Universidad de Málaga.

La Asociación para la Interacción Persona-Ordenador (AIPO) lleva organizando este congreso desde el año 2000 (Granada), habiéndose celebrado durante sucesivas ediciones en Salamanca (2001), Leganés (2002), Vigo (2003), Lleida (2004), Granada (durante la celebración del CEDI 2005), Puertollano (2006), Zaragoza (durante la celebración del CEDI 2007), Albacete (2008), Barcelona (2009), Valencia (durante la celebración del CEDI 2010), Lisboa (2011), Elche (2012), Madrid (durante la celebración del CEDI 2013), Tenerife (2014), Vilanova i la Geltru (Barcelona) (2015), Salamanca durante la celebración del CEDI 2016, Cancún (México) (2017), Palma de Mallorca (2018), Donostia - San Sebastián (2019) y ahora Málaga (durante la celebración del CEDI 2021).

A través de las distintas ediciones, Interacción se ha consolidado como uno de los congresos nacionales más relevantes, siendo actualmente punto de referencia no sólo para la comunidad investigadora en Interacción Persona Ordenador nacional, sino también para la internacional. En sus comunicaciones podemos ver diferentes y nuevas perspectivas de la investigación y desarrollo de la IPO tanto desde el punto de vista académico, como el social y el empresarial. A partir de los distintos proyectos acometidos, Interacción, junto con AIPO, ha suscitado el interés de investigadores de los distintos campos (informática, telecomunicaciones, biblioteconomía, arte y diseño, psicología, sociología, etc.) que componen un área multidisciplinar como es la Interacción Persona-Ordenador.

El objetivo principal de INTERACCIÓN 20/21 es reunir a investigadores, estudiantes y profesionales de la Interacción Persona-Ordenador (IPO), procedentes tanto del mundo académico como de la industria, para promover la presentación de propuestas innovadoras, el intercambio de ideas y la discusión. INTERACCIÓN 20/21 tiene un enfoque multidisciplinar de la Interacción Persona-Ordenador atrayendo a quienes trabajan, además de en informática, en áreas afines, como arte, diseño, psicología, sociología, etc. En esta edición se ha puesto especial énfasis en atraer a aquellas personas que trabajan en el campo del Arte Interactivo. No obstante, las contribuciones podían abordar cualquier tema relacionado con la Interacción Persona-Ordenador, en un sentido amplio, considerando la naturaleza multidisciplinaria de esta área de investigación.

En esta edición se han recibido un total de 51 contribuciones científicas. Todas ellas han sido revisadas por el comité de programa o alguno de los comités de las sesiones especiales. Este año se han organizado dos sesiones especiales: la "Sesión especial EnGendering

Technologies (EGT)” y la “Sesión especial sobre Ética e interacción humano computador”. De todas las contribuciones recibidas, se han aceptado 34 en su categoría de envío original (66%) y 4 originalmente enviados como artículos largos han sido aceptados como artículos cortos, lo que supone un total de 38 ponencias científicas y una tasa de aceptación del 74%. De estas 38 contribuciones, aquellas escritas en inglés (un total de 25) han sido publicados en la ACM Digital Library. Las presentes actas recogen las 13 contribuciones restantes, escritas en castellano, así como enlaces a las contribuciones publicadas en la ACM Digital Library.

Además de estas contribuciones en forma de artículos de congreso, se han presentado intercalados en las sesiones temáticas un total de 6 reseñas de artículos relevantes ya publicados en revistas. Por otro lado, los dos primeros premios y los dos accésits de la 6ª edición del Concurso de Trabajos Final de Grado (TFG) y Trabajos Final de Máster (TFM) en IPO, convocado por AIPO han sido también incluidos en las sesiones temáticas. A todo esto, hay que añadir la presentación de 5 grupos de investigación y 6 proyectos de tesis doctoral, como parte del coloquio doctoral organizado también durante el congreso. Todo esto hace un total de 59 ponencias repartidas a lo largo de los tres días del congreso en dos sesiones paralelas. Estas actas recogen todas estas contribuciones.

En esta edición, como parte del compromiso por integrar a los investigadores que trabajan en el campo del arte interactivo, contamos con una conferencia invitada titulada “Laboratorio de Luz. Arte e Interacción Persona-Ordenador”, impartida por María José Martínez de Pisón, profesora del Departamento de Pintura de la Universitat Politècnica de València y miembro fundador del grupo de investigación Laboratorio de Luz de la Universitat Politècnica de València, a la que agradecemos profundamente su participación.

Queremos agradecer a los organizadores del CEDI 2021 y a las entidades colaboradoras su ayuda para la celebración de este congreso, a la dirección de AIPO por su apoyo institucional, financiero e incondicional, a los miembros del Capítulo en España del ACM SIGCHI CHISPA por el soporte científico. Asimismo, queremos agradecer a los miembros del comité de programa y de los comités de las sesiones especiales por su trabajo en la revisión de las contribuciones, así como por su apoyo en la difusión e implicación en el evento. Queremos finalmente mostrar un agradecimiento muy especial a los miembros del comité organizador local, el Grupo e Investigación DIANA (Diseño de Interfaces Avanzados), de la Universidad de Málaga, por el enorme trabajo que supone la organización de un evento como este.

Arcadio Reyes Lecuona

Presidente del Comité de Programa de INTERACCIÓN 20/21

Luis Molina Tanco

Blanca Montalvo Gallego

Cristina Manresa Yee

Carina González González

Co-presidentes del comité de programa de INTERACCIÓN 20/21

PROGRAMA

Miércoles 22/09/2021	
10:00 – 10:30 Bienvenida a Interacción 20/21	
10:30 – 11:30 Accesibilidad 1	
<i>Towards the creation of accessible charts for the visually impaired.</i> Ana Paula Scariot, Luis Gerardo Montané-Jiménez y Maria del Carmen Mezura Godoy. https://doi.org/10.1145/3471391.3471425	
<i>Analysis on the creation of accessible documents with Microsoft Word online in the field of education.</i> Jordi Roig, Mireia Ribera y David Martín. https://doi.org/10.1145/3471391.3471423	
<i>Methodology for heuristic evaluation of the accessibility of statistical charts for people with low vision and color vision deficiency.</i> Rubén Alcaraz Martínez, Mireia Ribera y Toni Granollers Saltiveri.	99
10:30 – 11:30 Realidad Extendida 1	
<i>Investigating Augmented Reality Educational Games for Head-Mounted Devices.</i> Telmo Zarranonandia, Paloma Díaz, Alejandro Rey, Ignacio Aedo y Teresa Onorati. https://doi.org/10.1145/3471391.3471410	
<i>Influencia del Audio 3D en la Percepción de la Ganancia de Rotación en un Entorno Virtual. Un Estudio Piloto.</i> Ana Márquez-Moncada, Hauke-Luis Bottcher, Daniel González-Toledo, María Cuevas-Rodríguez, Luis Molina-Tanco y Arcadio Reyes-Lecuona.	61
<i>Relevance of non-activity representation in traveling user behavior profiling for adaptive gamification.</i> Maria Dalponte Ayastuy y Diego Torres. https://doi.org/10.1145/3471391.3471431	
12:00 – 13:30 Conferencia invitada	
<i>Laboratorio de Luz. Arte e Interacción Persona-Ordenador.</i> María José Martínez de Pisón	15
15:00 – 16:30 Accesibilidad 2	
<i>Propuesta de plantilla de informes de evaluación de accesibilidad desde la perspectiva de la experiencia del usuario accesible (AUX).</i> Afra Pascual, Ruben Alcaraz Martínez, Toni Granollers y Mireia Ribera Turro.	83
<i>A Machine Learning Based Sign Language Interpretation System for Communication with Deaf-mute People.</i> Muhaimin Bin Munir, Fariha Raisa Alam, Shadman Ishrak, Sonaila Hussain, Md. Shalahuddin y Muhammad Nazrul Islam. https://doi.org/10.1145/3471391.3471422	
<i>Automatic captions on video calls, a must for the elderly. Using Mozilla DeepSpeech for the STT.</i> Eduardo Nacimiento-García, Carina Gonzalez-González y Francisco Luis Gutiérrez Vela. https://doi.org/10.1145/3471391.3471392	

	<i>Designing and Evaluating a User Interface for People with Cognitive Disabilities</i> . Lourdes Moreno, Rodrigo Alarcon y Paloma Martínez. https://doi.org/10.1145/3471391.3471400	
15:00 – 16:30 Presentación de Grupos de Investigación		
	<i>Grupo de investigación IKERSOINU. Arte sonoro e interacción</i> . Enrique Hurtado, Josu Rekalde y Mikel Arce.	113
	<i>Grupo de investigación: Laboratorio interuniversitario para el procesado de señales biomédicas y de fijación de la mirada</i> . Gonzalo Joya-Caparrós, Rafael M. Ávila Ávila, Rodolfo V. García Bermúdez and Jacqueline Medrano Montero	115
	<i>Interacciones y perversiones entre nuevos (viejos) medios desde el Laboratorio de Creaciones Intermedia (LCI)</i> . Miguel Molina-Alarcón, Stefano Scarani, Griselda Morales, Daniel T. Marquina, Elia Torrecilla, Leonardo Gómez-Haro, Jaume Chornet-Roig, Angelica Rodriguez Chavez, André Ricardo do Nascimento y Francisco Martí-Ferrer.	117
	<i>Proyecto Índigo! Grupo de investigación en tecnologías educativas y de asistencia a personas con diversidad funcional intelectual</i> . Germán Montoro, Xavier Alamán, Rosa Carro, Ruth Cobos, Javier Gomez, Francisco Jurado, Jaime Moreno, Álvaro Ortigosa, Pilar Rodríguez, Estefanía Martín, Miguel Gea, Dulce María Romeo, José Luis Cuesta, Raquel De la Fuente y Gerardo Herrera.	121
	<i>Grupo Computer-Human Interaction and Collaboration (CHICO) – UCLM</i> . Miguel Ángel Redondo Duque, Manuel Ortega, Crescencio Bravo, Ana Isabel Molina, Carmen Lacave y Yoel Arroyo.	123

Jueves 23/09/2021

09:30 – 11:30 Coloquio Doctoral

<i>Ecosistema Digital para la Rehabilitación Combinada de Niños en Educación Inicial con Déficit Psicomotor Leve.</i> María Libertad Aguilar Carlos, Jaime Muñoz Arteaga y José Eder Guzmán Mendoza.	127
<i>Producción de Ambientes con Realidad Mixta para Asistir a la Demencia Senil.</i> Erwin Brian Montes Chaparro, Jaime Muñoz Arteaga y Angel Eduardo Muñoz Zavala.	139
<i>Contributions from the HCI to support autism treatments through a framework for inclusive software design.</i> Gustavo Eduardo Constain Moreno, Cesar A. Collazos, Susana Bautista y Fernando Moreira.	131
<i>Adaptive gamification of citizen science projects.</i> María Dalponte Ayastuy y Diego Torres.	135
<i>Aprendizaje automático aplicado al estudio de los movimientos oculares de los estudiantes en la enseñanza en línea.</i> Christian Torres-Morán, Rodolfo García-Bermudez and Gonzalo Joya.	141
<i>Detección de anomalías y clasificación en registros electrooculográficos de pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2 (SCA2).</i> Camilo Mora-Batista, Daniel Gálvez-Lio and Gonzalo Joya.	137

10:00 – 11:30 IPO en Aprendizaje y Educación

<i>Learning Quantum Computing: An Interaction Protocol for Quantum Computing Interfaces.</i> Rosa M. Gil Iranzo, Mercè Teixidó Cairol, Carina González González y Roberto García. https://doi.org/10.1145/3471391.3471424	
<i>Interactive Kinect Application for Learning English Vocabulary.</i> Walter Sánchez. https://doi.org/10.1145/3471391.3471411	
<i>Diseño e implementación de juguetes interactivos para actividades educativas basadas en interacción tangible.</i> Mainor Cruz Alvarado, Cecilia Sanz y Sandra Baldassarri.	145
<i>Prototipo Beta De Una Interfaz De Usuario Tangible Para Simular Un Plano Cartesiano.</i> Ruben Xochitiotzi Cuatecontzi, Blanca Estela Pedroza Méndez, Carlos Pérez Corona, José Federico Ramírez Cruz, Juan Carlos Sánchez Navarro y Jonathan Pérez Arellano.	93
<i>Iris: a multiplatform and multimodal interactive system to support English teaching at different levels.</i> Victor M. R. Penichet, Maria Dolores Lozano, José María García-García y Denis Danielov Beletsov. https://doi.org/10.1145/3471391.3471426	

12:00 – 13:30 Audio Interactivo e Interacción Audiovisual

<i>The DJ-Running System: A Emotional and Context-Awareness Mobile Music Recommender System for Runners.</i> Sandra Baldassarri, F. Javier Zarazaga-Soria y Pedro Alvarez.	101
--	-----

<i>Digitizing the Txalaparta Computer-Based Study of a Traditional Practice.</i> Enrique Hurtado, Thor Magnusson y Josu Rekalde.	107
<i>Simple interfaces for interactive art systems.</i> Enrique Hurtado, Mikel Arce y Josu Rekalde. https://doi.org/10.1145/3471391.3471417	
<i>3DTI Toolkit: Una librería de código abierto para la espacialización de audio binaural en tiempo real.</i> María Cuevas-Rodríguez, Daniel González-Toledo, Carlos Garre, Ernesto de la Rubia-Cuestas, Luis Molina-Tanco, Arcadio Reyes-Lecuona y Lorenzo Picinali.	103
<i>Imagen imperfecta. Una propuesta artística para visión periférica.</i> Blanca Montalvo, Javier Artero y Alberto Cajigal.	73
<i>The System in Real Time Audiovisual Practices.</i> Tatiana Travisani and André Ricardo Do Nascimento.	89
12:00 – 13:30 IPO y Salud	
<i>PicToMe: una actividad multijugador para pacientes pediátricos.</i> Jorge Montaner-Marco, Alicia Carrión-Plaza y Javier Jaen.	77
<i>Diseño de interfaces de usuario adaptativas para personas mayores.</i> Javier Navarro-Alamán, Raquel Lacuesta y Eva Cerezo.	55
<i>Technological acceptance of voice assistants in older adults: an online co-creation experience.</i> Lorena Colombo Ruano, Carlota Rodríguez-Silva, Verónica Violant-Holz y Carina Gonzalez-González. https://doi.org/10.1145/3471391.3471432	
<i>Dispositivo Wearable Electrónico Inteligente de Corrección Postural.</i> Ana Belén Gil González, Sergio Márquez, Miguel Robles García, Ana de Luis y Juan Manuel Corchado	49
<i>Experiences in the application of some models of technology acceptance: adaptation for the elderly people.</i> Manuel Bolaños, Cesar Collazos y Francisco Gutiérrez Vela. https://doi.org/10.1145/3471391.3471413	
<i>STOPMiedo: Una herramienta para ayudar a pacientes que sufren amaxofobia.</i> Sergio González Velázquez, Ana Isabel Molina Díaz y Iván González Díaz.	147
<i>Intergenerational computer interaction in a co-creation application.</i> Manel Díaz Llobet, Mercè Teixidó Cairol, Rosa M. Gil Iranzo y Eva Cerezo. https://doi.org/10.1145/3471391.3471427	
15:00 – 16:30 Realidad Extendida 2	
<i>Effectiveness of a Mixed Reality system in terms of social interaction behaviors in children with and without Autism Spectrum Condition.</i> Olga Gali-Perez, Batuhan Sayis y Narcis Pares. https://doi.org/10.1145/3471391.3471419	
<i>UrbanRehab: a virtual urban scenario design tool for rehabilitating instrumental activities of daily living.</i> Jorge Juan-González, Arturo S. García, José Pascual Molina, Víctor López-Jaquero, Elena Navarro, Dulce Romero-Ayuso y Pascual González.	109

<i>3D Modeling and Printing with Vulnerable Adults. A Participant Observational Study with Immigrants and Low-Literate Older People.</i> Sergio Sayago, Pau Blanco-Arnau y Josep Blat. https://doi.org/10.1145/3471391.3471405	
<i>MyoHome: A smart home automation system integrating augmented reality with natural interfaces based on hand gestures.</i> Óscar Osorio Giráldez y Juan Antonio Holgado Terriza.	149
<i>Combining Software Engineering and Design Thinking Practices in the Ideation Process of Augmented Digital Experiences.</i> Paloma Díaz y Ignacio Aedo.	105
<i>Estudio de tecnologías de realidad mixta multimodal e integración en un ámbito de robótica colaborativa.</i> Andoni Rivera.	151
15:00 – 16:30 Sesión Especial Ética e IPO	
<i>Ethical and legal implications for technological devices in clinical research in Europe.</i> Ainara Garzo and Nestor Garay-Vitoria. https://doi.org/10.1145/3471391.3471403	
<i>Modelo para la incorporación de componentes éticos en las prácticas de HCI desde una perspectiva de VSD.</i> Cesar Collazos, Julio Hurtado, Habib Fardoun and Ricardo Benitez.	41
<i>Comités de Ética en Investigación e Investigadores en IHC en Brasil – un diálogo posible.</i> Valeria Martins, Ricardo Medrano, Michelle Junqueira and Renata Araujo.	31
<i>Context and Quantitative Analysis in Ethical Values and Interaction in Social Media.</i> Rosa M. Gil Iranzo, Mercè Teixidó Cairol, César A. Collazos and Daniel Gutiérrez-Ujaque.	45

Viernes 24/09/2021

10:00 – 11:30 Sesión Especial EnGendering Technologies (EGT)

<p><i>ACD Toolkit: Considerando principios éticos, género, diversidad y sostenibilidad en el proceso de diseño de tecnologías.</i> Carina Gonzalez-González, Rosa Gil Iranzo y Daniel Fraga.</p>	23
<p><i>Integrating Gender Inclusion in Web Design Courses through design workshops.</i> Teresa Onorati y Paloma Díaz. https://doi.org/10.1145/3471391.3471430</p>	
<p><i>Assessing Gender Bias in Predictive Algorithms using eXplainable AI.</i> Cristina Manresa-Yee y Silvia Rami. https://doi.org/10.1145/3471391.3471420</p>	
<p><i>Strategies to gender mainstreaming in Engineering studies: a workshop with teachers.</i> Carina S. Gonzalez-González y Alicia García-Holgado. https://doi.org/10.1145/3471391.3471429</p>	
<h3>10:00 – 11:30 Usabilidad y Experiencia de Usuario</h3>	
<p><i>A Novel Approach to Heuristic Evaluation: Mapping Usability Heuristics to Action Model and Usability Components.</i> Anas Abulfaraj y Adam Steele. https://doi.org/10.1145/3471391.3471428</p>	
<p><i>Culture and HCI – A slowly growing field of research: Findings from a systematic, comparative mapping review.</i> Sebastian Linxen, Vincent Cassau y Christian Sturm. https://doi.org/10.1145/3471391.3471421</p>	
<p><i>Do current user testing practices meet the needs of the new interactive paradigms?</i> Marc Capdevila, Toni Saltiveri, Juan Enrique Navarro, Octávio Müller y Leonardo Ruas. https://doi.org/10.1145/3471391.3471416</p>	
<p><i>Heuristic-Based Usability Evaluation Support: A Systematic Literature Review and Comparative Study.</i> Jon Fernández Bedía y José Antonio Macías Iglesias. https://doi.org/10.1145/3471391.3471395</p>	
<p>Hacia una propuesta de evaluación heurística de experiencias de juego pervasivas. Nuria Medina-Medina, Jesús Gallardo Casero, Eva Cerezo Bagdasari y Francisco Gutiérrez Vela.</p>	67
<p><i>SwiftFace: Real-Time Face Detection.</i> Leonardo Ramos, Susana Bautista y Marlon Cardenas Bonett. https://doi.org/10.1145/3471391.3471418</p>	

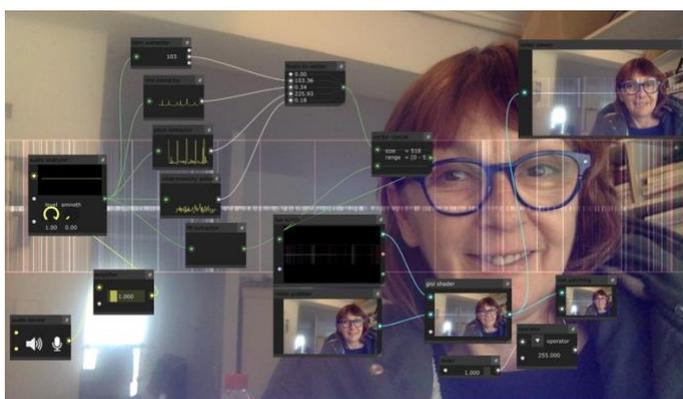
CONFERENCIA INVITADA

Laboratorio de Luz. Arte e interacción persona ordenador

M^a José Martínez de Pisón Ramón

Presentación de las premisas que han motivado el trabajo del Laboratorio de Luz, mostrando de forma cruzada cómo esas ideas básicas se ven reflejadas en los proyectos de investigación, su transferencia a la docencia, a la práctica artística y cultural, así como a otros nodos exteriores: pequeños colectivos, asociaciones o espacios culturales que extienden a modo de constelación esas relaciones en la ciudad de Valencia.

Retomado en parte el empuje interdisciplinar que caracterizó a los años 60 y 70 del siglo XX, pero conscientes también de los rasgos diferenciales que definen nuestra época, en la zona de intersección entre arte y tecnología en la que se posiciona el Laboratorio, habitan también cuestiones de carácter social, crítico y poético que alimentan nuestro impulso.



María José Martínez de Pisón, profesora titular adscrita al Departamento de Pintura de la Universitat Politècnica de València. Imparte las asignaturas *Medios digitales e interactivos* en el grado de Bellas Artes y *Ensayo audiovisual e Investigación aplicada* en el máster Artes Visuales y Multimedia. Miembro fundador del grupo de investigación Laboratorio de Luz de la Universitat Politècnica de València del que fue directora desde 1990 a 2012. Miembro fundador del HackLab Pluton.cc.

Ha colaborado en el desarrollo de los software GAmuza y Mosaic, ambas son aplicaciones open source, híbridas entre live-coding, programación visual y software gráfico modular, pensadas para diseño interactivo, performances audiovisuales y para la enseñanza de arte interactivo.

Estancias de investigación: 1992, Instituto Superior de Arte de La Habana, Cuba; 1999, Radio/TV/Film Department, Northwestern University, IL, USA; 2006, Cadre Centre, San Jose University, CA, USA; 2011, Centre for Media Studies, Postdam Universität, Aemania. Artista en residencia en Montalvo Art Center, Saratoga CA, USA, 2006.

COMITÉ CIENTÍFICO

Presidente

Arcadio Reyes Lecuona (Universidad de Málaga – España)

Comité local

Arcadio Reyes Lecuona (Universidad de Málaga – España)

Luis Molina Tanco (Universidad de Málaga – España)

Antonio Díaz Estrella (Universidad de Málaga – España)

Daniel González Toledo (Universidad de Málaga – España)

María Cuevas Rodríguez (Universidad de Málaga – España)

Blanca Montalvo Gallego (Universidad de Málaga – España)

Comité de programa

Co-presidentes

Cristina Manresa Yee (Universitat de les Illes Balears – España)

Carina González González (Universidad de La Laguna – España)

Luis Molina Tanco (Universidad de Málaga – España)

Blanca Montalvo Gallego (Universidad de Málaga – España)

Revisores

Julio Abascal (University of the Basque Country-Euskal Herriko Unibertsitatea – España)

Jose Abdelnour Nocera (University of West London – UK)

Silvana Aciar (Instituto de Informática, Universidad Nacional de San Juan, Argentina – Argentina)

Silvia T. Acuña (Universidad Autónoma de Madrid – España)

Félix Albertos Marco (Universitat de Lleida – España)

Francisco Álvarez (Universidad Autónoma de Aguascalientes, Mexico – México)

Oscar Ardaiz (Public University of Navarra – España)

Myriam Arrue (University of the Basque Country/Euskal Herriko Unibertsitatea – España)

Luis Azevedo (ANDITEC – Portugal)

Sandra Baldassarri (University of Zaragoza – España)

Marcos R. S. Borges (Federal University of Rio de Janeiro – Brasil)

Federico Botella (Universitas Miguel Hernández – España)

Thibault Carron (LIP6, Université Paris 6 – Francia)

Eva Cerezo (Universidad de Zaragoza – España)

Cesar Collazos (Universidad del Cauca – Colombia)

José Creissac Campos (University of Minho & HASLab/INESC TEC – Portugal)

Elena de la Guía (Universidad de Castilla-La Mancha, Spain – España)

Antonio Diaz-Estrella (Malaga University – España)

Manuel Jesus Dominguez Morales (Architecture and Computer Technology Department – España)

Pedro Encarnação (UCP – Católica Lisbon School of Business & Economics – Portugal)

Paula Escudeiro (Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal – Portugal)

Ramon Fabregat Gesa (Universitat de Girona (UdG) – España)

Inmaculada Fajardo (University of Valencia – España)

Habib Fardoun (King Abdulaziz University, Saudi Arabia – Arabia Saudí)

Alejandro Fernández (Universidad Nacional de La Plata – Argentina)

Eduardo Fernández (Universidad de la República, INCO – Uruguay)

Xavier Ferre (Universidad Politecnica de Madrid – España)

Julián Flores González (Universidade de Santiago de Compostela – España)

Jesús Gallardo Casero (Universidad de Zaragoza – España)

Nestor Garay-Vitoria (University of the Basque Country – España)

Roberto Garcia (Universitat de Lleida – España)

Francisco José García Peñalvo (University of Salamanca – España)

Juan Enrique Garrido Navarro (Universitat de Lleida – España)

Rosa Gil Iranzo (Universitat de Lleida – España)
Carina Gonzalez (Universidad de La Laguna – España)
Pascual Gonzalez (Castilla-La Mancha University – España)
María Paula Gonzalez (CONICET and Universidad Nacional del Sur – Argentina)
Mariano González (Universidad de Sevilla – España)
Toni Granollers (University of Lleida – España)
Daniel Guash (Universitat Politècnica de Catalunya, Spain – España)
Francisco Luis Gutiérrez Vela (Universidad de Granada – España)
Pablo Alfonso Haya (Universidad Autónoma de Madrid – España)
Javier Jaen (Polytechnic University of Valencia – España)
Angel Jimenez-Fernandez (University of Seville – España)
Martín Llamas Nistal (University of Vigo – España)
Juan Miguel López (University of the Basque Country – España)
Víctor López-Jaquero (University of Castilla-La Mancha – España)
Begoña Losada (University of the Basque Country – España)
José Antonio Macías Iglesias (Universidad Autónoma de Madrid – España)
Cristina Manresa-Yee (University of Balearic Islands – España)
Estefania Martin (Universidad Rey Juan Carlos – España)
Paloma Martinez Fernandez (Universidad Carlos III de Madrid, Spain – España)
Asier Marzo (Public University of Navarre – España)
Ramon Mas-Sansó (Universtitat de les Illes Balears, Spain – España)
Maitane Mazmela Etxabe (Mondragon Unibertsitatea – España)
António Mendes (University of Coimbra – Portugal)
José Pascual Molina Massó (Universidad de Castilla-La Mancha – España)
Francisco Montero (University of Castilla-La Mancha – España)
Enric Mor (UOC – Universitat Oberta de Catalunya – España)
Alberto L. Morán (Universidad Autónoma de Baja California – México)
Lourdes Moreno (Universidad Carlos III de Madrid – España)
Jaime Muñoz-Arteaga (Universidad Autónoma de Aguascalientes – México)
Manuel Ortega Cantero (Castilla-La Mancha University – España)
Patricia Paderewski (Universidad de Granada – España)
Philippe Palanque (ICS-IRIT, University Toulouse 3 – Francia)
Jose Ignacio Panach Navarrete (Universitat de València – España)
Oscar Pastor Lopez (Universitat de València – España)
Victor M. R. Penichet (University of Castilla-La Mancha – España)
Francisco J. Perales (Universitat de les Illes Balears – España)
Pere Ponsa (Technical University of Catalonia – España)
José Antonio Pow-Sang (Pontificia Universidad Católica del Perú – Perú)
Miguel Redondo (University of Castilla-La Mancha – España)
Arcadio Reyes-Lecuona (University of Malaga – España)
Mireia Ribera (Universitat de Barcelona – España)
Inmaculada Rodriguez-Santiago (Universitat de Barcelona, Spain – España)
Gustavo Rossi (LIFIA-F. Informatica. Universidad Nacional de La Plata – Argentina)
Cristian Rusu (Pontificia Universidad Católica de Valparaiso – Chile)
Ladislao Salmeron (University of Valencia – España)
Jose Luis Sánchez (Universidad de la Laguna – España)
Cecilia Sanz (Universidad Nacional de La Plata – Argentina)
Cecilia Sik Lanyi (University of Pannonia – Hungría)
Christian Sturm (Hamm-Lippstadt University of Applied Sciences – Alemania)
Roberto Theron Sanchez (Universidad de Salamanca, Spain – España)
Carlos Vaz de Carvalho (Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal – Portugal)
J. Ángel Velázquez-Iturbide (Universidad Rey Juan Carlos – España)
Pablo Vera (National University of La Matanza – Argentina)
Ramon Vilanova (Universitat Autònoma de Barcelona – España)
Marco Winckler (ICS-IRIT, Université Paul Sabtier – Francia)
Joaquin Sergio Zepeda (Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa – México)
Josu Rekalde Izaguirre (Universidad del País Vasco – España)

María José Martínez de Pisón Ramón (Universidad Politécnica de Valencia – España)
Laura Rodríguez Moscatel (Universidad de Cuenca – Ecuador)
Diego José Díaz García (Universitat Jaume I – España)
Silvia Martí Marín (Universidad de Zaragoza – España)
Rogerio Paulo Raposo Alves Taveira (Universidade de Lisboa – Portugal)
Apolline Torregrosa (Université de Genève – Suiza)

Sesión especial sobre Ética e interacción humano computador

Comité Organizador

Rosa Maria Gil (Universidad de Lleida – España)
Gonzalo Joya (Universidad de Málaga – España)
Antoni Granollers (Universidad de Lleida – España)
César Collazos (Universidad del Cauca – Colombia)

Comité Académico

Carina González (Universidad de la Laguna – España)
Patricia Paderewski (Universidad de Granada – España)
Huizilopoztli Luna (Universidad de Zacatecas – México)
Rosanna Costaguta (Universidad Nacional de Santiago del Estero – Argentina)
Andres Solano (Universidad Autónoma de Occidente – Colombia)
Wilson Sarmiento (Universidad Militar Nueva Granada – Colombia)
Julio Hurtado (Universidad del Cauca – Colombia)
Carlos Chesñevar (Universidad Nacional del Sur – Argentina)
Cristian Barria (Universidad Mayor – Chile)
Yenny Méndez (Universidad Mayor – Chile)
José Luis Verdegay (Universidad de Granada – España)
Marta Mena (Universidad Tecnológica Nacional – Argentina)
Horacio René Del Giorgio (Universidad Nacional de La Matanza – Argentina)
William García (Universidad del Cauca – Colombia)
Rafael Calvo (Imperial College of London – Reino Unido)
Alejandra Acuña (Universidad Mayor – Chile)
Marta Cecilia Camacho (Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca – Colombia)
Valeria Farinazzo (Universidade Presbiteriana Mackenzie – Brazil)
Ricardo Benitez (Universidad del Cauca – Colombia)
Jeanna Mathews (Clarkson University – USA)
Jaime Muñoz (Universidad Autónoma de Aguascalientes – México)
Alicia Carrión-Plaza (Sheffield Hallam University – Reino Unido)

Sesión especial EnGendering Technologies (EGT)

Comité Organizador

Susanna Tesconi (Universidad Oberta de Catalunya)
María Cuevas-Rodríguez (Universidad de Málaga)

Comité Académico

Aruquia Peixoto (CEFET/RJ – Brasil)
Alicia García Holgado (Universidad de Salamanca – España)
Ana María González Ramos (Universitat Oberta de Catalunya – España)
Adriana Gil-Juarez (Universidad de Rovira i Virgili – España)
Beatriz Eugenia Grass (Universidad de San Buenaventura, Cali – Colombia).
Belén Rubio Ballester (IBEC, Universitat Pompeu Fabra – España)
Carina González (Universidad de La Laguna – España)
Cristina Manresa-Yee (Universidad de Islas Baleares – España)
Eva Cerezo (Universidad de Zaragoza – España)
M^a Cruz Sánchez Gómez (Universidad de Salamanca – España)
Montse Vall-Llovera (Universitat Oberta de Catalunya – España)
Inmaculada Perdomo (Universidad de La Laguna – España)

Jessica de Armas (Universidad de Pompeu Fabra – España)
Laura Briz Ponce (Universidad de Salamanca – España)
Laura Malinverni (Grupo Esbrina Universitat de Barcelona – España)
Lourdes Moreno (Universidad Carlos III of Madrid – España)
Noura Aknin (Abdelmalek Essaâdi University – Morocco)
M. Antonia Huertas Sánchez (Universitat Oberta de Catalunya – España)
Mireia Ribera (Universitat de Barcelona – España)
Natalia Padilla-Zea (Universidad Internacional de La Rioja – España)
Núria Vergés Bosch (Copolis, Universidad de Barcelona – España)
Patricia Paderewski (Universidad de Granada – España)
Pino Caballero-Gil (Universidad de La Laguna – España)
Rosa Gil-Iranzo (Universidad de Lleida – España)
Sandra Baldassarri (Universidad de Zaragoza – España)
Sara Alvarellos Navarro (Innovation Business, Everis – España)
Susanna Tesconi (Grupo Darts, Universidad Oberta de Catalunya – España)

Coloquio doctoral

Coordinadores

Lourdes Moreno (Universidad Carlos III de Madrid – España)
Víctor M. López Jaquero (Universidad de Castilla-La Mancha – España)
César Collazos (Universidad del Cauca – Colombia)

Artículos Relevantes ya Publicados

Coordinadores

Luis Molina Tanco
Daniel González Toledo

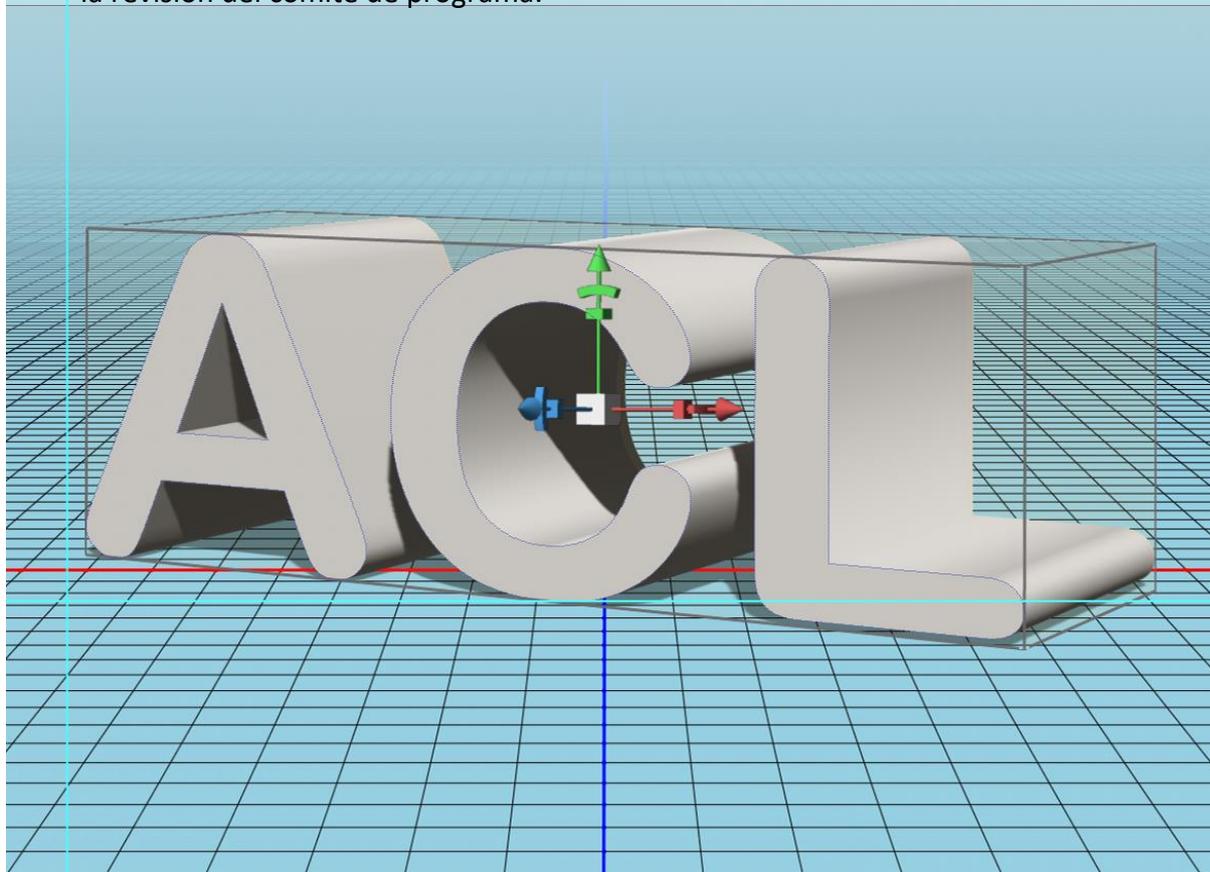
6º Concurso de Trabajos Final de Grado (TFG) y Trabajos Final de Máster (TFM) en IPO, convocado por AIPO

Jurado

Junta Directiva de AIPO

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS LARGOS [ACL]

Los artículos largos describen trabajos originales no publicados anteriormente, que proporcionan resultados significativos de la investigación. Todos estos artículos han sido revisados por el comité de programa o por los comités de las sesiones especiales. Aquellos escritos en inglés se publican en la ACM Digital Library. Estas actas locales recogen aquellos otros escritos en español que han pasado igualmente la revisión del comité de programa.



ACD Toolkit: Considerando principios éticos, género, diversidad y sostenibilidad en el proceso de diseño de tecnologías

Carina González-González
University of La Laguna
La Laguna, Spain
carina.gonzalez@ull.edu.es

Rosa Gil Iranzo
University of Lleida
Lleida, Spain
rgil.iranzo@gmail.com

Daniel Fraga Viera
University of La Laguna
La Laguna, Spain
alu0100415766@ull.edu.e

ABSTRACT

Currently, there is a lack of tools to help design inclusive and value-ethical technologies and user experiences. Therefore, a design toolkit, based on design thinking principles, is presented in this paper. The main objective of this toolkit is to help technology designers to think of inclusive solutions that take into account gender, ethical values and sustainability principles. This toolkit consists of a set of cards organized by each design phase. Each card has a content on the back with its meaning and proposed activities to be carried out by the designers. The content of these cards has been evaluated by experts in design, technology, psychology, and education.

CONCEPTS

- Human-centered computing, Human computer interaction (HCI)

KEYWORDS

Toolkit, design, inclusion, ethical values, gender equality

1 Introducción

El pensamiento de diseño es un enfoque de diseño que se utiliza principalmente en la creación de soluciones innovadoras y creativas [1]. Robert H. McKim, ya en 1959, sentó las bases del pensamiento de diseño y del diseño centrado en el ser humano, proporcionando directrices para los diseñadores teniendo en cuenta la cultura y las necesidades humanas [1]. Este autor definió el objetivo final de un buen diseño: el bienestar de las personas y la satisfacción de sus necesidades básicas [1].

Esta teoría fundamental del diseño puede ser utilizada en la actualidad como base de las metodologías de pensamiento de diseño centradas en la innovación y los estudios de interacción persona-ordenador, como por ejemplo el campo del diseño centrado en el usuario [2, 3].

Los diseñadores deben imaginar las situaciones en donde los usuarios utilizan la solución diseñada y deben validar sus

suposiciones sobre el comportamiento del usuario a través de diferentes pruebas. Para ello, existen muchos métodos, técnicas y herramientas que ayudan a los diseñadores de tecnologías, tales como el Microsoft Design Toolkit [4], las Envisioning Cards [5], *IDEO HCD Toolkit* [6], Enterprise Design Thinking de IBM [7] o las Open Design Kit [8]. Sin embargo, hemos detectado que no existía una herramienta que siguiera las fases de pensamiento de diseño [6] y que incluyera principios del diseño inclusivo, el enfoque de género, valores éticos y sostenibles de forma integral. Por ello, este trabajo aborda la creación de un toolkit que integre dichos principios [9]. La herramienta se basa en otras propuestas, tales como el diseño centrado en el género [10], diseño basado en el ser humano [1, 6], el diseño basado en valores [11], y el diseño inclusivo [12]. Este toolkit [9] parte de la base de toolkits relacionados, tales como el de Microsoft [4] o el de Batya Friedman [5, 13], pero aporta contenidos no presentes en otras propuestas hasta el momento.

Este trabajo se enmarca en el proyecto PERGAMEX (Pervasive Gaming Experiences), centrado en el diseño de experiencias de juego pervasivos para el bienestar social y emocional intergeneracional.

El documento se estructura en diferentes secciones: primero se presentarán las tarjetas que conforman el toolkit, luego se presentará la evaluación de las tarjetas llevada a cabo por expertos y finalmente se presentarán las principales conclusiones de este trabajo.

2 Propuesta: Tarjetas de Diseño de Actividades (ACD) toolkit

Este toolkit ha sido desarrollado como un recurso para apoyar y guiar a los diseñadores de experiencias gamificadas intergeneracionales con enfoques inclusivos, de género y de valores éticos. Puede utilizarse en talleres de co-creación de experiencias intergeneracionales.

La propuesta que hemos desarrollado se basa en el kit de herramientas de diseño inclusivo de Microsoft [7] y en la metodología desarrollada por Batya Friedman [5]. Por otro lado, en diferentes puntos del kit de herramientas desarrollado para el proyecto, se añaden cuestiones de género [24] para integrar y considerar a las mujeres en todas las fases del diseño de las futuras soluciones mediante el uso de esta herramienta que se denomina

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International"
license.



Tarjetas de Diseño de Actividades o en inglés: Activity design cards (ADC) [9].

El contenido se divide en dos secciones, una con el estado del arte de cada tema o consejo, y otra con la actividad que ayuda a pensar en formas de resolver cada problema a la hora de diseñar un producto o servicio.

Otros elementos de este frente son el título de cada tarjeta, más masivo, destacado por el contraste de colores, la referencia rápida al tema a tratar y un pequeño icono o logotipo con la misma función.

Todo el conjunto se divide en varias secciones. Descontando dos tarjetas de introducción a la herramienta y otras dos de apoyo al contexto, se pueden encontrar cuatro grupos de tarjetas, cada una de un color diferente, separadas y ordenadas según las fases lineales del desarrollo de un diseño. Estas son:

- Investigación y concepto (Figura 1): Reunir la información necesaria. Conocer a las diferentes personas implicadas en el diseño, sus valores y los conflictos asociados a su uso. Introducir soluciones empáticas a los problemas e investigar las bases del diseño inclusivo.
- Acotación y diseño (Figura 2): Análisis de las necesidades y prácticas del público objetivo, las posibilidades y limitaciones, así como investigación sobre los conflictos en las experiencias.
- Creación y desarrollo (Figura 3): Construcción de prototipos iniciales de la solución y optimización progresiva y revisión iterativa de la propuesta.
- Evaluación (Figura 4): Análisis del uso de la solución para apoyar los resultados obtenidos en la primera fase.

A continuación, se describe cada una de las fases y las tarjetas utilizadas en cada una de ellas. Específicamente, se detalla el contenido de cada tarjeta ubicado en el reverso, el cual contiene la descripción de la tarjeta y una actividad propuesta relacionada.

2.1. Fase de investigación y concepto



Figura1. Fase de investigación y concepto.

2.1.1 Confiando en las máquinas

Descripción: El trato personal con otro ser humano no se puede equiparar a la interacción con una máquina, desarrollando ésta última cierta desconfianza en los usuarios.

Actividad: Completa la siguiente frase tantas veces como puedas en 5 minutos: "Confiaría en una máquina para __, pero sólo confiaría en un humano para __". ¿Qué destaca entre tus respuestas? ¿Cuáles son las fuerzas que imprimen confianza? ¿Cómo podría comportarse mejor la tecnología para tener un impacto positivo en la confianza?

2.1.2 Acto I: Persona-Máquina

Descripción: Interactuar con un ordenador puede acarrear defectos potenciales debido a la impersonalidad de la máquina.

Actividad: Elige una interacción humana común, como pedir café o discutir planes. Prueba un rango variado de interacciones, desde las estrictamente transaccionales hasta lo personal. Junto con un compañero/a, simula la situación y toma nota de las señales verbales y no verbales, cómo se compartió la información, respuestas emocionales,...

Ahora, repite el escenario con un compañero, simulando ser una máquina. Reflexiona y discute las diferencias en las interacciones y cómo mejorar la interacción persona-computador de lo aprendido.

2.1.3 Aprende de la experiencia

Descripción: La experiencia de las personas que padecen una discapacidad o son excluidas de forma permanente es una información muy valiosa de la que aprender mucho.

Actividad: Antes de comenzar, es recomendable recibir formación sensitiva de accesibilidad.

Entrevista a personas que tengan un rango variado de capacidades y discapacidades permanentes que los excluyan de actividades. Toma nota de lo siguiente:

- ¿Qué puntos fuertes y capacidades muestran regularmente?
- ¿Cuál es su motivación o meta para realizar sus tareas diarias?
- ¿Qué temas son similares entre sus discapacidades permanentes y aquellas que son temporales o situacionales?
- ¿Cuáles son los desafíos específicos en sus interacciones?
- ¿Cómo puedes obtener la mejor idea de sus interacciones diarias con gente o la tecnología?

2.1.4 Percepciones de un valor

Descripción: A veces, los implicados tienen diferentes percepciones de la definición de un valor específico (por ejemplo, algunos pueden definir la privacidad como tener control sobre su información frente a aquellos que definen la privacidad como estar solos).

Actividad: Investiga un valor. En los estudios de usuarios, haz que los participantes escriban una breve definición (1 ó 2 frases) de ese valor en relación con el sistema. Identifica cualquier diferencia notable en las percepciones de los participantes.

2.1.5 Tensión de valores

Descripción: Las tensiones de valores ocurren cuando el apoyo de un valor en una tecnología desafía otro valor (por ejemplo, compartir más información en una red social puede fomentar la sociabilidad, pero reducir la privacidad). Pueden ocurrir dentro de un solo individuo, entre un individuo y un grupo o en diferentes grupos.

Actividad: Piensa en tres tensiones de valores que la actividad que quieres diseñar pueda promover. Por cada tensión de valores, identifica una o más características de diseño que favorezcan a uno de los valores sobre el otro.

2.1.6 Requisitos de diseño

Descripción: Es el momento de estudiar detenidamente la información recogida durante investigación y comenzar a definir el alcance de una solución de diseño. Si, además de la tuya, tienes acceso a otra investigación, considera incorporarla a tu proceso de síntesis.

Actividad: Con dicha información a mano, responde las siguientes preguntas:

- Con las capacidades humanas y las motivaciones en mente, ¿cuáles fueron los temas más importantes que descubriste?
- ¿Qué desajustes hallaste en la interacción persona-máquina?
- ¿Cuáles fueron los dos métodos más importantes de interacción (tacto, vista, oído, habla)?
- ¿Cuál es la interacción entre personas que te informa del comportamiento de tu solución?
- ¿Cuál es el desafío de diseño a resolver y la necesidad que aborda?

2.2. Fase de acotación y diseño



Figura 2. Tarjetas de la fase de acotación y diseño.

2.2.1 Variaciones en las capacidades humanas

Descripción: Vista, oído, tacto, habla, control motriz. La gente experimenta diferentes capacidades físicas. Éstas, además, pueden verse afectadas por el contexto de uso (por ejemplo, escuchar por el teléfono móvil en una calle bulliciosa). ¿Cómo podría la actividad a diseñar tener en cuenta y acomodar las variaciones en las capacidades físicas?

Actividad: Describe de 3 a 5 fallos que pueden ocurrir cuando una persona con visión, oído o control motriz limitados interactúa con la actividad.

2.2.2 Crear el espectro de una persona

Descripción: Mapear las capacidades humanas en un espectro ayuda a informarse de las soluciones que benefician a todo el mundo.

Actividad: Entrevista a una o más personas con limitaciones permanentes o, al menos, una discapacidad. Infórmate sobre lo que les gusta hacer y cómo lo hacen y toma nota de las situaciones en las que experimentan pequeños roces o accesibilidad limitada.

Con esa información, crea un espectro que ilustre cómo una limitación similar se extiende a escenarios temporales y situacionales. Ten en mente que un logro para esta persona puede ser una tarea sencilla o una preocupación mayor. Este es un gran ejercicio introductorio para entender el diseño inclusivo en general.

2.2.3 Red personal

Descripción: Se pueden considerar los desafíos de diseño en términos del ecosistema personal de alguien. No hay una forma "correcta" y mucho menos única de mapear la red. Prioriza lo que consideres que tiene sentido para tu proceso creativo y realiza esta actividad después de aprender sobre

los desafíos, éxitos y motivaciones de una o más personas con discapacidad permanente.

Actividad: Con una persona en concreto en mente, toma nota de con quién interactúa cada día. ¿En quiénes se apoyan, confían o se divierten? Dibuja un mapa de la persona y sus interacciones clave con de 3 a 5 personas, incluyendo los distintos tipos de interacción que tienen lugar habitualmente, como hacer planes para cenar o ir al trabajo. Haz una lista de los conflictos entre la persona y su entorno.

2.2.4 Diario de Interacciones

Descripción: La observación detallada de personas interactuando puede estimular e inspirar el diseño inclusivo.

Actividad: Elige un lugar donde puedas observar a la gente interactuando. Idealmente, un lugar donde puedas tomar notas, hacer bocetos y observar durante un largo tiempo. Enfoca tu atención en las pequeñas cosas, toma nota de las interacciones verbales y no verbales y presta atención a cómo la gente se mueve a través de un espacio, sus señales emocionales y lenguaje corporal. ¿Fueron sus experiencias positivas o negativas?

Actividad: Escribe o dibuja la interacción entre personas y objetos. Repite con personas y tecnología. Reflexiona sobre tus observaciones para explorar más allá en los conflictos en las interacciones entre las personas y las personas con la tecnología.

2.2.5 Analogía Humana

Descripción: Dibujar paralelismos entre el rol del comportamiento humano y del comportamiento de la tecnología ayuda a comprender los matices de las tareas que implican.

Actividad: Solo o en grupo, hacer una tormenta de ideas de 3 a 5 minutos para identificar el equivalente humano de la solución tecnológica que estás diseñando. Piensa en ello en términos de trabajos (asistente, profesor,...). Después, idea formas de incorporar lo que has descubierto al diseño del comportamiento de tu solución.

2.2.6 Ten en cuenta a los niños y niñas

Descripción: Los niños y las niñas a menudo se apropian de los sistemas diseñados originalmente para adultos. ¿Cómo podría influir la solución a diseñar en el desarrollo social y moral de un/a niño/a?

Actividad: Desarrolla un escenario que represente a un/a niño/a de siete años interactuando con tu solución. ¿Cómo

podría influir el sistema en el aprendizaje del niño/a o jugar con otros?.

2.3. Fase de creación y desarrollo



Figura 3. Tarjetas de la fase de creación y desarrollo.

2.3.1 Uso no específico

Descripción: Las tecnologías no siempre se usan de la forma que los diseñadores pretendían. ¿Quién podría usar el sistema para propósitos no planeados o nocivos? ¿De qué maneras?

Actividad: Identifica tres roles que impliquen un uso no intencionado del sistema.

2.3.2 Resolución de conflictos

Descripción: Se puede sacar más partido del producto o experiencia a diseñar analizando por separado las interacciones conflictivas que experimenta la gente.

Actividad: De tu investigación, haz una lista de todas esas interacciones. Por cada una situación, crea una pregunta enfocada hacia la oportunidad de crear o mejorar tu producto o servicio. Escribir las oportunidades en forma de pregunta ayudará en tu enfoque.

De la lista generada, escoge las 3 oportunidades que más te interesen. Por cada una, haz una tormenta de ideas de 3 a 5 minutos para generar una lista de posibles soluciones. Si estás en grupo, comparte tus ideas y agrúpalas por parecido o filtra las ideas de acuerdo a lo que te gustaría trabajar en equipo.

2.3.3 Diseña una Micro-interacción

Descripción: Articular cada pequeño detalle en una secuencia de interacciones permite encontrar formas de

hacer las interacciones más inclusivas. Por ejemplo, una micro-interacción común, como atarse los cordones, tiene una serie de pasos que se dan por supuestos, pero son necesarios reflejar para hacerlo correctamente.

Actividad: Partiendo de un diseño existente o prototipo, escoge un concepto específico que quieras mejorar. ¿La secuencia es iniciada por el usuario o por el sistema? ¿Cómo interactúa el usuario con el desencadenante? ¿Cómo interactúa el usuario con el feedback? ¿Qué sucede inmediatamente después de completarse el feedback?

2.3.4 El papel de la tecnología

Descripción: Enfocarse en el rol de la tecnología en una interacción sirve para agudizar, simplificar y priorizar tus diseños.

Actividad: Elige tus conceptos de diseño o prototipos existentes favoritos. Identifica y haz una lista de las funciones principales que la tecnología desempeña en tu diseño. Evalúa cada diseño y determina si la tecnología que has elegido es la más simple o la más apropiada para el resultado que persigues.

2.3.5 Uso de los espacios

No todas las actividades a diseñar con un propósito requieren el uso de la misma plataforma, al igual que tampoco se piensan para el mismo número de participantes.

Actividad: Analiza la actividad que has diseñado y pregúntate si, en el caso de haber sido pensada para 1 ó 2 usuarios, podría convertirse en una actividad grupal y cuánto espacio se necesitaría para realizarla sin interferencias.

2.3.6 Uso del lenguaje inclusivo

Descripción: Tradicionalmente se ha utilizado un lenguaje con sesgo hacia un sexo o género social en particular (por ejemplo, el uso de términos masculinos genéricos para hacer referencia a un grupo de género mixto o el uso de palabras específicas para designar una profesión de género único).

Actividad: Analiza la actividad que has diseñado y busca elementos que se podrían considerar como sexistas. Conviene realizar esta tarea en un grupo mixto para hallar la mayor cantidad de ellos y buscar soluciones más neutrales. Esta actividad puede realizarse también entrevistando a los usuarios finales.

2.3.7 Prototipo de baja calidad

Descripción: Una forma rápida, iterativa, de bajo coste y enfocada en el usuario de refinar las soluciones de diseño propuestas es la de construir prototipos de escasa calidad.

Actividad: Haz una lista de micro-interacciones en tu diseño y elige una. Usando materiales, físicos o no, que tengas a mano, construye un prototipo de baja calidad que aborde cada paso de la interacción y que pueda comunicar su propia función sin explicaciones. Testea el prototipo con otros usuarios y observa los puntos positivos y negativos.

2.3.8 Simulaciones

Descripción: Simular limitaciones temporales y situacionales (no poder ver, hablar, oír o tocar) permite revelar oportunidades para mejorar tu solución.

Actividad: Escribe la secuencia de pasos que un usuario tomará en tu solución. Por cada limitación, recréala avanzando por dicha secuencia de pasos. Nota qué podría ser mejorado y ajusta tu diseño. Es conveniente construir tu solución creando prototipos de menor a mayor fidelidad.

2.3.9 Cambio de Rol

Descripción: Las personas tienen un rol social asignado, impuesto por la sociedad. Toda persona que participa en una determinada situación social se enfrenta a unas expectativas específicas que exigen de ella unas respuestas concretas.

Actividad: Piensa en la actividad que has diseñado y visualiza cómo sería si un usuario cambiara a un rol diferente al que está acostumbrado. ¿Qué desafíos podría encontrar a la hora de usarlo? ¿Cómo afectaría a la interacción con el sistema? ¿Y si se le diera un papel de liderazgo?

2.3.10 Igualdad de Género

Descripción: Aunque se puede diseñar de cara al usuario estándar, lo cierto es que existen muchas diferencias entre éstos, sobre todo en cuestión de género.

Actividad: Escoge un grupo de personas equilibrado en género con los que probar la actividad que has diseñado. Entrevístales después y toma nota de las siguientes cuestiones de su uso:

- ¿Cuál ha sido su motivación?
- ¿Cómo ha encontrado la disposición de la información?
- ¿Cómo ha sido su confianza en la capacidad de lograr los objetivos?
- ¿Cómo ha sido su experiencia lúdica?

2.3.11 Sostenibilidad medioambiental

Descripción: Se pueden aplicar o ampliar muchos sistemas para apoyar un resultado ambiental deseable (por ejemplo, un sistema diseñado para fomentar la impresión eficiente desde navegadores web puede conducir a un menor uso de papel y tinta). Al mismo tiempo, los sistemas pueden tener efectos negativos no deseados en el medio ambiente (por ejemplo, contaminación y desechos creados en la producción de productos electrónicos).

Actividad: Especifica los recursos necesarios para crear y respaldar tu solución, y los subproductos de su producción y uso. ¿Puede tu diseño aplicarse o ampliarse para encontrar un resultado ambiental más positivo?

2.4. Fase de evaluación



Figura 4. Tarjetas de la fase de evaluación.

2.4.1 Adaptación de Contexto y Capacidad

Descripción: Cuando el entorno de una persona cambia, sus capacidades podrían cambiar. Tu concepto debe, por tanto, poder adaptarse a diferentes contextos.

Actividad: Escoge un contexto de las tarjetas de Contexto Social o Físico y una limitación temporal o situacional (no poder ver, hablar, oír o tocar). ¿Cómo de bien se adaptará tu solución a esa combinación? ¿Qué modificaciones harías para adaptar tu solución? Repite con otras combinaciones.

2.4.2 Uso extendido

Descripción: El uso de una tecnología por una persona puede verse afectado por cómo, cuándo y dónde la están usando otras personas. ¿Cómo podrían cambiar las interacciones a medida que el uso de tu diseño se extiende a cientos o miles de usuarios?

Actividad: Visualiza tu producto o servicio en uso por un único usuario. Ahora imagina a 100 individuos interactuando con él. Luego, 1.000 individuos. Después, miles de individuos más. ¿Qué nuevas interacciones podrían surgir de un uso generalizado? Encuentra tres beneficios y tres posibles perjuicios.

2.4.3. Obsolescencia

Descripción: Muchos de los productos y tecnologías actuales tienen una esperanza de vida útil relativamente corta, ya

sea por la calidad de sus materiales o por quedar desbancado por sustitutos más capaces.

Actividad: Analiza tu producto o servicio e imagina si dentro de 3 ó 5 años seguirá vigente o habrá resistido el paso del tiempo o un uso continuado. ¿Qué aspectos se podrían reforzar o cómo podrías conservar su imagen o funcionalidad para que se siga utilizando pasado ese tiempo?

2.4.4. Cruzando fronteras

Descripción: Los diferentes países y naciones tienen reglas e infraestructuras distintas que afectan al uso de la tecnología. ¿Qué desafíos podría encontrar tu diseño si fuera usado en otros lugares?

Actividad: Elige tres países de todo el mundo y visualiza qué desafíos encontraría tu diseño si se desplegara en cada uno de esos países. Destaca las preocupaciones comunes en los retos identificados.

2.5. Tarjetas de apoyo para análisis del contexto

Las actividades propuestas en las tarjetas de las fases anteriormente descritas pueden complementarse con unas tarjetas de apoyo que facilitan la visualización de diferentes contextos de uso de la tecnología que se está diseñando, tanto físicos (en la casa, ciudad, campo, en un coche, en una biblioteca, etc.), como sociales (estando solo, en familia, en una multitud, etc.). Diferentes combinaciones de contextos físicos y sociales también se ven afectadas por ciertas condiciones ambientales. Por ejemplo, no es lo mismo que haga calor o frío, luzca el sol o nieve o sea de día o de noche. Es importante tener en cuenta estos factores a la hora de adaptar el diseño de tecnologías que permitan su uso con variadas limitaciones situacionales.

3 Evaluación

El contenido de las tarjetas fue evaluado por 33 expertos del área de diseño digital, interacción persona-ordenador, educación y psicología de España y Colombia, en edades comprendidas entre 20 y 60 años.

A cada uno de ellos se les pidió que describieran los cambios que realizarían en el contenido de cada tarjeta teniendo en cuenta el título, la situación y la actividad propuesta.

En la tabla 1 se describen las recomendaciones propuestas para cada fase del pensamiento de diseño y las tarjetas de apoyo en las fases, categorizadas en 4 dimensiones: diseño, semántica, interpretación/compreensión y edición.

Fase	Dimensiones
1.	<p><i>1. Diseño:</i> cambio de títulos, agrandar la letra, mejora de íconos de las tarjetas porque algunos causan dudas, dividir algunas tarjetas en dos porque son extensas</p> <p><i>2. Semántica:</i> se considera que en relación con el título "Confianza", la situación y la actividad infieren más desconfianza que confianza. Se propone repensar la palabra "desconfianza" en la izquierda y cómo se plantea la situación. En la derecha, reformular la actividad de relleno: "Confiaría en un ser humano para____, pero en una máquina para ____". En relación con las cuestiones, se duda si las máquinas "se comportan" y se propone reformular la cuestión a algo similar a: "¿Cómo podría la tecnología generar un impacto positivo en la confianza?" o "¿Qué necesitamos de la tecnología para que genere un impacto positivo en la confianza?" Realizar tareas automáticas; Realizar procesos de discernimiento. Si estas tarjetas se presentarán a un gran rango de edad o incluyendo a personas con necesidades específicas (como las auditivas), propondría cambiar el ""pedir un café"" por, por ejemplo, ""pedir un agua"" (todas las personas bebemos agua, no todas beben café) e incluir algún factor a nivel comunicativo en sí mismo (¿Cómo se comunica? ¿Oralmente? ¿Con lengua de signos?). Se podrían valorar las diferentes sensaciones que han tenido los usuarios al cambiar los roles y analizar como las máquinas influyen en nuestra vida cotidiana. Clarificar conceptos, tales como "información sensitiva". Concretar conceptos y frases abstractas.</p> <p><i>3. Interpretación/comprensión:</i> ¿Se han de hacer todas las preguntas, o aquellas que genere el debate?, revisar la frase que hay que completar, mejorar la redacción de la descripción de la tarea, simplificar el lenguaje.</p> <p><i>4. Edición:</i> Eliminar frases. Las situaciones son precisas y correctas, pero quizá falte aludir a una situación de enfoque de la inteligencia artificial en la interacción persona-máquina. Añadir aclaraciones en relación con las actividades. Añadir rangos de discapacidades. Incluir a las personas en todo el proceso de diseño. Estaría interesante realizar una recopilación de todas las discapacidades que integran el uso de máquinas y exponer algunos ejemplos gráficos en las tarjetas. Incluir a las personas en todo el proceso de Diseño</p>
2.	<p><i>1. Diseño:</i> Cambiar el mapa por una pirámide donde se estructure las personas con las que más se interactúan abajo del todo con las que menos en la cúspide. Mejorar íconos.</p> <p><i>2. Semántica:</i> Convendría que se matizara que las capacidades se comportan dentro de unos límites y que son estos los que producen la afectación ante una situación poco favorable. Puede hacerse el matiz en la frase 'La gente experimenta diferentes capacidades</p>

Fase	Dimensiones
	<p>físicas'. Falta el sentido del olfato. Cambiar la descripción de la actividad, sustituir los fallos por los 3 inconvenientes que pueden ocurrir cuando una persona carece o está delimitada por los sentidos de la vista, el oído y el control motores. Repensar el uso del término "limitaciones". Incorporar el protocolo ético en relación con las entrevistas.</p> <p><i>3. Interpretación/comprensión:</i> se presentan dudas sobre si todos los contextos de interacción son equivalentes y válidos para la observación. Reformular actividades para mayor claridad. Reformular la redacción de los conceptos referidos a la infancia y al género (excesivamente binario).</p> <p><i>4. Edición:</i> Incorporar el protocolo ético en relación con la observación. Incorporar ejemplos analógicos para que apoyen el desarrollo de la tarea.</p>
3.	<p><i>1. Diseño:</i> Cambio de íconos, cambio de color de fondo (el naranja de fondo no deja ver claramente el contenido). En la secuencia de pasos sería conveniente aplicar un storyboard donde se definan cada uno.</p> <p><i>2. Semántica:</i> Se habla de los usuarios finales, cometiendo lo mismo que se pide que se revise. Revisar redacción de preguntas.</p> <p><i>3. Interpretación/comprensión:</i> En la tarjeta de "Resolución de conflictos", parece más una "Oportunidad de la interacción conflictiva". Es incorrecto decir que el rol es 'impuesto por la sociedad', pues no siempre es así.</p> <p><i>4. Edición:</i> En las actividades agregar más ejemplos con diferentes roles dado que el uso no adecuado de la tecnología no solo puede darse en roles, sino también en situaciones o acciones específicas. Agregar como escoger soluciones en grupo (por valoración grupal). Incorporar el protocolo ético en relación con la entrevista.</p>
4.	<p><i>1. Diseño:</i> Acertado, no se piden cambios.</p> <p><i>2. Semántica:</i> Repensar el término "Obsolescencia" ya que Unesco nos sitúa en conceptos que por ellos mismos nos llevan al reciclaje.</p> <p><i>3. Interpretación/comprensión:</i> Acertado, no se piden cambios.</p> <p><i>4. Edición:</i> Añadir otro punto de vista a la actividad. Cuando hayan expuesto los tres posibles perjuicios, ver como transformarlos en beneficios mediante el diseño que han hecho. Añadir también que desafíos podrían aparecer en países subdesarrollados y cómo afrontarlos.</p>
Apoyo	<p><i>Contexto físico:</i></p> <p><i>1. Diseño.</i> La casa es la típica que no tenemos. Es muy poco inclusiva. Cambiar la biblioteca por una oficina. Ajustar el coche para que no fuera en un coche</p>

Fase	Dimensiones
	<p>específicamente, sino de forma general como medio de transporte.</p> <p>2. <i>Semántica</i>: Es acertado, en general, pero, cuando se trate de niños, debería incluirse el contexto de la escuela (en un colegio).</p> <p>3. <i>Interpretación/compreión</i>: Acertado, no se piden cambios</p> <p>4. <i>Edición</i>: Incluir sistemas de lectoescritura alternativos (como el braille).</p> <p><i>Contexto social</i>:</p> <p>1. <i>Diseño</i>. Eliminar la corbata en la escena del trabajo</p> <p>2. <i>Semántica</i>: Solo/a (binario), utilizar "Individuo".</p> <p>3. <i>Interpretación/compreión</i>: Acertado, no se piden cambios</p> <p>4. <i>Edición</i>: Incluir sistemas de lectoescritura alternativos (como el braille).</p>

Tabla 1. Recomendaciones realizadas de cambio categorizadas en dimensiones y organizadas por fases.

Asimismo, se han realizado otras observaciones, de las cuales se destacan las siguientes:

- Al comienzo de las fases, se debe explicar el propósito de las tarjetas y su categorización en fases bajo un concepto categorial separado y específico. En el caso de las tarjetas de apoyo, se requiere una explicación de su funcionamiento en el inicio.
- Falta una explicación global del uso de las tarjetas, para así comprender mejor cómo utilizarlas y sacar provecho de ellas para tu proyecto, en especial las tarjetas de apoyo.
- Algunas de las actividades no tienen en cuenta lo grande que es la situación, o que cada persona es diferente, así como en pensar en diferentes edades.
- En ocasiones las actividades no parecen guardar una relación clara con la situación que se comenta al principio y no soluciona el mismo.
- Algunos de los diseños de las tarjetas han provocado una pequeña disonancia entre este y su contenido.
- La organización de las tarjetas es correcta, bien cohesionada, muy bien distribuido en sus respectivos bloques y fácil de comprender.

4 Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se ha diseñado toolkit para ayudar a los diseñadores de tecnología en la creación de soluciones que contemplan el género, los valores éticos, la diversidad e inclusión y la sostenibilidad.

Este toolkit está formado por un conjunto de cartas, organizadas en diferentes fases del pensamiento de diseño, que consideran los

principios anteriormente mencionados y plantean actividades para reflexionar sobre cada uno de ellos. Aunque actualmente se han creado un conjunto de 27 tarjetas para ser utilizadas en las fases de diseño, es posible incorporar nuevas tarjetas según sea necesario.

La evaluación del contenido de las tarjetas ha revelado que, en general se consideran acertadas, adecuadas y bien organizadas en las fases, se deben realizar cambios en la redacción con instrucciones claras y adaptadas a las edades de los usuarios. Asimismo, se han sugerido cambios en el diseño gráfico.

El contenido de las tarjetas ha sido validado en el idioma español, sin embargo, se pueden observar diferencias entre cultura, ya que ha sido evaluado en España y Colombia, con las variantes en el lenguaje que ello implica. Por tanto, podemos decir que el contenido de las tarjetas debe ser adaptado a cada cultura.

Como limitaciones podemos indicar que la muestra de participantes de la evaluación es pequeña y se debería ampliar. Asimismo, como trabajo futuro, se deben realizar los cambios indicados por los evaluadores, adaptar las tarjetas al idioma inglés, así como adaptar las tarjetas para utilizarlas en talleres de co-creación intergeneracional, creando una versión para niños y otra para personas mayores.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado por el proyecto PERGAMEX ACTIVE, Ref. RTI2018-096986-B-C32, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

Referencias

- [1] von Thienen, J. P., Clancey, W. J., & Meinel, C. (2019). Theoretical Foundations of Design Thinking. In Design Thinking Research (pp. 13-38). Springer, Cham.
- [2] Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 37(4), 445-456.
- [3] ISO [Internet]. ISO 9241-210:2019 Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems. Available at: <https://www.iso.org/standard/77520.html>
- [4] Microsoft. Inclusive Design. Available at: <https://www.microsoft.com/design/inclusive/>
- [5] Friedman, B., & Hendry, D. (2012, May). The envisioning cards: a toolkit for catalyzing humanistic and technical imaginations. In Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems (pp. 1145-1148).
- [6] IDEO Design Kit: The Human-Centered Design Toolkit. Available at: <https://www.ideo.com/post/design-kit>
- [7] IBM Enterprise Design Thinking. Available at: <https://www.ibm.com/garage/method/practices/think/enterprise-designthinking/>
- [8] Open Design Kit Available at: <http://opendesignkit.org/>
- [9] Fraga Viera, D., Gonzalez-González, C., Gil Iranzo, R., Paderewski, P., & Gutiérrez Vela, F. L. (2020, October). Inclusive Design Toolkit for the Creation of Intergenerational Gamified Experiences. In Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (pp. 707-712).
- [10] Gonzalez-González, C. S. (2012). Diseño de tecnología con perspectiva de género. En Género, Conocimiento e Investigación (pp-91--101). Inmaculada Perdomo Reyes y Ana Puy Rodríguez (Eds). Colección Caliope. Editorial Plaza y Valdes. Lugar: México.
- [11] Friedman, B. (1996). Value-sensitive design. interactions, 3(6), 16-23.
- [12] Clarkson, P. J., Coleman, R., Keates, S., & Lebbon, C. (2013). Inclusive design: Design for the whole population. Springer Science & Business Media.
- [13] Friedman, B., Kahn, P. H., Borning, A., & Hultgren, A. (2013). Value sensitive design and information systems. In Early engagement and new technologies: Opening up the laboratory (pp. 95-95). Springer, Dordrecht.

Comités de Ética en Investigación e Investigadores en IHC en Brasil – un diálogo posible

Valéria Farinazzo Martins
Faculdade de Computação e
Informática/ Programa de Pós-
Graduação em Distúrbios do
Desenvolvimento
Universidade Presbiteriana
Mackenzie
São Paulo, Brasil
valeria.farinazzo@mackenzie.br

Ricardo Hernan Medrano
Faculdade de Arquitetura e
Urbanismo
Universidade Presbiteriana
Mackenzie
São Paulo, Brasil
ricardo.medrano@mackenzie.br

Renata Mendes de Araújo
Faculdade de Computação e
Informática/ Programa de Pós-
Graduação em Sistemas de
Informação
Universidade Presbiteriana
Mackenzie/ EACH-USP
São Paulo, Brasil
renata.araujo@mackenzie.br

Michelle Asato Junqueira
Faculdade de Direito
Universidade Presbiteriana
Mackenzie
São Paulo, Brasil
michelle.junqueira@mackenzie.br

ABSTRACT

Since 2012, legal resolutions in Brazil have determined that research involving human beings, in any research domain, needs to be analyzed in relation to ethical issues. This analysis must be carried out by the Research Ethics Committees, formally created in the research institutions. In Human Computer Interaction, ethical issues are mainly guided by the involvement of research participants in the evaluation of interactive computer systems and how their rights and well-being are ensured, and ethics has been officially considered as one of the research challenges by the Brazilian Human Computer Interaction research community. Despite the regulations and recognition of their importance, the process of ethical evaluation of research projects is marked by obstacles and difficulties reported both by Human Computer Interaction researchers and by research ethics committees. The purpose of this article is to start a dialogue to dissolve these barriers based on the authors' experience as researchers in the field of Human Computer Interaction and members of the research ethics committee at a private university in Brazil.

CCS CONCEPTS

• Professional topics • Computing profession • Codes of ethics
• Human-centered computing • Human computer interaction (HCI) • Empirical studies in HCI

KEYWORDS

HCI research in Brazil, research ethics committee, ethical approval

1 Introducción

La Ética Computacional es un tema abordado desde los años 40 en el contexto mundial. Ya en la década de los 70, la Ética Computacional pasó a ser identificada como una nueva rama de la Ética Aplicada, dedicándose a tratar problemas éticos agravados, transformados o creados con el uso de la tecnología informática [1][2].

En el marco mundial, algunas asociaciones en el campo de la Computación establecieron sus propios códigos de ética, como la *Association for Computing Machinery* (ACM) (ACM, 2018) y la *Association for Information Systems* (AIS) (AIS, 2014). En Brasil, asociaciones en el área y organismos de fomento a la investigación, como la *Sociedade Brasileira de Computação* (SBC) (SBC, 2020) y la *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo* (FAPESP) [3] apud [1], también establecieron sus códigos de conducta ética.

Específicamente, en el área de Interacción Humano-Computador (IHC), las cuestiones éticas están planteada en el involucramiento del participante de la investigación en la evaluación de los sistemas computacionales interactivos y cómo sus derechos y bienestar deben ser asegurados. Este tema ha sido abordado en eventos del área, como el CHI (*Conference on Human Factors in Computing Systems*), que trajo, en sus últimas ediciones, la discusión sobre los desafíos de la ética en la investigación en el área. En el contexto brasileño, también se ha intentado debatir el tema. La ética fue considerada como uno de los "Valores Humanos" que componen el Desafío 4 del GranDIHC-BR - Grandes Desafios de Pesquisa em IHC no Brasil [4].

Si bien, en el escenario brasileño, existen Resoluciones específicas sobre la aprobación ética obligatoria de proyectos de investigación que involucran humanos, con Comisiones y Comités de Ética en Investigación reglamentados, aún existe

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



resistencia para el sometimiento de proyectos de investigación en áreas distintas a la de la Salud, tales como Computación, más específicamente IHC. Por lo tanto, es fundamental establecer diálogos tanto para el aprendizaje de los investigadores como para la mejora del proceso de aprobación ética.

Este trabajo surge del relato de experiencia de los autores, involucrados como revisores del Comité de Ética en Investigación de una universidad privada brasileña, y también como investigadores en el área de Sistemas de Información e IHC, aportando de esta forma la visión de ambos lados en la discusión de los aspectos éticos a observar en la construcción de proyectos de investigación en el área de IHC y también burocráticos de todo el proceso de sometimiento de estos proyectos al análisis ético.

Este texto está organizado de la siguiente manera. La sección 2 presenta la Ética en Investigación en el contexto brasileño. La Sección 3 presenta los trámites para la aprobación de un proyecto de investigación en Brasil. La sección 4 analiza los puntos de discusión sobre las quejas y los obstáculos para la aprobación ética de proyectos de investigación. En secuencia, la sección 5 trae posibilidades de diálogo para estos obstáculos. La Sección 6 aborda los problemas éticos en la investigación de IHC. Finalmente, la sección 7 presenta las conclusiones de este trabajo.

2 Ética en Investigación

Los comités de ética en investigación comprenden mecanismos de control social basados en principios éticos para garantía de la integridad y dignidad de los participantes de la investigación. El control social es uno de los pilares del Estado Democrático de Derecho, en la medida que posibilita la participación de la sociedad en asuntos de relevancia, permitiendo que contribuya para la construcción de instituciones basadas en la ciudadanía, impidiendo abusos y arbitrios desvinculados de la voluntad popular, por parte de los poseedores del poder.

La ética tiene origen en la palabra griega *ethos*, que significa "carácter", es decir, es la cualidad del ser. Ética es ciencia que integra la filosofía y ofrece criterios para elegir la mejor conducta para la comunidad humana. Ética es el actuar, es la intención [5].

La ética en la investigación, por lo tanto, comprende "la ciencia de la conducta humana, es el principio sistemático de conducta moralmente correcta" [6]. Si la investigación es la búsqueda incesante por respuestas, la ética en la investigación puede traducirse como la búsqueda de respuestas mediante conductas moralmente correctas. En esta línea de argumentación, cabe agregar que las cuestiones éticas en la investigación adquieren especial relevancia tras las diversas atrocidades cometidas durante la Segunda Guerra Mundial. El régimen nazista proponía tres categorías de experimentos, especialmente en campos de concentración: (i) aquellas destinadas a facilitar la supervivencia de los militares del Eje, tales como pruebas de reacciones a grandes altitudes para determinar la altitud máxima que los equipos de las aeronaves podrían saltar con paracaídas, como también, experimentos de congelación para descubrir un método

eficaz para la hipotermia y ensayos destinados a transformar el agua de mar en agua potable; (ii) pruebas de medicamentos y métodos de tratamientos para lesiones y enfermedades como malaria, tífus, tuberculosis, fiebre tifoidea, fiebre amarilla y hepatitis infecciosa, inoculando a los presos con estas enfermedades, se pueden, aún, mencionar las experiencias con injertos óseos y (iii) experiencias que buscaban profundizar principios raciales e ideológicos en la visión nazista, usando personas para determinar cómo diferentes "razas" resistían a enfermedades infecciosas, con el objetivo de demostrar la superioridad ariana, además de las crueles experiencias de esterilización [7].

Después del juicio de Nuremberg, fue necesario crear el Código de Nuremberg en 1947 [8], estableciendo la necesidad del consentimiento humano voluntario y estableciendo principios éticos mínimos para la investigación. En 1948, con la Declaración de Derechos Humanos de la ONU [9] de establecer paradigmas para el reconocimiento y protección de los derechos humanos, se refuerza el paradigma de la dignidad humana. Así, en 1964 se formuló la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial [10], válida, tras algunas enmiendas, hasta la actualidad. La Declaración de Helsinki plantea, por primera vez, el deber de los médicos en las investigaciones médicas: proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la privacidad y la confidencialidad de las informaciones personales de los sujetos de investigación (artículo 6º), prescribiendo: "la responsabilidad de protección de los sujetos de la investigación debe recaer siempre en el médico u otros profesionales de la salud y nunca en el sujeto de la investigación, incluso si han dado su consentimiento".

Cabe señalar que, aunque está destinada a las investigaciones médicas, sus postulados están presentes en todas y en cada una de las investigaciones que involucran a seres humanos. Desde entonces, los países y la comunidad científica han tratado de adaptar estos principios éticos y de respeto a la dignidad humana a su ordenamiento interno, con el objetivo de dar efectividad a las declaraciones universales destacando, aún, en particular la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos, suscrita por varios países, en la Conferencia General de la Unesco, en 2005 [11].

3 Ética en Investigación en Brasil

En Brasil, en 1996 fue editada la Resolución 196 del *Conselho Nacional de Saúde* [12], creando la CONEP - *Comissão Nacional de Ética em Pesquisa* y un sistema que se divide en comités, presentes en instituciones que promueven la gestión y el desarrollo de investigaciones, formando el Sistema CEP-CONEP. La CONEP tiene un rol coordinador de la red de *Comités de Ética em Pesquisa - CEPs*, creados en las instituciones, con los cuales forma el Sistema CEP-CONEP. La CONEP se constituye, también, en órgano consultor junto al Ministerio de Salud y a los órganos del *Sistema Único de Saúde* (SUS). Y, también, se encarga de evaluar proyectos de investigación que puedan ser desarrollados en áreas temáticas especiales.

A continuación, se abordarán los lineamientos y normativas regulatorias de investigación involucrando seres humanos, en particular la Resolución 466, de 12 de diciembre de 2012, del *Conselho Nacional de Saúde* [13], bien como la Resolución 510, de 7 de abril de 2016, también del *Conselho Nacional de Saúde* [14], específica para las investigaciones relacionadas con las ciencias humanas y sociales.

La Resolución CNS 466/2012 parte de las premisas ya examinadas en este capítulo, de respeto a la dignidad humana y del inmanente progreso científico y tecnológico. Ya en las disposiciones preliminares aclara que incorpora, desde la perspectiva del individuo y de las colectividades referenciales de la bioética: autonomía, no maleficencia, beneficencia, justicia y equidad, entre otros, determinando, a continuación, que los proyectos de investigación, involucrando seres humanos, deben cumplir con la resolución.

A partir de los términos y definiciones utilizados en la resolución, la Resolución CNS 466/2012 menciona los aspectos éticos de la investigación con seres humanos, mencionando que la eticidad importa (ítem III.1): a) respeto al participante de la investigación en su dignidad y autonomía, reconociendo su vulnerabilidad, asegurando su voluntad de contribuir y permanecer, o no, en la investigación, por medio de una manifestación expresa, libre e informada; b) ponderación entre riesgos y beneficios, tanto conocidos como potenciales, individuales o colectivos, comprometiéndose con el máximo de beneficios y el mínimo de daños y riesgos; c) garantía de que se evitarán daños predecibles; y d) relevancia social de la investigación, que garantiza la igual consideración de los intereses involucrados, sin perder el sentido de su destino socio-humanitario.

En cuanto a los riesgos y beneficios, la Resolución 466/2012 es clara al disponer: "Toda investigación con seres humanos implica riesgo en tipos y gradaciones variadas. Cuantos mayores y más evidentes los riesgos, mayores deben ser los cuidados para minimizarlos y la protección ofrecida el Sistema CEP/CONEP a los participantes. Se deben analizar posibilidades de daños inmediatos o posteriores, en el plano individual o colectivo. El análisis de riesgo es componente imprescindible al análisis ético, del cual resulta el plan de monitoreo que debe ser ofrecido por el Sistema CEP/CONEP en cada caso específico" (ítem V). De esta forma, los riesgos se pueden escalar en riesgos mínimo, mediano o máximo y solo son admisibles cuando lo justifique el beneficio esperado, garantizando al participante de la investigación la indemnización en caso de daños.

Debido a las especificidades éticas de las investigaciones en ciencias sociales y humanas, se editó la Resolución CNS 510/2016 para abordar las especificidades de las investigaciones realizadas en el ámbito de las Ciencias Humanas y Sociales, justificando que "en ellas prevalece una acepción pluralista de la ciencia en la cual deriva la adopción de múltiples perspectivas teórico-metodológicas, además, lidian con atribuciones de significados, prácticas y representaciones, sin intervención directa en el cuerpo humano, con naturaleza y grado de riesgo específico". Cabe mencionar que la Resolución CNS 466/2012 sigue siendo aplicable donde corresponda (es decir, en lo que no es

contradictorio), e incluso se utiliza para llenar las eventuales lagunas de la Resolución CNS 510/2016.

En la Resolución CNS 510/2016, hay especial preocupación por los procedimientos de consentimiento y asentimiento libre e informado y del análisis de los riesgos, que debe ser graduado observándose los procedimientos metodológicos.

La principal novedad instituida por la Resolución CNS 510/2016 está en las hipótesis de dispensa autorizadas por el párrafo único del artículo 1º, que aclara que no serán registradas ni evaluadas por el sistema CEP/CONEP: I - Encuesta de opinión pública con participantes no identificados; II- investigación que utilice informaciones de acceso público, en los términos de la Ley N º 12.527, de 18 de noviembre de 2011 (*Lei do Acesso à Informação*) [15]; III - investigación que utilice informaciones de dominio público; IV - investigación censal; V - investigación con bases de datos, cuyas informaciones son agregadas, sin posibilidad de identificación individual; y VI - investigación realizada exclusivamente con textos científicos para revisión de la literatura científica; VII - investigación que tenga como objetivo la profundización teórica de situaciones que emergen de manera espontánea y contingente en la práctica profesional, siempre que no revelen datos que puedan identificar al sujeto; y IX - actividad desarrollada con el único fin de la educación, docencia o formación sin fines de investigación científica, de estudiantes de grado, de curso técnico o de profesionales en especialización. Las situaciones no son ejemplificadoras, sino taxativas, y no deben interpretarse de manera ampliativa.

El artículo 5, II, de la Ley N º 13.709, de 14 de agosto de 2018, conocida como *Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais*- LGPD [16], prescribe que constituye dato personal sensible: "dato personal sobre origen racial o étnica, convicción religiosa, opinión política, afiliación sindical o a organización de carácter religioso, filosófico o político, dato referente a la salud o la vida sexual, dato genético o biométrico, cuando vinculado a una persona natural".

La LGPD tiene como objetivo proteger y disciplinar el procesamiento de datos personales, incluso por medios digitales y tiene algunas correspondencias con el análisis ético realizado por los CEP en lo que se refiere al respeto a la privacidad, a la autodeterminación informativa y a la inviolabilidad de la intimidad, honor e imagen, fundamentos de la protección de datos personales. Confirma algunas suposiciones ya aseguradas en las normativas del CNS, que regula la posibilidad de datos con fines de investigación, asegurando que, siempre que sea posible, los datos personales deben ser anonimizados (art. 7, IV; art. 11, II, 'c' y 16, II). Destacando siempre que el consentimiento es un factor indispensable para la investigación y uso de datos personales.

4 El proceso de Aprobación Ética de Proyectos de Investigación en Brasil

El investigador, cuando desea que su proyecto sea aprobado por el CEP, deberá presentar una serie de documentos, que se

describirán a continuación. Estos documentos deben tener como objetivo fundamental traer informaciones que ofrezcan las aclaraciones necesarias para que el evaluador comprenda las fases del proyecto y que permita el análisis de los documentos a la luz del correcto tratamiento del participante de la investigación. Es posible acceder a más informaciones en la página de la CONEP [17] [18] que facilitan la comprensión de estos documentos.

El registro se realiza a través de una plataforma digital específica, la Plataforma Brasil. Básicamente, se exigen: (a) registro del investigador y de la institución con la que se relaciona el investigador; (b) datos del proyecto en el documento de informaciones básicas: metodología de estudio, diseño, resumen, cantidad de participantes, cronograma, financiamiento, entre otros. Debe estar en consonancia con las informaciones proporcionadas en el proyecto detallado y demás documentos; (c) Portada firmada por el representante legal de la institución. Esta hoja se genera al llenar la última página del proyecto en la Plataforma Brasil. (d) Modelo dos *Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)* que se utilizará para solicitar el consentimiento de los participantes de la investigación. De acuerdo con la Norma Operacional Nº 1, 2013 [19], el TCLE “es un documento público específico para cada investigación, incluyendo informaciones sobre las circunstancias bajo las cuales se obtendrá el consentimiento, sobre el responsable de obtenerlo y la naturaleza de la información dada a los participantes de la investigación, o la exención del TCLE debe ser justificadamente solicitada por el investigador responsable al Sistema CEP/CONEP, para su evaluación”; (e) *Modelos dos Termos de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)*, si el participante de la investigación es menor de 18 años o incapacitados. De acuerdo con la Resolución 510, de 2016 [14], TALE es “consentimiento del participante de la investigación - niño, adolescente o individuos impedidos de forma temporaria o no de consentir, en la medida de su comprensión y respetadas sus singularidades, previa aclaración sobre la naturaleza de la investigación, justificativa, objetivos, métodos, potenciales beneficios y riesgos. Obtener el asentimiento no elimina la necesidad del consentimiento del responsable”; (f) Proyecto que contiene las informaciones de toda la investigación, desde introducción, marco teórico, objetivos, método, procedimientos para el análisis de datos, cronograma y referencias. El proyecto debe hacer explícita la capacidad del equipo para llevar a cabo el proyecto. Así, también, los textos y los métodos deben ser lo suficientemente claros para permitir una comprensión completa por parte del evaluador; (g) Descripción de los instrumentos de recolección de datos, con las cuestiones que se preguntarán a los participantes de la investigación; (h) Carta en la que la Institución donde se llevarán a cabo las recolecciones de datos autoriza la realización de la investigación; (i) Otros documentos que puedan componer el completo conocimiento del proyecto o que se soliciten por el CEP en el que se tramitará el proyecto.

Luego que los documentos son insertados en la Plataforma Brasil y enviados, estos documentos serán recibidos por el CEP de su institución. A continuación, estos documentos se someterán a una validación documental. Si aprobados, serán remitidos a un

evaluador que emitirá un dictamen que se discutirá en una reunión del CEP. En la reunión, el CEP decidirá si el proyecto es aprobado, desaprobado o aprobado con pendencias.

5 Quejas y obstáculos comunes entre los investigadores en IHC

Según lo relatado por Amorim et al. [1], en el área de *Interação Humano-Computador (IHC)* en Brasil, la mitad de los 81 investigadores entrevistados nunca presentó un proyecto de investigación para aprobación ética a través de un CEP. Entre las principales razones, señaladas por los investigadores del área, se encuentran:

- La no obligatoriedad (institucional, de agencias de fomento, de revistas científicas y congresos) de presentar un proyecto de IHC para su aprobación ética.
- Burocracia en el proceso de presentación, lo que provocaría una demora/retraso en la recopilación de datos mientras el proyecto no tuviera la aprobación ética.
- Falta de incentivo por parte de sus instituciones. En este sentido, puede entenderse como la reducción de la importancia de esta apreciación ética, quizás por desconocimiento del proceso.
- No percepción de la relevancia de presentar un proyecto de IHC para su aprobación ética.

Por otro lado, aunque no relatado por Amorim et al. [1], la experiencia de los autores del presente artículo en la producción de dictámenes de evaluación ética, lleva a listar, además de lo anterior, otras razones para el impedimento o la no presentación de proyectos de investigación en el área de IHC al CEP. Algunas de estos impedimentos se mencionan a continuación:

- Desconocimiento de las resoluciones específicas que abordan los proyectos de investigación que involucran a seres humanos sobre el aspecto ético.
- La confusión entre la palabra "involucrar" y "con" seres humanos. Es decir, proyectos de investigación con seres y proyectos que involucran a seres humanos serían tratados de manera diferente por la perspectiva del investigador.
- La mala interpretación de lo que es una encuesta de opinión pública.

Desconocimiento del proceso que debe atravesar un proyecto de investigación para obtener la aprobación ética.

6 Diálogos posibles

En vista de las quejas y obstáculos señalados con mayor frecuencia por los investigadores de la IHC en Brasil con respecto al envío/aprobación ética de proyectos de investigación que involucran seres humanos, en esta sección se plantean y discuten algunas posibles respuestas a estas quejas comunes, como se señalan en las siguientes secciones. El objetivo es construir diálogos que no solo ayuden a orientar a los

investigadores en el proceso de aprobación ética, sino también, que reflexionen sobre el proceso en sí, identificando oportunidades para su mejora.

6.1 No obligatoriedad de presentar un proyecto al CEP

De hecho, existe esta obligación, en el contexto brasileño, abordada por la Resolución 466, de 2012 [13]. De acuerdo con esta Resolución, todo proyecto de investigación, en cualquier área del conocimiento, que involucre a seres humanos, tiene implicaciones éticas y legales, lo que se traduce en la tramitación obligatoria de estos proyectos para su aprobación ética a través del CEP. Parece haber un equívoco o desconocimiento de este requisito porque muchas revistas y congresos no solicitan este número de aprobación ética. Asimismo, esta solicitud no se caracteriza como parte obligatoria para la obtención de títulos dentro de los programas de posgrado de sus instituciones en Brasil. Por último, no todas las agencias de fomento imponen tal requisito. A partir del momento en que más congresos y revistas del área requieran que se presente el número de aprobación ética, como es el caso en el área de Salud, los investigadores estarían más atentos a este tema por su importancia y obligatoriedad.

También, hay un factor más grave, que es el desconocimiento de la necesidad de someter proyectos de investigación con seres humanos a aprobación ética en los niveles de *Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC)* e *Iniciação Científica (IC)*. Los cambios en la regulación de las actividades de *TCC* e *IC*, además de, en las maestrías y doctorados, podrían hacer reflexionar sobre la concientización de la necesidad de someter estos proyectos de investigación a la aprobación ética.

6.2 Burocracia en el proceso de presentación

De hecho, un proyecto de investigación, según Amorim et al. [1], debería someterse a una aprobación ética al menos con cuatro meses de anticipación antes del inicio de la fase de recolección de datos con participantes. El retraso puede ocurrir cuando no hay una planificación de esta fase en un tiempo adecuado dentro de la metodología del proyecto. Planificar esta fase significa: pensar en el local dónde serán recolectados los datos (con la anuencia de la institución involucrada); determinación de los criterios de inclusión y exclusión de la muestra de participantes y cómo se llevará a cabo su reclutamiento; preparación de los instrumentos de recolección de datos, como cuestionarios y guiones de entrevistas; construcción de una metodología de trabajo clara y bien determinada; y elaboración de los documentos requeridos por el Comité de Ética en Investigación.

Cabe mencionar que en los *TCCs* y *ICs* esta práctica necesita una discusión más profunda, dado el menor tiempo en el que estos proyectos deben iniciarse y completarse. Es necesario repensar este tiempo y también la posibilidad de aprobar proyectos más amplios de los tutores, compuestos por una metodología que puede incorporar varios *TCCs* e *ICs*.

6.3 Falta de incentivo por parte de la institución

Los *CEPs*, en conjunto con las instituciones a los que están vinculados, deben promover acciones educativas para aclarar los pasos necesarios y alentar a sus investigadores a presentar sus proyectos de investigación para aprobación ética. Ante una acción educativa amplia, es posible mejorar la comunicación entre los *CEPs* y los investigadores, facilitando la comprensión del proceso de evaluación y su importancia.

6.4 No percepción de la relevancia de la aprobación ética

Los investigadores plantean la falta de percepción en la relevancia para el contexto de su investigación el someter sus proyectos a una evaluación ética. Este problema está relacionado con la falta de percepción de los riesgos que una investigación de IHC podría traer a sus participantes. Según la Resolución 466, de 2012 [13], toda investigación, en cualquier área del conocimiento, conlleva riesgos, aunque mínimos, para los participantes. Estos riesgos pueden ser físicos, psicológicos, morales, intelectuales, sociales, culturales o espirituales.

Cabe mencionar también que, por haber nacido de cuestiones éticas en el área de la Salud, la Resolución 466/2012 es interpretada muchas veces, por investigadores de otras áreas, como si la obligación de aprobación ética se diera solo al área de Salud.

6.5 Falta de conocimiento y confusión sobre legislación específica

Mediante la Resolución 510/2016, algunos tipos de proyectos de investigación que involucran a seres humanos están exentos de valoración ética. Sin embargo, es necesario comprender cuáles serían los casos de esta exención; los demás proyectos se clasifican como obligatorios para esta evaluación ética. Así, según esta resolución, “no serán registrados ni evaluados por el sistema CEP/CONEP:

- I - encuesta de opinión pública con participantes no identificados;
- II - investigación que utiliza información de acceso público, en los términos de la Ley Nº. 12.527, de 18 de noviembre de 2011;
- III - investigación que utilice información de dominio público;
- IV - investigación censal;
- V - investigación con bases de datos, cuyas informaciones son agregadas, sin posibilidad de identificación individual;
- VI - investigación realizada exclusivamente con textos científicos para revisar la literatura científica;
- VII - investigación que tenga como objetivo la profundización teórica de situaciones que emergen de manera espontánea y contingente en la práctica profesional, siempre que no revelen datos que puedan identificar al sujeto; y
- VIII - actividad realizada con el único fin de la educación, docencia o entrenamiento sin fines de investigación científica, de estudiantes de grado, de cursos técnicos o de profesionales en especialización”.

6.6 Interpretación errónea sobre el concepto de proyectos de investigación que involucran a seres humanos

Como se discutió en el ítem 3, la necesidad de aprobación ética de los proyectos de investigación surgió en el área de la Salud y, allí, este sentido común de la necesidad de que los proyectos sean tramitados por el CEP, ya está muy avanzado. Sin embargo, la Resolución 466/2012 es clara en su texto "Considerando el respeto por la dignidad humana y por la especial protección debida a los participantes de las investigaciones científicas involucrando seres humanos". De esta forma, el texto deja claro que no solo los proyectos que utilizan protocolos de salud deben contar con aprobación ética, sino todos aquellos que involucran a seres humanos de alguna manera como participantes de la investigación. Esta Resolución aclara aún más este tema cuando trae, en su texto, los alcances del desarrollo científico y tecnológico que actúan en beneficio de la vida humana, enfatizando que estas cuestiones éticas están arraigadas en todas las áreas del conocimiento. Por tanto, considera:

- "el desarrollo y el compromiso ético, que es inherente al desarrollo científico y tecnológico";
- "El progreso de la ciencia y la tecnología, que reveló otra percepción de la vida, de los modos de vida, con reflejos no solo en la concepción y prolongamiento de la vida humana, sino también en los hábitos, cultura y comportamiento del ser humano en los medios reales y virtuales disponibles y se alteran e innovan a un ritmo acelerado y continuo";
- "El progreso de la ciencia y la tecnología, que debe implicar en beneficios, actuales y potenciales para el ser humano, para la comunidad en la que se inserta y para la sociedad, nacional y universal, posibilitando la promoción del bienestar y la calidad de vida y promover la defensa y preservación del medio ambiente, para las generaciones presentes y futuras";
- "Las cuestiones de orden ética suscitadas por el progreso y el avance de la ciencia y la tecnología, arraigadas en todas las áreas del conocimiento humano";
- "Que todo progreso y avance debe respetar siempre la dignidad, libertad y autonomía del ser humano".

6.7 Interpretación errónea de una encuesta de opinión pública

A través de esta Resolución 510/2016, los proyectos clasificados como opinión pública, sin identificar a los participantes, no necesitan someterse a aprobación ética. Sin embargo, existe confusión con respecto al concepto de opinión pública. Este concepto, también traído por esta Resolución, consiste en "consulta verbal o escrita de carácter puntual, realizada mediante metodología específica, mediante la cual se invita al participante a expresar su preferencia, evaluación o el sentido que atribuye a temas, actuación de personas y organizaciones, o a productos y servicios; sin posibilidad de identificación del participante".

También es relevante mencionar qué dice la ley LGPD [16] sobre datos sensibles.

6.8 Interpretación errónea de una encuesta de opinión pública

Parece haber un movimiento aún pequeño, en las instituciones, de investigadores interesados en conocer todo el proceso de presentación de sus proyectos al CEP. Esto se evidencia por el bajo número de participantes en los cursos que ofrecidos en cada semestre, dentro de la institución en la que los autores forman parte, y parece no ser diferente en otras instituciones. El no conocer todos los pasos resulta en pendencias documentales y éticas (metodología poco clara, falta de información en los Términos de Consentimiento y / o Asentimiento, falta de claridad en los instrumentos de recolección, falta de caracterización de la muestra, falta de notas sobre riesgos y beneficios de la investigación, etc.).

En cuanto a la planificación del tiempo necesario para que el proyecto sea aprobado por el CEP, es necesario repensar, especialmente en relación con los *Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)* y de la *Iniciación Científica (IC)* -que tiene un tiempo de ejecución menor-, el mejor período para someter estos proyectos a aprobación ética, con miras a la recopilación de datos.

También cabe mencionar, como señala [20], que la elaboración y presentación de un proyecto de investigación que involucra seres humanos al CEP saca a la luz varios aspectos metodológicos en relación con los participantes de la investigación que pueden pasar desapercibidos para el investigador que no realiza tal ejercicio. Asimismo, mediante la discusión de los posibles riesgos para los participantes que pueden no haber sido considerados por el investigador, además de alertarlos sobre la responsabilidad por los riesgos que se han presentado.

Por otro lado, sería importante que la *Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)* discuta, junto con los investigadores, la simplificación del proceso de someter proyectos a la revisión ética de los CEP en el caso de proyectos que no se encuentran en el área de Salud. Además, la propia plataforma para someter proyectos de investigación a la valoración ética (denominada Plataforma Brasil) que centraliza los proyectos de todo el país contiene varios problemas de usabilidad e inestabilidad, lo que complica el ya doloroso proceso para el investigador.

7 Cuestiones comunes en proyectos de investigación en IHC que requieren aprobación ética

Es posible sacar a la luz algunas cuestiones éticas que podrían discutirse en el contexto de proyectos de investigación en el área de IHC. El primero se refiere a los riesgos que se les presentan a los participantes de la investigación, aunque sean mínimos, y, también, a las acciones para su mitigación y asistencia a los participantes cuando tales riesgos ocurren. Se sabe, por ejemplo, que algunos dispositivos como los cascos de visualización, utilizados en sistemas de Realidad Virtual, pueden producir

efectos secundarios como desorientación, cansancio visual, náuseas y vómitos. Como señalan [21], estos efectos relacionados con el uso de sistemas de RV pueden estar asociados con la distorsión espacial y temporal de los movimientos corporales del paciente en el ambiente real con los movimientos realizados en el ambiente virtual. De esta forma, estas pruebas con usuarios pueden traer riesgos en la dimensión física de sus participantes. Otros factores que pueden ocasionar riesgos a los participantes en las pruebas de usabilidad, jugabilidad o incluso la exposición a pantallas de computadoras o teléfonos celulares, están relacionados con la fatiga visual, cuando los ojos permanecen fijos durante mucho tiempo en el mismo lugar sin parpadear. Además, las variaciones de luz intermitentes, la alteración de la luz en la pantalla de la computadora, pueden estimular la epilepsia fotosensible [22]. Por otro lado, cuestionarios muy largos pueden causar cansancio a los participantes, siendo necesario informar, antes de su participación, cuál es el tiempo estimado para esta actividad.

Otro factor relacionado con la ética se refiere a la privacidad y a la confidencialidad de los participantes de la investigación. En el área de IHC, es muy común que se realicen evaluaciones con la participación de usuarios (pruebas de usabilidad, jugabilidad y captura de emociones, por ejemplo). En estos casos, es necesario asegurar que los participantes estarán en un ambiente adecuado, respetando sus límites, asegurando sus derechos, relativos a la confidencialidad y privacidad de sus datos, además de asegurar que los datos se utilicen de forma restringida a los propósitos declarados para la investigación [1]. Si las evaluaciones con la participación de los usuarios se realizan con grabaciones de imagen y sonido, o fotografiadas, también es necesario asegurar que el participante ha consentido el uso de imagen y sonido. Aún en cuestiones de privacidad y confidencialidad, cuando se manejan datos públicos, es fundamental asegurarse de que estos datos no identifiquen, bajo ninguna circunstancia, a su titular.

Como se discutió en la sección anterior, la Resolución 510/2016 aborda la exención de proyectos de investigación de aprobación ética si están categorizados como investigación de opinión pública. Cabe mencionar que los cuestionarios de satisfacción u otros instrumentos de recolección de datos basados en pruebas de usuarios no se consideran una encuesta de opinión pública, como se discutió en el apartado anterior.

Finalmente, vale discutir que más relevante y criterioso se hace el análisis ético de proyectos de investigación que involucran a participantes menores de edad, discapacitados y vulnerables. En estos casos, se debe tener mayor cuidado en las investigaciones, ya que estos participantes pueden dar su asentimiento (y sus padres o tutores el consentimiento), pero no tienen la capacidad de juzgar plenamente la influencia de las acciones en su integralidad física o mental.

8 Conclusiones

El tema de la ética en Computación es bastante amplio e involucra aspectos curriculares, profesionales, legales y sociales. En este trabajo se plantea la mirada de ambos lados en la discusión de los aspectos éticos a observarse en la construcción

de proyectos de investigación en el área de IHC, además de los aspectos burocráticos de todo el proceso de sumisión de estos proyectos al análisis ético.

El área de IHC siempre se preocupa por satisfacer las necesidades de sus usuarios, ubicándolos como parte del proceso de desarrollo de sistemas informáticos interactivos. Para que estas investigaciones tengan éxito y produzcan resultados reales e impactantes para realmente resolver los problemas que nos acosan como sociedad, los investigadores deben comprender, aplicar y profundizar las cuestiones éticas. Decimos, profundizar, porque aún no son perfectas y requieren un esfuerzo de debate y evolución por parte de la propia comunidad investigadora.

Por otro lado, es necesario discutir estos temas en los programas de posgrado en IHC, acercando estos jóvenes investigadores a los debates, haciéndoles ver que el proceso de discusión ética va más allá de la mera burocracia. La dimensión ética de estos proyectos merece un cambio en la mentalidad investigadora, que incluya una reflexión crítica sobre sus implicaciones, el conocimiento de la legislación relevante al tema, los procedimientos de diálogo con el CEP y, principalmente, una visión de planificación que incluya estas actividades en la programación de nuestras acciones de investigación.

Por otro lado, es necesario lograr un equilibrio entre las exigencias del CEP y las demandas de los investigadores, para que la tramitación de los proyectos de investigación no limite o impida el estudio de algunas líneas de investigación para evitar tales burocracias.

Un temor considerable es que por no darse cuenta de la importancia de los procedimientos del análisis ético, muchas metodologías que envuelven el contacto directo con los seres humanos sean rechazadas por los investigadores, por lo que el acercamiento de la ciencia a las necesidades reales y humanas quede cada vez más distante, alejándose de la sensibilidad deseada para que sean efectivos los instrumentos de aplicación de la computación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se llevó a cabo con el apoyo de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível superior - Brasil (CAPES) - Programa de Excelência - Proex 1133/2019.

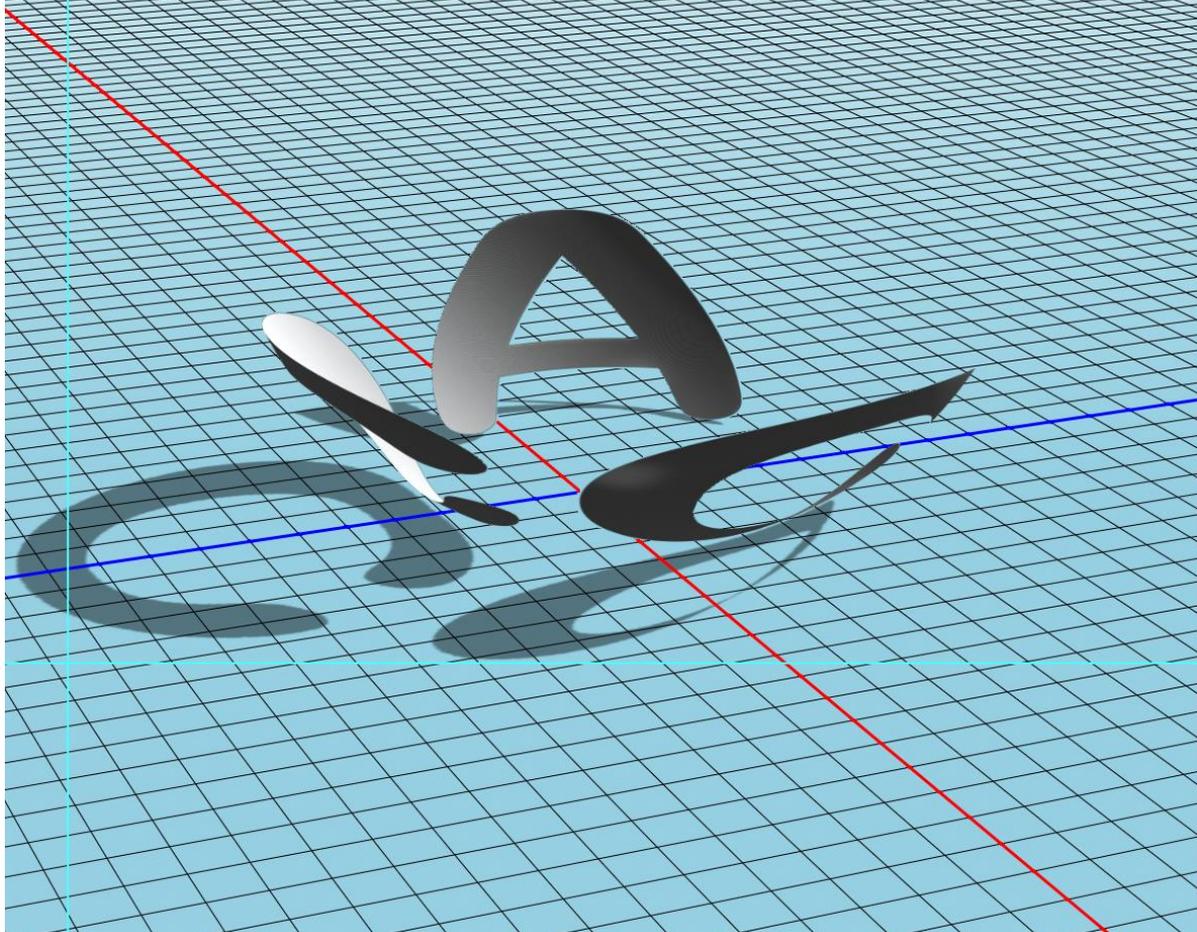
REFERENCIAS

- [1] Patrícia Felipe Amorim; Carolina Sacramento; Eliane Pinheiro Capra; Patrícia Zamprogno Tavares; Simone Bacellar Leal Ferreira (2019, October). Submit or not my HCI research project to the ethics committee, that is the question. In *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-11).
- [2] Terrell Bynum. 2015. Computer and Information Ethics. In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2018 Edition), Edward N. Zalta (ed.). Acessado em 6 de Junho de 2019, de: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/ethics-computer/>
- [3] FAPESP. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. 2014. *Código de Boas Práticas Científicas*. Acessado em 27 de Abril de 2021, de: http://www.fapesp.br/boaspraticas/FAPESPCodigo_de_Boas_Praticas_Cientificas_2014.pdf
- [4] Cristiano Maciel, Vinícius Pereira, Heiko H. Hornung, Lara G. S. Piccolo, and Raquel O. Prates. 2014. Valores Humanos. In *1ª GranDIHC-BR – Grandes Desafios de Pesquisa em Interação Humano-Computador no Brasil. Relatório Técnico. Comissão Especial de Interação Humano-Computador (CEIHC)*, Maria

- Cecília C. Baranauskas, Clarisse Sieckenius de Souza and Roberto Pereira (eds.). Sociedade Brasileira de Computação – SBC, Cuiabá, MT, 27–30.
- [5] Carlos Camillo, C. (2019). *Manual da Teoria Geral do Direito*. São Paulo: Almeida.
- [6] Vera Bongertz (1999). O dia-a-dia na pesquisa científica: considerações éticas. In: Carneiro, F. (Org.). *A Moralidade dos Atos Científicos – questões emergentes dos Comitês de Ética em Pesquisa*, Rio de Janeiro, FIOCRUZ, 1999. http://www.dbbm.fiocruz.br/ghente/publicacoes/moralidade/dia_a_dia.pdf
- [7] Enciclopedia do Holocausto. (2020) “As Experiências Médicas Nazistas”. <https://encyclopedia.ushmm.org/content/pt-br/article/nazi-medical-experiments> Acesso em 08 de dezembro de 2020.
- [8] CREMESP. Centro de Bioética. Código de Nuremberg. <http://www.bioetica.org.br/?siteAcao=DiretrizesDeclaracoesIntegra&id=2> Acesso em 08 de dezembro de 2020.
- [9] ONU. Organização das Nações Unidas. Universal Declaration of Human Rights. <https://www.un.org/en/universal-declaration-human-rights/> Acesso em 08 de dezembro de 2020.
- [10] CREMESP. Centro de Bioética. Declaração de Helsinque. <http://www.bioetica.org.br/?siteAcao=DiretrizesDeclaracoesIntegra&id=4> Acesso em 08 de dezembro de 2020.
- [11] CREMESP. Centro de Bioética. Declaração Universals sobre Bioética e Direitos Humanos. <http://www.bioetica.org.br/?siteAcao=DiretrizesDeclaracoesIntegra&id=17> Acesso em 08 de dezembro de 2020.
- [12] Brasil (1996). CNS. Conselho Nacional de Saúde. Resolução do Conselho Nacional de Saúde No 196/1996. <http://www.aids.gov.br/pt-br/legislacao/resolucao-do-conselho-nacional-de-saudeno-1961996#:~:text=Aprova%20diretrizes%20e%20normas%20reguladoras%20de%20pesquisas%20envolvendo%20seres%20humanos.> Acesso em 08 de dezembro de 2020.
- [13] Brasil (2012). CNS. Conselho Nacional de Saúde. Resolução no 466. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Acessado em 6 de Junho de 2019, de: http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/reso_12.htm
- [14] Brasil (2016). CNS. Conselho Nacional de Saúde. Resolução no 510. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos (aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais). Acessado em 6 de Junho de 2019, de: http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/reso_16.htm
- [15] Brasil. (2011) Lei Nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm Acesso em 08 de dezembro de 2020.
- [16] Brasil. (2018) Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm Acesso em 08 de dezembro de 2020.
- [17] CNS. Conselho Nacional de Saúde. (2018). Manual de Usuário - Pesquisador. https://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/documentos/PB/MANUA_L_PESQUISADOR.pdf Acesso em 08 de dezembro de 2020.
- [18] CNS. Conselho Nacional de Saúde. (1996). Resolução do Conselho Nacional de Saúde No 196/1996. <http://www.aids.gov.br/pt-br/legislacao/resolucao-do-conselho-nacional-de-saudeno-1961996#:~:text=Aprova%20diretrizes%20e%20normas%20reguladoras%20de%20pesquisas%20envolvendo%20seres%20humanos.> Acesso em 08 de dezembro de 2020.
- [19] Brasil. (2013) Norma Operacional nº 001/2013 Dispõe sobre a organização e funcionamento do Sistema CEP/CONEP, e sobre os procedimentos para submissão, avaliação e acompanhamento da pesquisa e de desenvolvimento envolvendo seres humanos no Brasil, nos termos do item 5, do Capítulo XIII, da Resolução CNS nº 466 de 12 de dezembro de 2012. CONEP: Resoluções. 2014. http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/aquivos/CNS%20Norma%20Operacional%20001%20-%20conep%20finalizada%2030-09.pdf
- [20] Valéria Farinazzo Martins; Michelle Assato Junqueira; Renata Mendes de Araújo. Ética da Pesquisa em Sistemas de Informação: Por que e como submeter meu projeto ao Comitê de Ética?. In: Davi Viana (ed.), Thiago P. Ribeiro (ed.), Rafael D. Araújo (ed.), Fabiano A. Dorça (ed.). Tópicos Especiais em Sistemas de Informação: Minicursos SBSI 2021. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc>
- [21] Soliane Scapin; Maria Elena Echevarría-Guanilo; Paulo Roberto Boeira Fuculo-Junior; Jerusa Celi Martins; Mayara da Ventura Barbosa; Camila Simas; Lucas Henrique de-Rosso; Natália Gonçalves (2017). Realidade virtual no tratamento da dor em criança queimada: Relato de caso. *Revista Brasileira de Queimaduras*, 16(1), 45-48.
- [22] Elias Braga, Marcio Santana, Sara Luize Oliveira Duarte, Liluyoud Cury Lacerda (2020). Jogos Eletrônicos. *Revista Diálogos: Economia e Sociedade* (ISSN: 2594-4320), 4(2), 55-72.

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS CORTOS [ACC]

Los artículos cortos describen trabajos en curso, con resultados intermedios y que contribuyen a una investigación bien fundada. Al igual que los artículos largos, todos han sido revisados por el comité de programa o por los comités de las sesiones especiales, y aquellos escritos en inglés se publican en la ACM Digital Library. Estas actas locales recogen aquellos otros escritos en español que han pasado igualmente la revisión del comité de programa.



Modelo para la incorporación de componentes éticos en las prácticas de HCI desde una perspectiva de VSD

César A. Collazos
Departamento de Sistemas
Universidad del Cauca
Popayán, Colombia
ccollazos@unicauca.edu.co

Julio A. Hurtado
Departamento de Sistemas
Universidad del Cauca
Popayán, Colombia
ahurtado@unicauca.edu.co

Habib M. Fardoun
Ahlia University
Bahrain
hfardoun@ahlia.edu.bh

Ricardo Benitez
Departamento de Química
Universidad del Cauca
Popayán, Colombia
rbenitez@unicauca.edu.co

ABSTRACT

Actualmente, los cambios generados por los avances tecnológicos, pueden afectar el comportamiento y las acciones del Ser Humano, conduciendo al planteamiento de nuevas normas para solucionar y dar respuestas a los problemas generados por el avance vertiginoso de las Tecnologías de Información y Comunicación – TIC. Una de las áreas de mayor trabajo con Seres Humanos es la referente a la Interacción Humano-Computador. Este trabajo describe un Modelo implementado en diferentes asignaturas de Interacción Humano-Computador de la Universidad del Cauca-Colombia, para incluir componentes éticos desde un enfoque de Diseño centrado en Valores Humanos en su formación.

CCS CONCEPTS

• Ética • Interacción humano-computador • Código de Ética

KEYWORDS

• Ética • Interacción humano-computador • VSD

1 Introducción

Con el auge de las denominadas Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación, se comienza a estudiar el impacto de ellas en la conducta de los seres humanos, en la sociedad y en las diferentes organizaciones, así como también los problemas y dilemas éticos que se producen, y cómo pueden afectar las relaciones sociales, los valores morales y éticos, normas y aptitudes. Este tipo de tecnologías proponen nuevos estilos y paradigmas de vida y formas de pensar y trabajar; planteando nuevos paradigmas de relaciones entre los individuos, de allí el surgimiento de los problemas éticos en el uso de éstas y la necesidad de realizar estudios que proporcionen soluciones para

lograr el bienestar social y la preservación de una cultura informática en las organizaciones [1].

Una de las áreas donde mayor contacto hay con el Ser Humano, dentro del ámbito de la computación es la referida a la Interacción Humano-Computador (HCI). Nuevas formas de HCI pueden cambiar significativamente nuestras vidas. Nuevos paradigmas de interacción ofrecen el cambio para la mejora de la calidad de vida para la gente que no puede sacarle ventaja a las interfaces actuales, debido a limitaciones físicas, por ejemplo. Por otra parte, nuevos problemas aparecerán, particularmente relacionados con valores como la privacidad, la seguridad y la ética, lo cual puede potencialmente disminuir la difusión y uso adecuado de los nuevos productos de hardware y software basados en dispositivos usables (e invisibles). Sin embargo, algunos investigadores ya han investigado relaciones entre el diseño de interfaces y las cuestiones aspectos legales y de privacidad; las legislaciones nacionales son heterogéneas y aún no están listas para afrontar a los avances actuales y futuros de la HCI [2].

Este trabajo presenta una iniciativa, basado en un modelo de adopción y uso de diferentes valores en el proceso de diseño de forma colaborativa, que se trabaja dentro de la Universidad del Cauca-Colombia, en la formación de profesionales en las áreas de HCI, en particular en algunas de las asignaturas que se trabajan en estos temas. La siguiente sección describe un contexto sobre aspectos Éticos en la formación de profesionales en éstas áreas. Posteriormente, se describe el Modelo que se ha venido trabajando en la Universidad del Cauca. Finalmente, algunas conclusiones y trabajos futuros son planteados.

2 Contexto

Últimamente, se ha comenzado a resaltar y sacar a la luz pública, el impacto que están teniendo los componentes de ética en el diseño de la tecnología, y si el interactuar con las nuevas tecnologías resulta en algo favorable o no para las personas que la usan de forma habitual. Casos particulares, como el rol de algunas plataformas sociales como Facebook, que están teniendo en las

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



interacciones sociales de las personas que la usan, comienza a ser un indicador de la importancia en entender estos conceptos que van más allá de aspectos tecnológicos y se refieren a elementos de valores humanos [3,4].

Algunas instituciones de Educación Superior, comienzan a presentar algunos informes y reportes respecto a la alta demanda que comienzan a tener asignaturas de ética en sus programas curriculares [5]. El trabajar en aspectos relacionados en cómo evitar prácticas no adecuadas, y en lugar de ello, considerar conductas éticas, es algo que ha sido trabajado y estudiado en los últimos años en diversas investigaciones y grupos de trabajos [6].

El área de HCI, ha comenzado a tener un impacto muy notorio en países Latinoamericanos en los últimos años [7] Sin embargo, aún presenta algunos problemas, como falta de personal altamente cualificado, currículos no actualizados, falta de difusión y entendimiento del impacto de HCI en la academia e industria [8].

Diferentes asociaciones como IEEE, o ACM, han comenzado a trabajar tendientes a definir un plan de estudios recomendado, que incluyan varias unidades de conocimiento relacionadas con cuestiones sociales y éticas en informática. Por ejemplo, la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) financió ImpactCS en 1994 [9]. El proyecto ImpactCS reunió a un panel de 25 expertos en el área para definir el contenido central y las herramientas para integrar temas sociales y éticos en el plan de estudios de informática.

Es por esta razón, que se requiere comenzar a involucrar componentes éticos en el currículo, con el fin de formar profesionales más idóneos y que tengan una visión integral en el desarrollo de soluciones tecnológicas para el uso de Seres Humanos. En la siguiente sección, se describe un modelo basado en un conjunto de técnicas para la incorporación colaborativa de componentes éticos.

3 Modelo Propuesto

Aunque la experiencia en la mayoría de países latinoamericanos es muy corta en el tema de HCI, los resultados que se han observado hasta ahora son muy alentadores; se comienza a participar en eventos internacionales de suma importancia, se empieza a desarrollar proyectos de investigación relacionado con HCI, y se fortalece continuamente el trabajo multidisciplinario. En Colombia, el tema no es ajeno, y es importante mencionar que este es uno de los países que a pesar de no tener un trabajo muy reconocido en el área de HCI ha comenzado a desarrollar estrategias para lograr una apropiación adecuada del tema en la Sociedad. Se han desarrollado una serie de actividades tendientes a crear una cultura de HCI entre los investigadores en el área informática. Pero lo más importante ha sido el lograr la participación de personas de diversas áreas logrando un equipo multidisciplinario y colaborativo [10]. Al interior de la Universidad del Cauca-Colombia, se han llevado a cabo algunas iniciativas tendientes a generar conciencia de la importancia que tiene el área de HCI en diversas ramas del conocimiento, centrándose en un trabajo multidisciplinario, integrando personas de Ciencias de la Computación, Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Comunicación Social y Diseño

Gráfico. Esto ha sido llevado a cabo desde hace más de 15 años, cuando se comenzó a impartir los cursos de HCI en el programa de Ingeniería de Sistemas, cursos que desde esa época siempre ha tenido gran acogida por parte de los estudiantes. A pesar del poco tiempo que lleva esta iniciativa los resultados comienzan a observarse. Todos estos factores llevan a pensar que el área comienza a vislumbrarse como uno de los ejes centrales de investigación y trabajo. Desafortunadamente, en la actualidad la mayor parte de instituciones universitarias que imparten este tipo de cursos lo hacen a nivel introductorio, y normalmente, como una materia dentro del plan de estudios a nivel de pregrado. Esta es una de las líneas que se está trabajando al interior del programa de Maestría en Computación y Doctorado en Ciencias de la Electrónica.

En particular, el proceso que se sigue dentro de la Universidad del Cauca en temas de Interacción Humano-Computador, implica un código de Ética (C. Etica1), que se define en cada una de las asignaturas, y luego deba pasar por el Comité de Ética (C.Etica2) de la Institución (Figura 1). El Comité de Ética Institucional está conformado por 4 personas de diferentes áreas y son elegidos por un período de 2 años (a través de un proceso de votación profesoral).



Figura 1: Modelo de Ética en la Universidad del Cauca

Se tienen dos asignaturas, donde se trabaja de manera más directa temas de HCI:

1. Interacción Humano-Computador: el cual corresponde a un curso electivo/optativo ofrecido por el Programa de Ingeniería de Sistemas.
2. Ingeniería de la Usabilidad: el cual corresponde a un curso electivo/optativo dentro del Programa de Maestría en Computación.

En ambas asignaturas, se define un código de ética, el cual incluye los siguientes aspectos.

- Nombre del Proyecto
- Nombre de los responsables
- Descripción del estudio
- Tiempo de ejecución
- Deberes de los participantes
- Derechos de los participantes

Este es un documento (consentimiento informado), el cual se debe firmar por las personas participantes del estudio o proyecto que se realice en cada una de las asignaturas antes mencionadas. Es un requisito para poder presentar el proyecto.

Cuando se trata de algún proyecto de investigación que se presente a nombre de la Universidad del Cauca, y que esté relacionada con el área de interacción Humano-Computador, debe tener el aval del Comité de Ética, dentro de dicho comité se evalúan aspectos como población participante: los beneficios y

efectos adversos que el desarrollo de la investigación pueda tener para ellos; dicho comité debe además realizar una evaluación de las herramientas a emplear en el proceso investigativo y los materiales que las soportan, además de los posibles resultados y su correlación con el consentimiento informado a firmar; evalúa los criterios y el procedimiento de inclusión de los individuos y las poblaciones de ellos, además de cualquier incentivo que se dé a los participantes; los factores de riesgos relacionados con la confidencialidad de la información; en general revisa todos los criterios que puedan afectar desde el punto de vista ético la investigación, velando además por los intereses de toda la población participante de la investigación, como los de las entidades participantes.

Adicionalmente a los documentos de consentimiento informados, desde hace un par de años, se ha venido incluyendo dentro de las asignaturas de Interacción Humano-Computador e Ingeniería de la Usabilidad, aspectos relacionados con Valores Humanos. En particular, se ha venido utilizando algunos elementos de VSD (Value Sensitive Design), que se refiere a un enfoque del diseño de tecnología que tiene en cuenta los valores humanos de manera sistemática y basada en principios a lo largo del proceso de diseño [11].

El foco central de enfoque es el análisis de las partes interesadas, directos e indirectos; distinciones entre los valores del diseñador, valores explícitamente respaldados por la tecnología y valores de las partes interesadas; niveles de análisis individual, grupal y social; investigaciones integrales e iterativas conceptuales, técnicas y empíricas; y un compromiso con el progreso. El modelo incorpora una metodología integradora, tripartita e iterativa, que consiste en investigaciones conceptuales, empíricas y técnicas. VSD se ocupa principalmente de valores que se centran en el bienestar humano, la dignidad humana, la justicia, el bienestar y los derechos humanos. En esta dinámica, se ha venido trabajando de forma colaborativa, a través de la inclusión de diferentes estrategias, en las cuales se toman algunas prácticas (técnicas o métodos) actuales y se les incorpora aspectos de VSD (Figura 2). En el Modelo planteado se definen 4 actividades principales:

- 1.- Definición de la Técnica de diseño o evaluación desde una perspectiva de HCI.
- 2.- Definición y uso de los respectivos códigos de Ética (consentimientos informados).
- 3.- Inclusión de los diferentes valores, desde un enfoque de VSD.
4. Lograr un consenso entre los diferentes participantes, para determinar cuál(es) valor(es) deben ser primordial(es) en el proceso de diseño de la solución implementada.

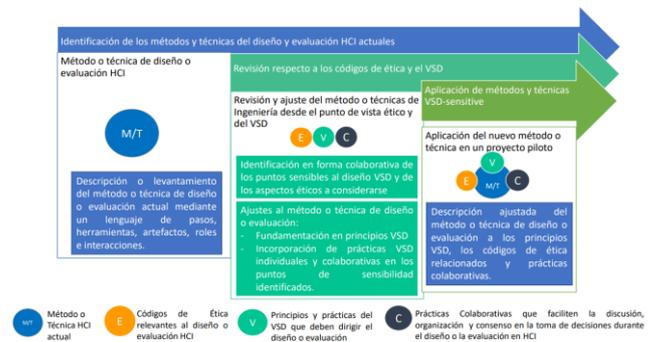


Figura2: Modelo de prácticas colaborativas para inclusión de componentes éticos

El modelo propuesto ha venido incorporándose en los diferentes proyectos que se vienen realizando en las asignaturas de Interacción humano-Computador e Ingeniería de la Usabilidad de la Universidad del Cauca-Colombia, lo que ha conllevado, el tener aplicaciones centradas en los Seres Humanos, considerando sus principales valores. Vale la pena mencionar que estas asignaturas corresponden a programas de pregrado y postgrado. Se plantea el poder incorporarlo en diferentes asignaturas en distintas Instituciones Universitarias en diversos países.

4. Conclusiones y Trabajo Futuro

El área de interacción Humano-Computador es mucho más que el estudio de diseño de interfaces y dispositivos de interacción. Incluye aspectos e implicaciones de elementos éticos, políticos, sociales de los sistemas computacionales. Aspectos como privacidad, seguridad, accesibilidad, diseño universal, entre otros, deben considerarse para tener aplicaciones que realmente satisfagan las necesidades y expectativas de los Seres humanos.

El incluir aspectos éticos en la formación de personal del área de computación es un deseo de muchas estructuras curriculares. Sin embargo, su implementación, no es una tarea fácil. Hemos descrito una aproximación de inclusión de componentes éticos en algunas asignaturas en la Universidad del Cauca, a través de un Modelo Colaborativo centrado en la inclusión de valores (desde un enfoque de VSD). Como trabajo futuro, esperamos evaluar de forma más exacta la calidad de los productos que se han diseñado bajo este esquema, identificando los principales hallazgos y como al incluir diferentes componentes basados en valores humanos se puede conllevar a contar con soluciones informáticas que se adecuen más a las necesidades de las personas.

Como trabajo futuro, esperamos evaluar de forma más exacta la calidad de los productos que se han diseñado bajo este esquema, identificando los principales hallazgos y como al incluir diferentes componentes basados en valores humanos se puede conllevar a contar con soluciones informáticas que se adecuen más a las necesidades de las personas. De igual forma, se desea incorporar el modelo en otras instituciones para analizar variables que pueden afectar su incorporación y como algunos valores pueden

ser interpretados de forma diferentes en entornos culturales distintos.

REFERENCIAS

- [1] Neif, S., Espina, J., *Etica Informática en la Sociedad de la Información. Revista Venezolana de Gerencia*, V. 11, No. 36, 2006.
- [2] K. Shilton. *Values and Ethics in Human-Computer Interaction. Foundations and Trends R in Human-Computer Interaction*, vol. 12, no. 2, pp. 107–171, 2018
- [3] Doubek, J. 2017. "How disinformation and distortions on social media affected elections worldwide". Retrieved from: <https://www.npr.org/sections/alltechconsidered/2017/11/16/564542100/how-disinformation-and-distortions-on-social-media-affected-electionsworldwide>.
- [4] LeDantec, C. A. L., E. S. Poole, and S. P. Wyche. 2009. "Values as lived experience: Evolving value sensitive design in support of value discovery". In: *Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*
- [5] Shilton, K., J. A. Koepfler, and K. R. Fleischmann. 2014. "How to see values in social computing: Methods for studying values dimensions". In: *Proceedings of the 17th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing (CSCW 2014)*
- [6] Punchoojit, L., Hongwarittorn, N., *Research ethics in human-computer interaction: A review of ethical concerns in the past five years, 2nd National Foundation for Science and Technology Development Conference on Information and Computer Science (NICS)*, 2015.
- [7] Granollers, T., Muñoz, J., Collazos, C., Luna, H., *A year of HCI webinars in Latin America, Interactions* November 2020
- [8] Collazos, C., Ortega, M., Granollers, A., Rusu, C., Gutiérrez, F., *Human-Computer Interaction in Ibero-America, IEEE IT Professional. Technology Solutions for the Enterprise*, vol. 18, pp. 8-11, March/April 2016 2016.
- [9] C. W. Huff, C. D. Martin, *Project ImpactCS Steering Committee, "Computing Consequences: A Framework for Teaching Ethical Computing" (1st report of the ImpactCS Steering Committee). Communications of the ACM*, vol. 38, 1995, pp. 75-84.
- [10] Collazos, C., *La enseñanza de HCI en Colombia, I Jornadas de Trabajo sobre Enseñanza de HCI, Puertollano (Ciudad Real)*, pp.81-91, España, Julio 2005.
- [11] Friedman, B., Hendry, D.: *Value Sensitive Design. Shaping Technology with moral Imagination. The MIT Press, Cambridge, MA* (2019).

Context and Quantitative Analysis in Ethical Values and Interaction in Social Media

Rosa M. Gil Iranzo[†]
Computing Science and Industrial
Engineering
University of Lleida
Lleida, Spain
rosamaria.gil@udl.cat

Mercè Teixidó Cairol
Computing Science and Industrial
Engineering
University of Lleida
Lleida, Spain
merce.teixido@udl.cat

César A. Collazos
Department of Systems
University of Cauca
Popayan, Colombia
ccollazo@unicauca.edu.com

Daniel Gutiérrez-Ujaque
Department of Pedagogy
University of Lleida
Lleida, Spain
daniel.gutierrez@udl.cat

ABSTRACT

As technology advances, we find ourselves faced with more moral and ethical difficulties. Finding an ethical balance in application and software development is a must be a compass for future IT researchers. In this article we present a preliminary study of how our interaction with social networks is perceived depending on the context and the degree of interaction. As a result, no normal distributions can be assumed for ethical values.

CCS CONCEPTS

• Social and professional topics → Professional topics →
Computing profession → Codes of ethics

KEYWORDS

Ethics, Ethical Values, HCI, Affective Computing, Normal Distribution

1 Introduction

Technological advances confront us with new challenges as a society and as human beings. Some emerging technologies, like industrial robots, algorithms, artificial intelligence, and machine learning, are advancing at a rapid pace. These developments can improve the speed, quality, and cost of goods and services, but they also displace large numbers of workers. These technologies are broad-based in their scope and significant in their ability to transform existing businesses and personal lives. They have the potential to ease people's lives and improve their personal and business dealings. A humanistic approach is necessary in technological projects to avoid possible disasters that not only affect our species but also the habitat where we live. Two factors

that worsen this fact is that, on the one hand, technology is evolving at a rate higher than that which people are capable of assimilating, as well as understanding the new behaviours that emerge from the use of new devices and, on the other hand, machines that we build are increasingly autonomous. Science fiction and media have speculated for years about this scenario, proposing solutions that are mostly quite catastrophic, however, it is necessary to find a common link, where coexistence is satisfactory for all. The developments within emerging sciences and technologies pose serious ethical issues and concerns. The paper is structured to give a graduation in interaction ethics, afterwards a survey was conducted to know about ethical values opinion in people, and the results are shown.

2 Types of interaction

In recent years, the term Nudge has been included in the relationship between technology and humans. [1] explores the principal ethical objections to nudges and choice architecture. A nudge can be avoided easily, the system suggests us (nudges us), but no penalization exists if we decide to go in the other direction. Digital nudging is based on the concept of nudging advanced proposed by Thaler and Sunstein [2]. Based on social-psychological and cognitive theories, authors have depicted nudging as a concept of influencing human behaviour without enforcing a particular action. However, the question that arises is how do we perceive them? Should we detect them? Could the artificial systems use them to guide me in a negative direction without my knowledge? May I distinguish a bot from a human being? Can a bot nudge me in social media?

As a second degree of interaction, we find the mandates, rules and laws apply, and punishment or negative outcomes if we do. How do we react? Do we take seriously mandates?

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



As a third step, we find coercion, where our behaviour change is forced, and there is no other option available without extreme consequences.

The last and the most extreme, we find manipulation. Where behaviour change through deception, gaslighting, misled victims, etc.

Guthrie Weinschenk (COO of The Team W) is a Behavioral Economist Ethics Expert from theteamw.com and promotes a Gaussian Model for ethical values in the courses that are available in platforms as Udemy or Interaction Design Foundation. These courses are consumed for Interaction professionals, and they are a reference for them. It is great news because it means that the enterprises are involved, and they want to include ethical values in their developments in a quantitative way [3].

For instance, the moral principles of an individual i within group g are then drawn from a multivariate Gaussian distribution in [4]. Ethical variables are assumed to follow Gaussian distributions, sometimes skewed, however, we are not sure that this can be used for every ethical value.

3 Context in Social Media

Social media can be described as the collection of online platforms that involve sharing and collaborating with an online community by posting, commenting, and interacting with one another. The most commonly used social media platforms today are Instagram, Facebook, Twitter, Pinterest, LinkedIn, and Snapchat.

In fact, some social networks specialized in contexts, if we think in a professional network, usually LinkedIn comes to our minds, the same happens with academic environments, such networks as Academia or ResearchGate. Do we behave in the same way with colleagues or friends? Are we emotionally involved in the same way when we interact on social media?

4 Bots and Chatbots

We are aware that some bots and chatbots have achieved to pass the Turing test, it means that they are perceived as human beings, in fact, Eugene Goosyman was the first chatbot to pass in 2014. Machine learning techniques are revolutionizing the structure of many organizations, due to allowing us to provide service without the need to increase our employees. One of the main applications of machine learning are the known as chatbots. These tools allow you to interact with your customers and improve the overall user experience on your website (and all this in a fully automated way).

As everybody can consult in Wikipedia, Eugene Goostman had its own personality, it was portrayed as being a 13-year-old boy from Odessa, Ukraine, who had a pet guinea pig and a father who was a gynaecologist. The choice of age was intentional, as, in the developer's opinion, a thirteen-year-old is "not too old to know everything and not too young to know nothing". Goostman's

young age also induces people who "converse" with him to forgive minor grammatical errors in his responses.

Thus, we are not far from knowing if we are really chatting with a human or a machine. So, for us, the question that arises is about how we perceive emotionally our interlocutor.

5 Methodology

We look for connecting ethical values to people's perception. So, we conducted a survey of 153 (Spanish (European and Latin-American) speaking) participants. The context was fixed in two values: friends and work. It is the variable plus $_a$ for friends and $_p$ for professionals.

Interaction types were analysed. Nudge value was associated with question Q1, Q2, Q3 and Q4. Rules and laws in Q5 and Q6. We explore the autonomy value in connection to coercion. We suppose that coercion was not a desired value, for this reason we wondered about autonomy to clarify boundaries and limits between values perception. Furthermore, we use some questions to address nudges because it's the most subtle variable.

The most extreme manipulation was not expressed as a Likert value, it was expressed as binary, we wanted users to position themselves in relation to an extreme value. Thus, a question about if they get angry when someone from their friends or colleagues from work matters to them was asked.

6 Results: a quantitative analysis

We have performed the quantitative analysis using the R package. Cronbach's alpha is a measure used to assess the reliability, or internal consistency, of a set of scale or test items. Its value is in the range between 0 and 1. The higher this coefficient, the more the items have shared covariance and probably measure the same underlying concept, in our case the ethical values, a sense of justice about what we perceive as correct or wrong. In our case, our Cronbach's alpha is 0.68 on average. It is expected a value between 0.6 and 0.7 to be considered reliable. We performed this analysis for Q1 to Q8 (Table 1).

There are several methods for normality test such as Kolmogorov-Smirnov (K-S) normality test and Shapiro-Wilk's test [5].

Shapiro-Wilk's method is widely recommended for normality test, and it provides better power than K-S. It is based on the correlation between the data and the corresponding normal scores.

Shapiro-Wilk's test. From the output, the p -value > 0.05 implying that the distribution of the data is not significantly different from the normal distribution. In other words, we can assume the normality. In our case, it doesn't happen in any case (Table 2).

Table 1: Relation of questions, sentences and variables of the survey

Question	Sentence (Spanish and English)	Variable
Q1	'Me molesta que NO me den 'likes' mis amigos' "It bothers me that my friends DON'T give me 'likes'"	likes_a
Q2	'Me molesta que NO me den 'likes' mis compañeros de trabajo' "It bothers me that my colleagues from work DON'T give me 'likes'."	likes_p
Q3	'Me dejo influir por las opiniones de mis amigos' "I let myself be influenced by the opinions of my friends"	voluble_a
Q4	'Me dejo influir por las opiniones de mis contactos profesionales' "I let myself be influenced by the opinions of my professional contacts"	voluble_p
Q5	'Sigo las reglas marcadas, no las cuestiono socialmente con mis amigos' "I follow the established rules, I do not question them socially with my friends"	laws_a
Q6	'Sigo las reglas marcadas socialmente con mis contactos profesionales' "I follow the established rules, I do not question them socially with my professional contacts"	laws_p
Q7	'A menudo me gusta que decidan por mi, mis amigos' "I often like them to decide for me, my friends"	autonomy_a
Q8	'A menudo me gusta que decidan por mi, mis contactos profesionales' "I often like them to decide for me, my professional contacts"	autonomy_p

Table 2: Shapiro-Wilk's test

Variable	W	p-value
likes_a	0.78533	1.328e-13
likes_p	0.52596	< 2.2e-16
voluble_a	0.86585	2.123e-10
voluble_p	0.79868	4.862e-13
autonomy_a	0.62311	< 2.2e-16
autonomy_p	0.48398	< 2.2e-16
laws_a	0.9147	9.055e-08
laws_p	0.90621	3.012e-08

We allowed people not to define the sex, and we got a right balance between men (blue) and women (red), see figure 1. Figure 2 shows the age range distribution.

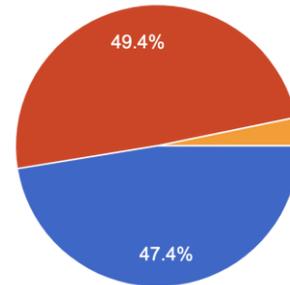


Figure 1: Men (blue) vs Women (red). We offered the possibility of not defining the sex (orange).

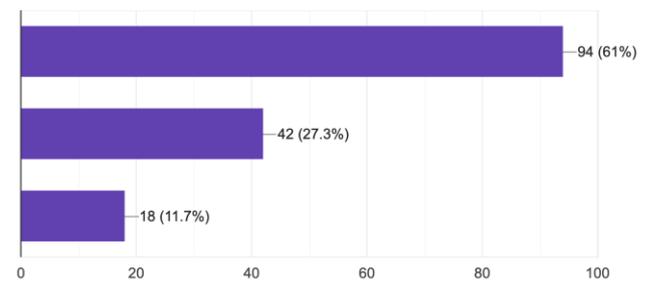


Figure 2: Distribution of age: 61% between 18 and 30, 27.3% between 31 and 50, and 11.7% greater than 50.

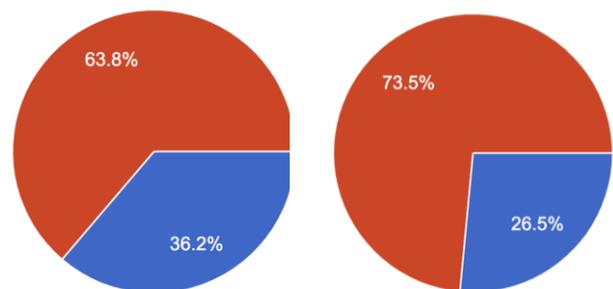


Figure 3: It is perceived as worse, to be manipulated by friends (73.5%) than by colleagues from work (63.8%)

It's clear that people don't like to be manipulated, they feel worse if they are manipulated by friends (see figure 3).

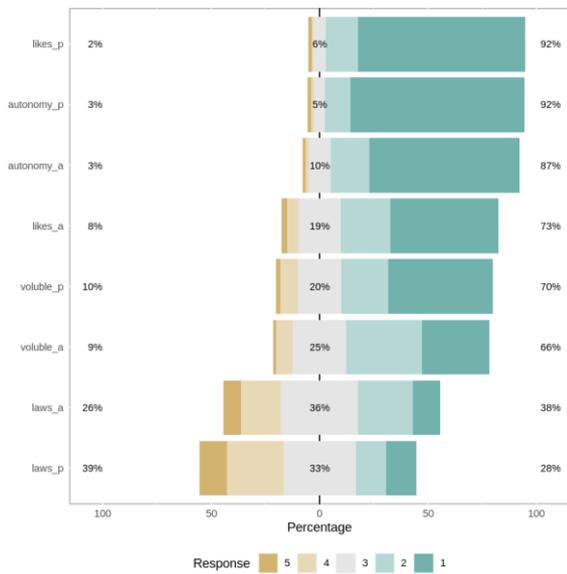


Figure 4: Each variable with 1 (I don't care) to 5 (I care too much).

We can observe in figure 4 how we care about respecting the laws with my colleagues from work (laws_p) and not so much as with my friends (laws_a). If we like or not to our colleagues from work is the greater percentage (likes_p).

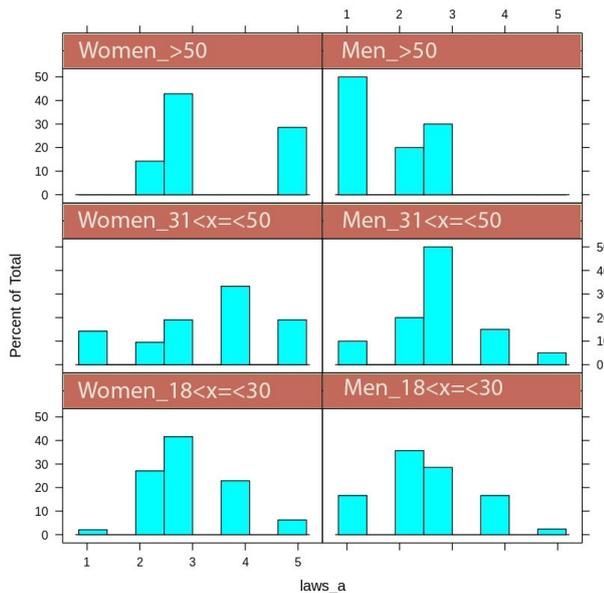


Figure 5: Representation by genre (women/men) and age (18-30, 31-50, >50)

We observe in figure 5 that Q5 ('Sigo las reglas marcadas, no las cuestiono socialmente con mis amigos' - 'I follow the established rules, I do not question them socially with my friends', there is a

great difference between men and women when they are more than 50 years old and even between 30 and 50.

7 Conclusions

Context, genre and age can influence in the value's perception. Removing the assumption that ethical values can be taken as variables that have a normal distribution.

REFERENCES

- [1] Sunstein, Cass R. 2015. Nudging and Choice Architecture: Ethical Considerations. *Yale Journal on Regulation*, Forthcoming, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2551264>
- [2] Thaler, R. H., and Sunstein, C. R. 2008. *Nudge - improving decisions about health, wealth and happiness*. New Haven: Yale University Press.
- [3] Psychology, Behavioral Economics & UX with The Team W | Susan & Guthrie Weinschenk, <https://blog.aureliuslab.com/2021/01/21/psychology-behavioral-economics-ux-susan-guthrie-weinschenk/>, Accessed: April 30, 2021.
- [4] Sivill, Tarty., 2019. Ethical and Statistical Considerations in Models of Moral Judgments. *Frontiers in Robotics and AI* 6, 39. DOI: <https://doi.org/10.3389/frobt.2019.00039>.
- [5] Wickham, H., and Grolemond, G. 2017. *R for data science: Import, tidy, transform, visualize, and model data*. O'Reilly Media, Inc.

Dispositivo Wearable Inteligente de Corrección Postural

Ana B. Gil-González, Ana
Luis-Reboredo
Dpto. de Informática y
Automática
Universidad de Salamanca
Salamanca, Spain
{abg, adeluis}@usal.es

Sergio Márquez, Juan
Manuel Corchado
Bisite Research Group
Universidad de Salamanca
Salamanca, Spain
{smarquez, corchado}@usal.es

Miguel Robles García
Dpto. de Anatomía e Histología
Humanas
Universidad de Salamanca
Salamanca, Spain
mroblesgarcia@usal.es

ABSTRACT

Este trabajo describe un prototipo *m-Health* desarrollado, denominado STRAIGHTBACK, consistente en un dispositivo wearable que facilita la mejora de hábitos posturales que impliquen la columna vertebral, generando todas las vías posibles para incentivar su uso y su aplicabilidad en este objetivo. El prototipo de sensorización incluye el uso de una app con un doble objetivo: por un lado, ser el enlace entre el dispositivo y la base de datos, asegurándose que se procesen y almacenen las mediciones y además permitir al usuario llevar la gestión de todos estos datos de manera integral y sencilla. Se vincula además su uso como apoyo a un sistema de rehabilitación o educación postural contemplando la asistencia de especialistas dentro de las funcionalidades previstas. El objetivo de este prototipo es prevenir, detectar y, en última instancia, ayudar a corregir los problemas posturales que arrastra una gran mayoría de la población de forma integradora y vinculada a interfaces y tecnologías avanzadas. Pretende llegar a ser un producto de gran utilidad a la hora de diagnosticar y prevenir problemas de espalda, así como también para el seguimiento de la evolución del paciente una vez iniciados los tratamientos prescritos por el profesional médico o como método de prevención y autodiagnóstico.

CCS CONCEPTS

• Personal digital assistants • Mobile devices • Health care information systems • Consumer health

KEYWORDS

m-Health, corrector postural, wearable.

1 Introducción

La importancia de la correcta colocación de la columna para realizar cualquier actividad ya sea ocio o una actividad laboral, es

de suma importancia, dado que puede generar dolencias que terminan desarrollando una enfermedad. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 37% del dolor de espalda son atribuidos a factores de riesgo ocupacionales y considera esta dolencia como una de las principales causas de absentismo laboral [1]. Entre los riesgos ergonómicos más comunes en el trabajo se puede observar “el movimiento de elevación y el transporte de cargas pesadas, los movimientos bruscos, las vibraciones, las frecuentes flexiones, las rotaciones y las malas posturas”.

El m-Health es, según definición de la OMS, “la práctica de la medicina y la salud pública soportada por dispositivos móviles como teléfonos, dispositivos de monitorización de pacientes, asistentes digitales y otros dispositivos inalámbricos”. Este nuevo paradigma [2-4], incluye aplicaciones sobre el estilo de vida y bienestar que conectan a las personas con dispositivos de todo tipo y ecosistemas de sensores con el fin de mejorar la calidad de vida con la supervisión de los profesionales que a través de herramientas con un uso importante de la Inteligencia Artificial (IA), permiten tratar toda la información de salud, generando importantes avances en servicios de telemedicina.

La sensorización de Wearables, combinados con plataformas de juego de fácil acceso a través de teléfonos inteligentes o tabletas, permite al usuario hacer ejercicio en cualquier momento y lugar que desee. En el ámbito de la fisioterapia y la rehabilitación, los denominados “juegos serios” han ido ganando protagonismo por sus efectos positivos sobre la motivación y los resultados funcionales en los pacientes [5-7]. La penetración de plataformas con wearables para hacer ejercicio en nuestros hogares, unido al hecho de estudios que evalúan el efecto positivo de los juegos serios en fisioterapia, permitirá a los pacientes realizar ejercicios de rehabilitación a la vez que disminuirá las barreras para la adherencia a cualquier tratamiento. Este tipo de plataformas de m-Health permitirán acercar al profesional al tratamiento real, cuantificado y efectivo de cada paciente tan necesario para procesos de rehabilitación.

En el contexto planteado, mostramos un prototipo desarrollado de un dispositivo que permite solucionar la mala higiene postural en el desarrollo de actividades cotidianas, vinculadas a la columna vertebral. Su desarrollo permite avanzar en la búsqueda de soluciones tecnológicas que admitan la asistencia en el diseño de medios que mejoren la calidad de vida de las personas con el apoyo de personal sanitario experto. La propuesta presentada se centra en el desarrollo de un corrector postural equipado con sensores, la principal característica del

This work is licensed under a Creative Commons
“Attribution-ShareAlike 4.0 International” license.



producto es la información que aporta, tanto en tiempo real como en el marco histórico deseado a través de la captura de los datos y del desarrollo de su app vinculada. El tratamiento adecuado de estos datos permite tanto conocer la progresión en la corrección postural del individuo como hacer un plan para corregir pequeñas desviaciones de los objetivos marcados con ayuda de profesionales, ya que el usuario a través de la app puede compartir los datos.

El artículo comienza con esta breve introducción. El punto dos hará una contextualización más detallada de soluciones wearables vinculadas a dispositivos para el control postural de la espalda comerciales. El tercer punto hace una descripción de la arquitectura y funcionalidad de la aplicación, así como el soporte al usuario en aspectos relevantes de la interfaz. Finalizaremos con unas conclusiones al trabajo y las líneas de actuación futuras.

2 Wearables vinculados a monitoreo postural

Durante siglos el hombre ha tratado de realizar sus labores lo más cómodo posible, adoptando diferentes posturas que en muchas ocasiones influyen negativamente en su salud. La sociedad moderna y su tecnología han traído consigo un alto grado de sedentarismo en las personas, que adoptan posturas sentadas que en mayor o menor grado son una agresión al buen funcionamiento de los órganos o sistemas del cuerpo humano.

La causa de dolor de espalda, cuando no está asociado a deformidades o lesiones de la columna cervical o vertebral, puede ser achacada a la mala postura. Si el cuerpo se acomoda en una postura que no es la adecuada, pueden darse distintos problemas: como dolores de cabeza, fatigas, hernias discales y una mala alineación corporal. Además de afectar directamente al estado de ánimo.

Según criterios mecánicos la postura ideal se define como la que utiliza la mínima tensión y rigidez, y permite la máxima eficacia, permitiendo a la vez un gasto mínimo de energía y en ese objetivo existen gran cantidad de dispositivos electrónicos, en el mercado. Algunos trabajos relacionados han realizado diferentes estudios sobre la manera en la que la gente se sienta, así como sus consecuencias [8,9]. Encontramos dentro de los productos wearables, gran cantidad de productos comerciales que permiten la monitorización postural y que tienen una serie de características comunes como son la monitorización en tiempo real mediante sensorización, aviso mediante vibración y visualización en aplicaciones móviles. Después de realizar un análisis de cada uno de ellos podemos realizar una clasificación básica entre los que tienen un único punto de medición o varios y que detallamos a continuación.

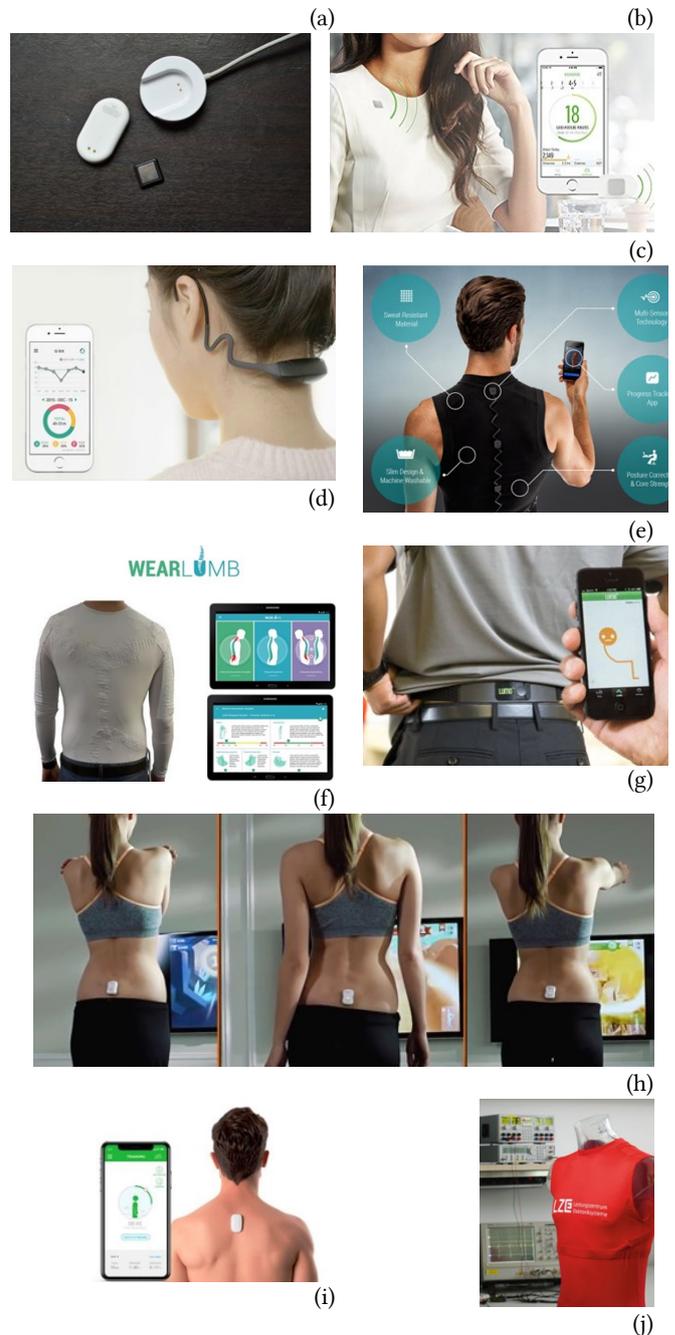


Figura 1: Dispositivos electrónicos comerciales para la corrección postural.

Entre los correctores de espalda que tienen un único punto de medición destacan *Xiaomi Mijia Youpin Hi1* (Figura 1(a)) y *Alex Posture* (Figura 1(d)) que se colocan en el tronco y que mediante un “cinturón” o mediante un dispositivo en la zona cervical

¹ <https://xiaomi4mi.com/noticias/gadgets/este-cinturon-que-xiaomi-vende-promete-enderezar-nuestra-espalda/>.



respectivamente permiten detectar y visualizar si el ángulo de inclinación es o no correcto en tiempo real. En el caso del gadget *Xiaomi*, mandará una vibración en caso de que el ángulo que tengamos no sea el óptimo, siempre buscando unos 63 grados, aproximadamente. *Lumo Lift*, (Figura 1(c)), es otro dispositivo compuesto de un imán para colocar en la ropa del usuario y que a través de un sistema de vibración alerta de la necesidad de corregir la postura a través de una app. Precisa de vestir ropa ceñida para que el sensor esté pegado al cuerpo. *Uprigt go*, (Figura 1(i)), se coloca en un único punto de la zona cervical y como los demás transmite una vibración cuando la postura no es la adecuada, pero destaca entre los demás porque incluye a través de su interfaz un entrenador postural que permite además poner metas. Otros desarrollos son *Lumoback*, (Figura 1(g)), o *Valedo Therapy*, (Figura 1(h)), que se colocan en la zona lumbar, destacando el último debido a que va asociado a un juego del tipo *serious game*, que favorece la rehabilitación o el refuerzo de la zona de trabajo.

Por otro lado, existen una serie de dispositivos que incorporan varios puntos de medición y gracias a los mismos se pueden medir señales posturales en el cuello, hombros y lumbares, y de esta forma tener una información más completa que con la medición de un único punto. Destacan *Fysiopal*, (Figura 1(b)), *TruePosture*, (Figura 1(e)), y *WearLumb*, (Figura 1(f)), todos ellos al igual que la mayoría de los anteriores incorporan una aplicación móvil con el objetivo de avisar con vibración y/o notificación de las malas posturas al usuario.

En muchos de los casos la sensorización va asociada a una especie de mallot, como en el caso de la *FitnessSHIRT*, (Figura 1(j)), que posee diversos sensores que descargan sus datos en un dispositivo integrado que a su vez los transmite a una aplicación móvil. En base a esto, se han definido las funcionalidades que debía de incorporar la solución desarrollada, incorporando varios puntos de medición, el desarrollo de una app propia, así como los medios técnicos necesarios para su implementación donde la conexión con el servicio médico o empresa de salud laboral es parte importante del desarrollo. Estos trabajos se materializan por medio del diseño de la arquitectura del prototipo, la definición tanto de los componentes, como de los conectores y la correcta identificación del flujo de la información a través de los diferentes módulos y las interfaces de soporte que mostramos en los puntos siguientes.

3 Visión general de STRAIGHTBACK

Las innovaciones que presenta el proyecto desarrollado, denominado STRAIGHTBACK, son fundamentalmente debidas a la sinergia de varias tecnologías que permiten diferentes funcionalidades asociadas, de un modo muy simple para el usuario final, según arquitecturas de configuración de wearables [10]. Principalmente, se han tenido en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

1. Visualización de forma vistosa de la postura en tiempo real y acceso a las mediciones por sesión.
2. Apoyo con contenido personalizado que dé soporte al usuario en su actividad.

3. Incorporación de interacción en la app de componentes sociales y opción de compartir la información de cada sesión para incentivar la mejora postural del usuario
4. Incorporación de roles sanitarios/supervisores, que permiten el análisis y la supervisión de personal sanitario vinculado a tareas propias a través de la plataforma.
5. Gestión y análisis de la progresión de los pacientes a lo largo de un periodo de tiempo.
6. Medición de los puntos clave fisiológicos para analizar la postura en tiempo real.

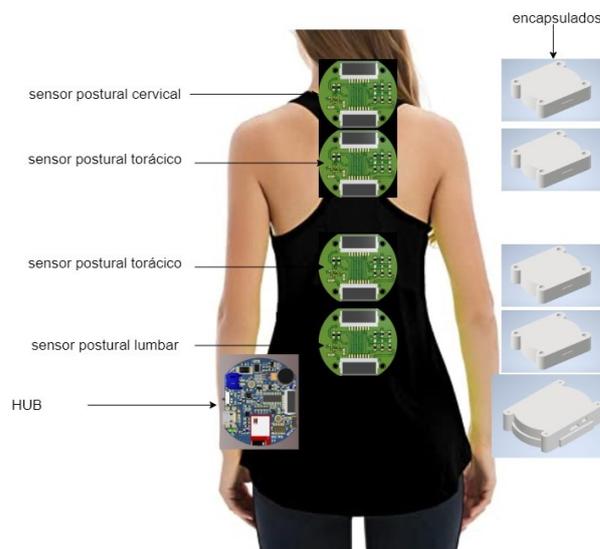


Figura 2: Dispositivos electrónicos y encapsulados desarrollados.

En el progreso del desarrollo del prototipo, se han desarrollado dos tipos de módulos, el medidor y el denominado HUB, posicionados según muestra la Figura 2. El módulo medidor, consiste en la serie de dispositivos que se colocan en serie en la columna vertical a distintas alturas. El módulo HUB, consiste en un dispositivo concentrador que permite centralizar la lectura del dato de inclinación proporcionado por los módulos medidores, procesarlo y enviarlo vía Bluetooth de baja potencia al dispositivo móvil del sujeto con el fin de ser analizado por una app móvil

3.1 App móvil vinculada

Además del dispositivo físico detallado, STRAIGHTBACK hace uso de una app móvil con un doble objetivo: por un lado, ser el enlace entre el dispositivo y la base de datos, asegurándose de que se procesen y almacenen las mediciones y además permitir al usuario llevar la gestión de todos estos datos de manera integral y sencilla.

La interfaz de acceso del usuario en la app móvil, resulta por tanto un elemento de gran importancia ya que le permite realizar un seguimiento de su progreso, recibir avisos sobre sus malas posturas y ejercicios recomendados para mejorarlas, así como

establecer el intercambio de información con el profesional con el que comparta los datos y progresos.

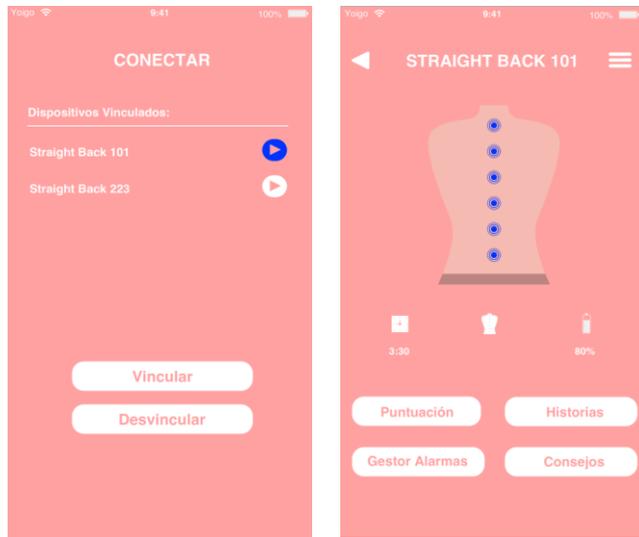


Figura 3: Interfaces de la app (Izq) Conexión al dispositivo (Dcha.) Pantalla Principal

Se desarrolla la aplicación móvil de STRAIGHTBACK con el SDK 30 de Android, en cuanto al lenguaje de programación, se trata de Java 8. La compatibilidad mínima se establece en el SDK 23, que aparece en 2015. Además, se han seguido las recomendaciones de buenas prácticas de diseño visual establecidas por *Material Design* [11].

Desde la página de bienvenida, ver figura 3, el usuario puede iniciar sesión o registrarse. Con el registro del usuario en la app, se almacenan los datos biométricos necesarios para una mejor personalización de la experiencia de uso, como la altura, el peso y el tipo de trabajo y si tiene algún tipo de patología diagnosticada. Una vez se ha iniciado sesión, la página de bienvenida se actualiza permitiendo al usuario visualizar los dispositivos de su entorno y acceder a las instrucciones de uso. Una vez se ha seleccionado un dispositivo, el usuario tiene la opción de acceder a la pantalla principal de STRAIGHTBACK, ver Figura 3, donde se presenta acceso a utilidades del desarrollo.

En la parte inferior de la interfaz, ver figura 4 izquierda, se encuentra la navegación de la aplicación, que consiste en los siguientes apartados: historias, consejos, puntuación y gestor de alarmas, donde el usuario puede personalizar una serie de alertas, con las que ser avisado cuando su postura es incorrecta y visualizar las mediciones que se han ido obteniendo, así como consejos y ejercicios personalizados. Se muestra además la animación del movimiento en tiempo real del usuario, En la Figura 4, derecha se pueden ver algunos datos de histórico sobre monitorización

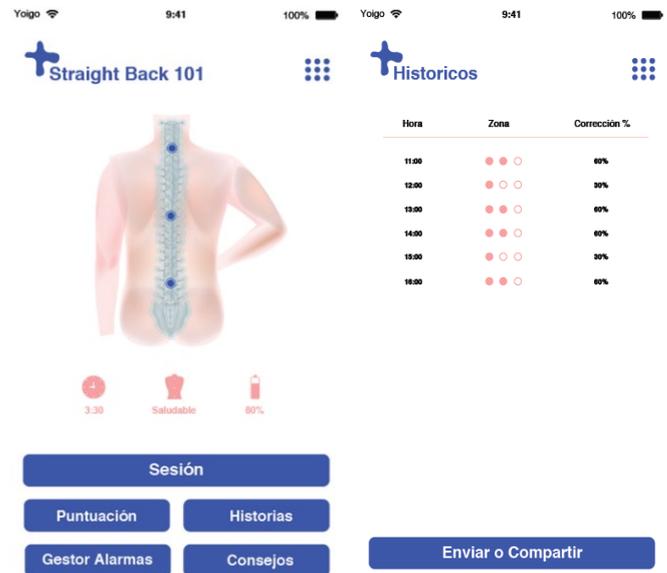


Figura 4: Interfaces de la app

3.2 API y servidor

La plataforma desarrollada cuenta con tres partes bien diferenciadas en su arquitectura, ver Figura 5.

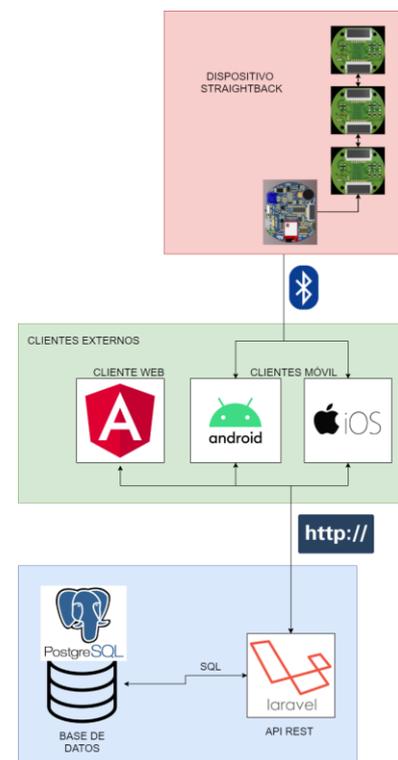


Figura 5. Arquitectura del Sistema de Corrección Postural

En primer lugar, tenemos un API RESTful que soporta las funcionalidades principales del sistema. Esta API se apoya en

una base de datos relacional que soporta el almacenamiento de los datos. Por último, se ha creado un cliente móvil, tanto Android como iOS, que permiten la interacción del usuario con la plataforma, así como el envío de las mediciones desde el hardware hasta el servidor.

La base de datos se ha implementado con PostgreSQL, un motor de bases de datos muy utilizado actualmente cuya principal característica, por la que ha sido elegido, es la escalabilidad.

La API RESTful se ha desarrollado mediante el framework Laravel. Se trata de una herramienta de desarrollo web basada en el lenguaje PHP. El cliente Android se ha desarrollado con el SDK 30 de Android, programado en Java 8. La compatibilidad mínima se establece en el SDK 23. Esto hace que la aplicación sea compatible con la inmensa mayoría de dispositivos móviles que existen. Para el desarrollo de la aplicación para iOS, la plataforma móvil de Apple se ha utilizado el lenguaje *swift*. Como tecnología del servidor se ha utilizado Nginx, se trata de un servidor web HTTP de código abierto.

4 Resultados, Conclusiones y Trabajo Futuro

El artículo presenta un prototipo de dispositivo wearable de bajo coste, junto con una app de soporte, cuya función es la de actuar como monitor postural, asistencia y corrección de problemas posturales de espalda. El dispositivo es adaptable, tanto físicamente como en cuanto a parámetros personalizados de uso.

El aspecto más interesante de esta propuesta se centra en el desarrollo de formas de interactuar con el usuario por parte de la tecnología más allá de una simple pantalla y con apoyo de profesionales. Permitir la incorporación de elementos personalizados para la ejecución de determinadas actividades o rutinas posturales, que en el caso de STRAIGBACK, permiten conectar directamente con el cuerpo del usuario a través de vibraciones y movimientos del dispositivo wearable en contacto con su espalda es otro de los aspectos destacables. El desarrollo de una plataforma completa de m-Health con el prototipo presentado, representa una perspectiva factible en un futuro próximo, tal y como describía el trabajo [12].

Una vez el prototipo es operativo, queda mucho trabajo futuro, que permitirá incrementar la funcionalidad fundamental de la herramienta por parte del equipo multidisciplinar. En la actualidad se está trabajando para la incorporación de aspectos de gamificación y/o uso de juegos serios con el objetivo de mejorar la motivación y añadir entretenimiento a los ejercicios dentro de la terapia lo que permitirá conducir a una mayor adherencia al tratamiento, aumentando así la eficacia de este. La mejora de algoritmos que permitan anticipar lesiones determinadas en situaciones específicas también ocupa una línea importante de trabajo futuro. Otro objetivo importante es la mejora de las interfaces de usuario en cuanto al desarrollo visual de evolución e histórico de actividad monitorizada, así como la gestión de los profesionales médicos en la generación de rutinas.

ACKNOWLEDGMENTS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado a través del proyecto TCUE, PC_TCUE18-20_044, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y la Junta de Castilla y León.

REFERENCES

- [1] World Health Organization. (2014). World health statistics 2014. World Health Organization.
- [2] Byambasuren, O., Sanders, S., Beller, E., & Glasziou, P. (2018). Prescribable mHealth apps identified from an overview of systematic reviews. *NPJ digital medicine*, 1(1), 1-12.
- [3] Schnall, R., Rojas, M., Bakken, S., Brown, W., Carballo-Dieguez, A., Carry, M., & Travers, J. (2016). A user-centered model for designing consumer mobile health (mHealth) applications (apps). *Journal of biomedical informatics*, 60, 243-251.
- [4] Rowland, S. P., Fitzgerald, J. E., Holme, T., Powell, J., & McGregor, A. (2020). What is the clinical value of mHealth for patients? *NPJ digital medicine*, 3(1), 1-6.
- [5] Burke JW, McNeill MDJ, Charles DK, et al. Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games. *Vis Comput* 2009;25:1085-99. doi:10.1007/s00371-009-0387-4 Meijer, H. A., Graafland, M., Goslings, J. C., & Schijven, M. P. (2018). Systematic review on the effects of serious games and wearable technology used in rehabilitation of patients with traumatic bone and soft tissue injuries. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 99(9), 1890-1899.
- [7] Laver, K. E., Lange, B., George, S., Deutsch, J. E., Saposnik, G., & Crotty, M. (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane database of systematic reviews*, (11).
- [8] B. Mutlu, A. Krause, J. Forlizzi, C. Guestrin, and J. Hodgins, "Robust, low-cost, non-intrusive sensing and recognition of seated postures," in *Proceedings of the 20th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, ser. UIST '07. New York, NY, USA: ACM, 2007, pp. 149-158.
- [9] P. Rosero-montalvo, D. Jaramillo, S. Flores, D. Peluffo, V. Alvear, and M. Lopez, "Human Sit Down Position Detection Using Data Classification and Dimensionality Reduction," *Advances in Science*,
- [10] S. C. Mukhopadhyay, "Wearable sensors for human activity monitoring: A review," *IEEE Sensors Journal*, vol. 15, no. 3, pp. 1321-1330, March 2015. *Technology and Engineering Systems Journal*, vol. 2, no. 3, pp. 749-754, 2017. [Online]. Available: <http://astesj.com/v02/i03/p95/>
- [11] Clifton, I. G. (2015). *Android user interface design: Implementing material design for developers*. Addison-Wesley Professional.
- [12] Dicianno, B. E., Parmanto, B., Fairman, A. D., Crytzer, T. M., Yu, D. X., Pramana, G., & Petrazzi, A. A. (2015). Perspectives on the evolution of mobile (mHealth) technologies and application to rehabilitation. *Physical therapy*, 95(3), 397-405.

Diseño de interfaces de usuario adaptativas para personas mayores

Javier Navarro-Alamán, Raquel Lacuesta
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas, EUPT
Universidad de Zaragoza
Teruel, España
jnavarroa@unizar.es, lacuesta@unizar.es

Eva Cerezo
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, España
ecerezo@unizar.es

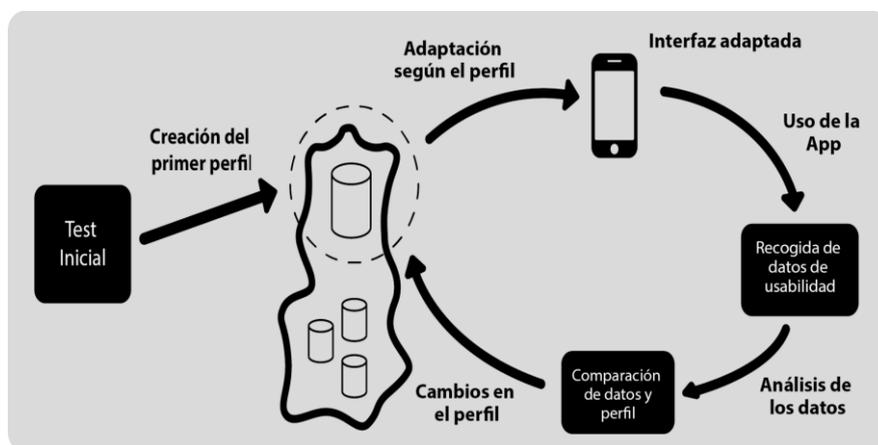


Figura 1: Esquema del sistema adaptativo propuesto

ABSTRACT

En el diseño de interfaces para personas mayores la adaptación de estas a las características físicas y cognitivas de los usuarios es un factor importante a la hora de asegurar su facilidad de uso y puede ser determinante a la hora de fomentar su adherencia en el contexto de las aplicaciones de m-health. Este artículo propone un sistema para la personalización de interfaces móviles para mayores basado en la realización de una serie de test sencillos que permiten caracterizar a los usuarios y llevar a cabo una adaptación automática de la interfaz. Para la selección de los parámetros se ha partido de las recomendaciones de las WCAG. Se trata de un primer paso en el desarrollo de una aplicación de m-health para personas frágiles que se está desarrollando.

CCS CONCEPTS

- Human-centered computing
- Human Computer interaction
- Interactive systems and tools

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



KEYWORDS

Interfaces adaptativas, personalización, personas mayores, m-health

1 Introducción

Según los estudios de Naciones Unidas, la población mundial está envejeciendo. Para 2050, una de cada 6 personas en el mundo tendrá más de 65 años (16%), más que la proporción de una de cada 11 en 2019 (9%). Como se ve, las personas mayores representan un segmento de mercado en aumento. Sin embargo, actualmente esta población presenta dificultades en el acceso y uso de las tecnologías digitales, estando en general poco acostumbrados a su uso y resultándoles complejo incluso la realización de tareas sencillas para el resto de la población. La brecha digital existente provoca la desmotivación hacia el uso de la tecnología por este sector de la población [1, 2]. Ante esa situación van surgiendo guías y recomendaciones [3] a la hora de diseñar interfaces para este segmento de población. Este tipo de recomendaciones generales son de gran utilidad para mejorar de forma significativa la usabilidad y accesibilidad de las aplicaciones. Sin embargo, en este segmento de edad las diferencias individuales incluso entre individuos de la misma edad, pueden ser muy significativas. En el ámbito sanitario la población mayor de 65 años se clasifica en 3

tipos según su capacidad funcional: población autónoma, población frágil (independientes pero con incipiente pérdida de función y alta probabilidad de deterioro) y población dependiente. Actualmente se está poniendo el foco en el colectivo de mayores frágiles para las que las aplicaciones de m-health pueden ser de gran ayuda para el mantenimiento de su independencia. Sin embargo, su propia característica de fragilidad hace imprescindible una adecuada personalización de las interfaces para asegurar su uso y adherencia a las aplicaciones.

La personalización de las interfaces es un medio eficaz para adaptarse a las diferencias entre individuos, consiguiendo mejorar la usabilidad y accesibilidad de los sistemas interactivos. Una interfaz personalizada puede ayudar a mejorar la eficacia de un usuario realizando acciones asociadas a tareas que se repiten día a día, cambiando la apariencia de la interfaz para que se adapte mejor a las limitaciones y capacidades de los usuarios ofreciendo asesoramiento sobre las tareas que se están realizando e incluso mediando en la interacción de un usuario a través del análisis del estado físico y emocional del usuario [4]. Dentro de los tipos de personalización existentes debemos distinguir entre tres tipos[5]: (1) Adaptable (Manual) en el que el usuario es capaz de cambiar la interfaz, pero de manera que solo él decide los cambios, (2) Adaptativa (semi-automática) en el que sistema puede identificar a los usuarios y apoyarlos con sugerencias, puede detectar si un usuario tiene dificultades para alcanzar su objetivo, y Auto-adaptativa (automática) donde se cambian automáticamente algunas partes o incluso toda la interfaz de usuario. El trabajo presentado en este artículo sigue el enfoque adaptativo (semi-automático). En particular, se presenta una herramienta que permite, a través de un test sencillo, caracterizar a los usuarios y determinar las opciones de personalización para la posterior adaptación de la aplicación objetivo. Para la elección de los parámetros se han estudiado las recomendaciones de accesibilidad para mayores de la W3C. Los parámetros son: tamaño de letra, contraste, tamaño y alineación de botones, color, tema y volumen.

El artículo se ha estructurado de la siguiente forma: primero se hace un repaso de trabajos relacionados con la personalización de interfaces (sección 2); a continuación (sección 3), se presenta el sistema propuesto poniendo el foco en el test inicial de caracterización del usuario mayor. Por último, en la sección 4, se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

2 Interfaces personalizables: estado del arte

A nivel de personalización de la interfaz, son varios los autores que han trabajado en aproximaciones adaptables o manuales. En [6] se presenta una notación propia (OWL/Turtle notation) para descripciones específicas de los aspectos de la interfaz. Mediante esas anotaciones se genera automáticamente una interfaz personalizada. Otro ejemplo de este tipo de herramientas para mejorar la usabilidad y adaptación es la presentada en [7]. Los autores proponen un estudio basado modelos con el objetivo de mejorar la usabilidad y adaptación de sistemas de información complejos (CIS). El mapeo entre diagramas de casos de uso, diagramas de tareas y modelos de funciones permite la selección automática de una interfaz de usuario abstracta y el desarrollo de una interfaz de usuario concreta para cada trabajo. El método

utilizado permite a los usuarios seleccionar las funciones deseadas de un proveedor para personalizar una interfaz.

Dentro de las herramientas adaptativas o semi-automáticas se presentan varias líneas de investigación. En [8] se presenta una herramienta de personalización de la interfaz de usuario a nivel semántico impulsado por el perfil de usuario semántico personal y la combinación de módulos reutilizables de visualización adaptativa. Otro aspecto importante es la adaptación al dispositivo (responsive). En esa línea, Moon et al. [9] proponen un nuevo marco web avanzado para generar una interfaz de usuario que se adapte automáticamente dependiendo del contexto (capacidad del dispositivo, política de servicio, sensor información, información del usuario e información opcional). Yigitbas et al. [5] explican que, en las interfaces de usuario adaptativas, el usuario puede personalizar o individualizar la interfaz de usuario adaptando el diseño o adaptando la navegación, siempre de forma manual. En cooperación con un socio industrial, estos autores desarrollan una nueva metodología para un desarrollo basado en modelos de interfaz de usuario para sistemas de autoservicio distribuido, teniendo en cuenta aspectos de adaptación e integración dentro del modelo de desarrollo. Por otro lado, Lim et al. [10] proponen un sistema UI / UX inteligente para adultos mayores llamado SmartSenior, que se basa en aprendizaje semi-supervisado para llevar a cabo adaptaciones automáticas de la interfaz. El sistema evalúa inicialmente [11] la capacidad cognitiva, produciendo el primer perfil y luego modifica el perfil según sus acciones.

Finalmente, a nivel de desarrollo de aplicaciones auto-adaptativas o automáticas podemos encontrar varios trabajos. Park et al. [12] diseñan un sistema que utiliza un modelo de avatar que se adapta a los usuarios. En [13] se propone un método para la adaptación del teclado digital en función de la interacción realizada, de esta forma se analiza qué teclas presiona el usuario y otros parámetros para optimizar la interfaz presentada. En [14] los autores presentan un entorno de desarrollo integrado (IDE), llamado Adapt-UI, para el desarrollo de interfaces de usuario autoadaptables. De esta forma, la interfaz de usuario se adaptará automáticamente en función de los cambios en el contexto de uso. En [15] los autores presentan los beneficios al proporcionar información adaptable al usuario a través del diseño dinámico. El sistema se auto-adapta a través un estudio de usuario, donde se analizan los resultados del análisis de satisfacción basados en las expresiones del usuario y en cuestionario subjetivos. El modelo de interacción dinámica estima el nivel de comprensión e interés del usuario en la información atendida con objeto de proporcionar un servicio personalizado a cada usuario basado en esta información.

Nuestra propuesta sigue un enfoque semiautomático como se explica en la siguiente sección.

3 Diseño de interfaces adaptativas para mayores

Una vez constatada la necesidad de adaptación de las interfaces para el colectivo de mayores, y estudiado las alternativas, en el marco del desarrollo de aplicaciones de m-health para mayores frágiles, se ha diseñado un sistema que permita la adaptación semiautomática de la interfaz de las aplicaciones. Para ello, a partir de una caracterización inicial que permita establecer un perfil para el usuario se llevará a cabo la adaptación inicial de la

interfaz. El perfil del usuario se enriquecerá mediante la toma de parámetros de uso de la aplicación por parte del usuario, lo que permitirá la continua adaptación de la interfaz al mismo (ver figura 1). El trabajo presentado en este artículo se centra en la creación del perfil inicial a partir de un test de caracterización del usuario. A continuación, se detalla dicho test.

3.1 Selección de Parámetros: accesibilidad

Las personas mayores cuentan con limitaciones asociadas a la edad que interfieren en el uso de sistemas interactivos. Entre estos factores se encuentran limitaciones visuales, físicas y cognitivas. Entre las limitaciones visuales se encuentran la reducción de la sensibilidad al contraste, percepción del color y enfoque, lo que en ocasiones puede dificultar la lectura de contenido visual. Respecto a las limitaciones físicas se encuentran la destreza reducida y el control de la motricidad fina, dificultando la interacción táctil con objetos pequeños o el uso de periféricos; además, la limitación auditiva les dificulta escuchar sonidos de tonos altos. Además, respecto a su capacidad cognitiva suelen tener reducida la memoria a corto plazo, dificultando la concentración y potenciando la distracción, lo que dificulta completar tareas en línea o la navegación por el sistema. El proyecto WAI-AGE, financiado por la Comisión Europea, investigó las necesidades de los usuarios web de mayor edad y la superposición con la accesibilidad web para personas con discapacidad. Los resultados de la investigación, y el trabajo posterior, determinaron los estándares de accesibilidad internacionales existentes de la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) del W3C que abordan la mayoría de las necesidades de los usuarios mayores [16]. Así, las pautas sobre accesibilidad de contenido web (WCAG) se han convertido en la base para el desarrollo de aplicaciones accesibles orientadas a personas mayores. Las pautas se basan en cuatro principios de accesibilidad web: perceptible, operable, comprensible y robusto. Nuestro trabajo se ha centrado en los aspectos relativos a información perceptible e interfaz de usuario (tamaño del texto, estilo de texto y diseño de texto, color y contraste, multimedia) y a interfaz de usuario operable (enlaces, navegación y ubicación, uso del mouse, o del teclado y tabulación). En la tabla 1 se presentan en concreto los parámetros seleccionados para la adaptación de la interfaz, relacionándolos con la prueba del test inicial en la que se van a determinar y el requisito en el que están basados.

Tabla 1: Parámetros para la personalización de la interfaz basados en las pautas de accesibilidad de la WCAG 2.0

Requisitos WCAG 2.0	Parámetros	Tipo de prueba
1.4.4 (Resize text)	Tamaño mínimo de letra	Prueba visual
1.4.1 (Use of Color)	Tema preferido	Prueba de contraste
1.4.3 (Contrast Minimum)	Ratio de contraste mínimo	Prueba de contraste
1.4.1 (Use of Color)	Color preferido	Prueba de botones
1.4.8 (Visual presentation)	Tamaño de botón mínimo	Prueba de botones
2.4.5 (Multiple Ways)	Alineamiento preferido	Prueba de botones

1.4.2 (Audio Control)	Volumen mínimo	Prueba de audio
-----------------------	----------------	-----------------

3.2 Diseño de las pruebas

El test inicial consta de cuatro pruebas que se detallan a continuación indicando el parámetro o parámetros que permiten establecer y los valores posibles en cada caso.

3.2.1 Prueba visual.

Parámetro: tamaño mínimo de letra que el usuario es capaz de visualizar correctamente.

Valores posibles: 18, 20, 22, 24 o 26.

Prueba: Para la determinación de los valores se usan dos pantallas. En primer lugar (figura 2 izquierda), al usuario le aparece un número de tres cifras acompañado de un teclado numérico y debe introducir uno a uno los números que componen dicho número. En segundo lugar (figura 2 derecha), al usuario le aparece una letra "C", rotada aleatoriamente, de modo que, mediante un teclado de cuatro flechas, (1) Izquierda, (2) Arriba, (3) Derecha y (4) Abajo, debe introducir la dirección en la que está abierta la "C".

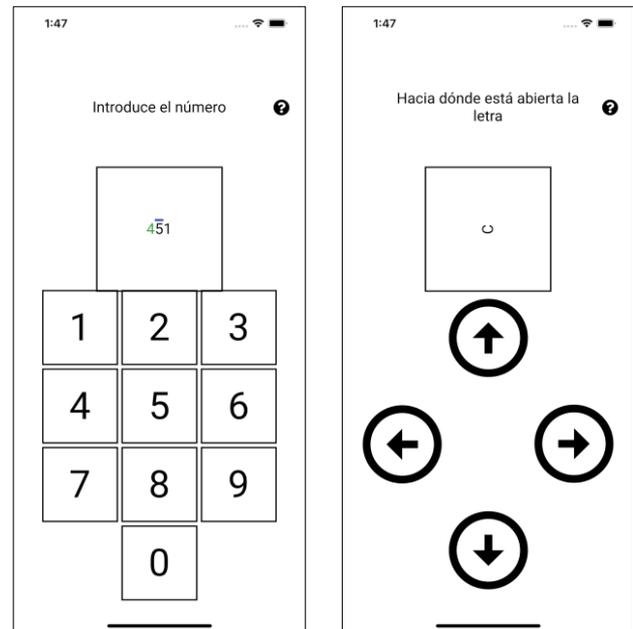


Figura 2: Interfaz de la prueba visual.

3.2.2 Prueba de contraste.

Parámetros: mínimo ratio de contraste y tema preferido.

Valores posibles: Contraste: (1) Máximo - 21:1, (2) Alto - Mayor de 11:1, (3) Medio - Mayor de 9:1 y (4) Bajo - Mayor de 7:1 (requisito AAA de las WCAG 2.0).

Modo: Claro u oscuro.

Prueba: El usuario debe contestar en cuatro pantallas diferentes (figura 3 izquierda) en las que se va variando el contraste y el modo, a la pregunta ¿Puedes leer el texto fácilmente?: (a) sí, (b) me

tengo que esforzar y (c) no. El texto que se muestra es una noticia completa de la página web de noticiasfacil.es.



Figura 3: Interfaz de la prueba de contraste (izquierda) Interfaz de la prueba de audio (derecha).

3.2.3 Prueba de botones.

Parámetros: color preferido, tamaño mínimo de botón y posición/alineación de los botones.

Valores posibles: Color: (a) azul, (b) rojo, (c) verde y (d) púrpura. Tamaño mínimo de botón: (1) grande, (2) mediano y (3) pequeño. Posición/alineación botones: izquierda o derecha.

En primer lugar (figura 4derecha) se muestra una pantalla que contiene cuatro botones con tamaño mediano para que el usuario elija entre los colores elegidos como valores. Se recoge no solo el color sino posibles fallos al pulsar. En la segunda pantalla (figura 4izquierda), aparece un minijuego simple con un contador con cuatro bombillas apagadas que el usuario tendrá que ir encendiendo una a una. La posición y el tamaño de los botones va variando y se contabilizan los errores del usuario.

3.2.4 Prueba de audio.

Parámetro: volumen mínimo.

Valores posibles: valor entre 0,5 y 1 (del rango del volumen del dispositivo).

Prueba; El usuario tiene que pulsar un botón y escuchar una frase (figura 3 derecha). Se empieza con un volumen de nivel medio y va cambiando según el usuario conteste a las preguntas (1) ¿has oído la frase? y (2) ¿has entendido la frase? El usuario a cada una de las preguntas podrá contestar (a) Sí, (b) No y (c) Con problemas. A partir de las respuestas del usuario se elegirá el volumen mínimo de la aplicación.

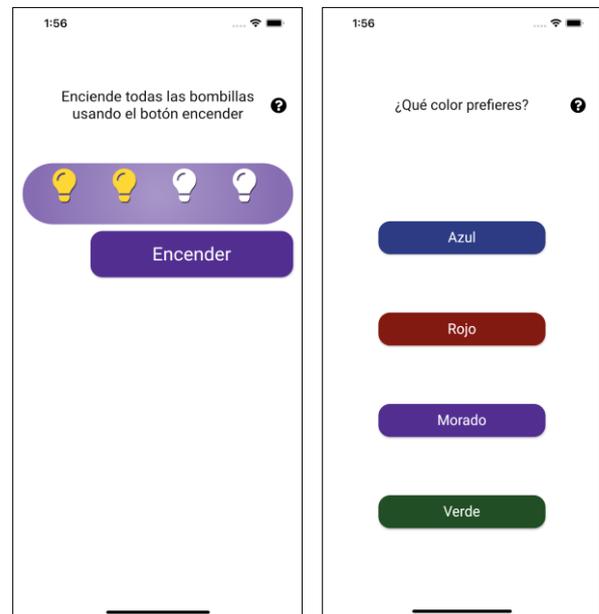


Figura 4: Interfaz de la prueba de botones.

Se ha llevado a cabo un test piloto con 5 usuarios con objeto de valorar la adecuación del procedimiento y del test planteado con resultados satisfactorios. Estos test iniciales, como se comenta en el siguiente apartado se van a integrar en una aplicación de m-health para personas frágiles lo que permitirá llevar a cabo una evaluación de la propuesta presentada.

4 Conclusiones y trabajo Futuro

En este artículo se propone un sistema para la personalización de interfaces móviles para mayores basado en la realización de una serie de pruebas sencillas que permiten caracterizar a los usuarios y llevar a cabo una adaptación automática de la interfaz. Se trata de un primer paso dentro de un enfoque semiautomático en el que el propio uso de la aplicación llevará consigo el refinamiento de la personalización de la interfaz. Nuestro trabajo actual y futuro se centra, de hecho, en el desarrollo de un sistema para el seguimiento domiciliario, por parte de sanitarios, de mayores frágiles y para el fomento de hábitos saludables en ellos a través de recomendaciones personalizadas. El objetivo último del trabajo es contribuir a que dichos mayores frágiles mantengan el mayor tiempo posible su autonomía e independencia de otras personas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Pablo Torrijos su ayuda en la escritura de este artículo. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI), la Agencia Española de Investigación (AEI), la UE (FEDER) a través de los contratos RTI2018-096986-BC31, y por el Gobierno de Aragón (Grupo T60_20R).

REFERENCIAS

- [1] Hong, S. G., Trimi, S., & Kim, D. W. (2016). Smartphone use and internet literacy of senior citizens. *Journal of Assistive Technologies*.
- [2] Gonzales, E., Matz-Costa, C., & Morrow-Howell, N. (2015). Increasing opportunities for the productive engagement of older adults: A response to population aging. *The Gerontologist*, 55(2), 252-261.
- [3] Guía de recomendaciones para el desarrollo de videojuegos e interfaces para mayores, María Costa et al, ISBN 84-616-4543-X.
- [4] Arazy, O., Nov, O., & Kumar, N. (2015). Personalization: UI personalization, theoretical grounding in HCI and design research. *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*, 7(2), 43-69.
- [5] Yigitbas, E., & Sauer, S. (2014, September). Flexible & Adaptive UIs for Self-Service Systems. In *Mensch & Computer Workshopband* (pp. 167-175).
- [6] Hitz, M., Kessel, T., & Pfisterer, D. (2017, February). Automatic UI Generation for Aggregated Linked Data Applications by Using Sharable Application Ontologies. In *International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development* (pp. 328-353). Springer, Cham.
- [7] Zhang, L., Qu, Q. X., Chao, W. Y., & Duffy, V. G. (2017, July). Object-oriented user interface customization: Reduce complexity and improve usability and adaptation. In *International Conference on Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management* (pp. 404-417). Springer, Cham.
- [8] Khriyenko, O. (2015). Semantic UI: Automated creation of semantically personalized user interface. *GSTF Journal on Computing (JoC)*, 4(3), 1-9.
- [9] Moon, J., Lim, T. B., Kim, K. W., Lee, S. P., & Lee, S. (2012, September). Advanced responsive web framework based on MPEG-21. In *2012 IEEE Second International Conference on Consumer Electronics-Berlin (ICCE-Berlin)* (pp. 197-199). IEEE.
- [10] Lim, H., Hooshyar, D., Ji, H., Lee, S., & Jo, J. (2019). SmartSenior: automatic content personalization through semi-supervised learning. *Wireless Personal Communications*, 105(2), 461-473.
- [11] Ji, H., Yun, Y., Lee, S., Kim, K., & Lim, H. (2018). An adaptable UI/UX considering user's cognitive and behavior information in distributed environment. *Cluster Computing*, 21(1), 1045-1058.
- [12] Park, H. S., Kim, H. W., & Park, C. J. (2016, July). Dynamic-interaction UI/UX design for the AREIS. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 412-418). Springer, Cham.
- [13] Son, Y., & Lee, Y. (2012). Automatic UI Generation Technique for Mobile Applications on Touch-Screen based Smart Phones. *International Journal of Smart Home, SERSC*, 6(67).
- [14] Yigitbas, E., Sauer, S., & Engels, G. (2017, June). Adapt-UI: an IDE supporting model-driven development of self-adaptive UIs. In *Proceedings of the ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems* (pp. 99-104).
- [15] Olwal, A., Lachanas, D., & Zacharouli, E. (2011, May). OldGen: Mobile phone personalization for older adults. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3393-3396).
- [16] Older Users and Web Accessibility: Meeting the Needs of Ageing Web Users. Disponible online: <https://www.w3.org/WAI/older-users/developing> (Último acceso el 30 de Abril del 2021).

Influencia del Audio 3D en la Percepción de la Ganancia de Rotación en un Entorno Virtual. Un Estudio Piloto

Ana Márquez-Moncada
Hauke Luis Bottcher
Daniel González-Toledo
María Cuevas-Rodriguez
Luis Molina-Tanco
Arcadio Reyes-Lecuona

areyes@uma.es

ETSI Telecomunicación, Universidad de Málaga
Málaga, SPAIN

ABSTRACT

Este artículo presenta un experimento exploratorio, donde se pretende determinar la influencia del audio 3D binaural y sus características en la detección de una manipulación en la rotación de un sujeto dentro de un entorno virtual. Para ello, el sistema modificará la ganancia de rotación amplificando o atenuando los giros de la cabeza del sujeto. Los resultados apuntan a que la modalidad visual proporciona más información para poder detectar dicha manipulación. En el caso de la estimulación auditiva, las diferencias interaurales de tiempo parecen también tener una influencia clara en dicha detección, incluso en presencia de la modalidad visual. Asimismo, se comprueba que la exposición a entornos virtuales con la rotación de la cabeza manipulada provocan cibermareo en una mayoría de los usuarios. A partir de la discusión de los resultados de este estudio piloto, se presenta una serie de recomendaciones para el diseño del experimento definitivo.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → *Empirical studies in HCI*.

KEYWORDS

Realidad Virtual, Audio Binaural, Ganancia de Rotación

1 INTRODUCCIÓN

En un sistema de Realidad Virtual inmersiva, la rotación de la cabeza del usuario es capturada por los dispositivos de seguimiento de la cabeza, normalmente integrados en los cascos de Realidad Virtual y usada para la correspondiente actualización del punto de vista que se muestra a dicho usuario. Cuando la rotación aplicada al punto de vista no corresponde a la rotación realmente medida en la cabeza del usuario, decimos que hay una ganancia de rotación (G_r). La ganancia de rotación se define como la modificación de la rotación virtual con respecto a la real. Cuando $G_r < 1$, el punto de vista gira

más despacio que la cabeza del usuario, y más rápidamente cuando $G_r > 1$.

Utilizar ganancia de rotación en el mundo virtual con respecto al real es muy útil para, por ejemplo, conseguir un ángulo visual mayor en el mundo virtual sin necesidad de girar mucho la cabeza [14]. También se usa en las técnicas de la redirección de la marcha (*Redirected Walking*), ideadas por Razzaque [13]. Se trata de técnicas usadas para superar las limitaciones del espacio físico real donde se desarrolla la experiencia, en aquellos casos en los que el mundo virtual sea más grande. En ellas se redirige el camino del usuario de forma sutil, sin que éste se de cuenta. De tal forma que al caminar tienda a volver al centro del espacio físico en el que se está desarrollando la experiencia. Por lo tanto, usando estas técnicas se puede navegar en espacios virtuales grandes con limitado espacio real. Esto se consigue aplicando ganancias de rotación que desacoplan la orientación real y virtual del usuario.

Conseguir ganancias de rotación útiles pero no perceptibles es un tema activo de investigación en Realidad Virtual. Esta ganancia de rotación no debe perturbar la experiencia de los usuarios ni su comodidad. Ganancias muy altas pueden ser muy molestas y perceptibles, produciendo cibermareo [16].

Se pueden encontrar diversos estudios sobre esto en la literatura, basados sobre todo en detectar el umbral en el que los participantes no pueden diferenciar entre la rotación virtual y la física. La mayoría de estos estudios han considerado únicamente una Realidad Virtual puramente visual, sin la contribución de otras modalidades sensoriales. [5] [15] [6].

Sin embargo, el audio también puede proporcionar información espacial relevante. De forma natural, al oír un sonido podemos saber de qué dirección viene. En particular, las diferencias interaurales son clave para la percepción de la lateralidad del sonido, es decir, para que el oyente pueda estimar el ángulo de azimut del que proviene el sonido respecto al plano medial [18]. Estas diferencias interaurales son conocidas como ITD (Interaural Time Difference) e ILD (Interaural Level Difference). En este trabajo nos centraremos en las ITDs, que son causadas por la diferencia de distancia entre los dos oídos, la cual hace que un sonido llegue antes a un oído que a otro, según la posición de la fuente. Estas diferencias interaurales, además de otros indicios auditivos, están incluidas dentro de lo que se conoce como la HRTF (Head Related Transfer Function). Las HRTFs modelan el filtrado direccional de la señal en la entrada del



canal auditivo debido a las modificaciones provocadas por la oreja, la cabeza y el cuerpo del oyente. De este modo la generación de señales de audio espacializadas binaurales se basa generalmente en la convolución de una señal monoaural con estas HRTFs [2].

En este trabajo, se plantea un estudio sobre la capacidad de un sujeto de detectar de que existe o no una ganancia de rotación en una aplicación de Realidad Virtual. Considerando para ello la influencia que puede tener el sonido espacial y sus características en la capacidad de los usuarios de detectar que se está usando una ganancia de rotación. Por este motivo, se plantea un experimento en el que se puedan comparar tres situaciones: sólo vídeo, sólo audio y vídeo+audio. También se explora la posible influencia de algunos parámetros interaurales en este umbral de detección.

En estudios previos, otros autores han estudiado el umbral de detección de la ganancia de rotación usando solo vídeo o solo audio+vídeo y algunos con solo audio [8]. También se han hecho estudios comparando entre dos de estos tres casos [11]. Pero, hasta donde sabemos, no existen estudios previos que comparen los tres casos. Tampoco se ha explorado la importancia que puede tener la correcta parametrización de las diferencias interaurales en la detección de la ganancia de rotación.

Basándonos en estudios previos [9], nuestra hipótesis es que la estimulación visual es más influyente que la auditiva para detectar la ganancia de rotación, pero que la máxima sensibilidad se producirá en una situación bimodal en la que se proporcione vídeo y audio 3D. Por otro lado, la manipulación de las diferencias interaurales puede también influir.

Sin embargo, dado que este tipo de experiencias puede producir molestias en los usuarios, nos planteamos primero la realización de un experimento piloto reducido, en el que los usuarios interactúen sólo durante unos pocos minutos y del que podamos extraer experiencia para afinar mejor un diseño experimental que aborde las cuestiones mencionadas. Se presenta en este artículo el diseño experimental propuesto y un avance de los primeros resultados obtenidos con este experimento piloto.

2 MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Participantes

En el estudio han participado 12 sujetos (7 mujeres y 5 hombres) con edades comprendidas entre los 20 y los 29 años. Todos ellos han reportado no tener problemas auditivos ni de visión. El estudio ha sido revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Málaga.

2.2 Escenario Virtual y Aparataje

Durante el estudio, los participantes se encuentran inmersos en un entorno de Realidad Virtual implementado haciendo uso de la plataforma de desarrollo de videojuegos Unity [1]. Los participantes visualizan el entorno a través de un casco de Realidad Virtual Oculus Rift [12] e interactúan con él haciendo uso de sus dos controladores. Además, los participantes llevan puestos unos auriculares SONY MDR-7506 para recibir el audio de la escena. Este entorno de Realidad Virtual inmersivo esta formado por dos componentes: componente visual y componente auditiva. La componente visual consiste en un entorno 3D desarrollado con Blender [4] e importado a Unity, el cual simula una habitación donde el participante



Figure 1: Escenario virtual

se encuentra en el centro de la misma, tal y como se muestra en la Figura 1, sobre la cruz roja y mirando inicialmente en dirección al escritorio. La componente auditiva consiste en un sonido binaural espacializado gracias al uso de la librería 3DTI-Toolkit [7], también integrada en Unity. El estímulo de audio utilizado es una voz masculina anecoica hablando en inglés extraída de *Music from Archimedes, English male speech, B&K 4003, anechoic* [3]. La HRTF utilizada para la espacialización del audio es la ID_1032 de la base de datos LISTEN [17] de 256 muestras con una frecuencia de muestreo de 44.1 kHz.

2.3 Diseño del experimento

El objetivo del experimento es estudiar el efecto del vídeo y del audio en el umbral de detección de la ganancia de rotación de un sujeto cuando este gira sobre sí mismo. Se quiere estudiar cada componente por separado y la influencia de las dos componentes a la vez, para lo cual se presentan tres condiciones:

- Solo Vídeo. Escenario donde el sujeto se encuentra dentro de un habitación virtual y donde aparece un altavoz sobre una mesa a la izquierda o derecha del sujeto (ver Figura 1). En este escenario no aparece ningún estímulo auditivo.
- Solo Audio. Escenario donde el sujeto visualiza únicamente un entorno virtual con un suelo y un cielo, sin ningún detalle visual que permita conocer el giro del punto de vista, y escucha un sonido espacializado a su izquierda o su derecha.
- Audio + Vídeo. Este escenario incluye los dos escenarios mencionados anteriormente, el sujeto se encuentra dentro de una habitación virtual donde encuentra un altavoz, que puede estar a su derecha o izquierda, y que emite un sonido espacializado.

En los tres escenarios el sujeto lleva puesto en todo momento las gafas de Realidad Virtual y los auriculares. Cuando nos referimos a la derecha e izquierda del sujeto queremos decir en una posición en coordenadas polares de $\pm 90^\circ$ de azimut y 0° de elevación, considerando que el origen ($0^\circ, 0^\circ$) está justo delante del sujeto.

El estudio presentado explora también la influencia del ITD en el umbral de detección de la ganancia de rotación. Para ello se ha personalizado el ITD del HRTF utilizado para la espacialización de audio. Esta opción la ofrece la librería 3DTI Toolkit, la cual calcula el ITD individual del sujeto a partir del radio de su cabeza [7]. Este radio se obtiene a partir del diámetro de la cabeza de cada sujeto, que se midió utilizando una cinta métrica, la cual se coloca rodeando la cabeza, aproximadamente 2cm por encima de las cejas, pasando

sobre la parte superior de las orejas. Para el estudio se consideran tres posibles condiciones:

- ITD individual. Uso del ITD individual del sujeto, calculado a partir del radio de la cabeza del sujeto.
- ITD reducido. Uso de un ITD menor que el individual, calculado con un radio de cabeza un 20% menor.
- ITD aumentado. Uso de un ITD mayor que el individual, calculado con un radio de cabeza un 20% mayor.

Para conseguir el umbral de detección de ganancia, cada una de las condiciones experimentales anteriores (tipo de escenario e ITD) se llevarán a cabo para los siguientes valores de ganancia de rotación: $G_r = 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4$ y 1.6

2.4 Procedimiento

Tras ser informado del procedimiento del estudio y firmar un consentimiento de participación, los participantes completan un cuestionario demográfico. Seguidamente, se les mide el diámetro de la cabeza para la individualización del ITD. Para poder comenzar el experimento, el sujeto debe ponerse las gafas de Realidad Virtual, los auriculares, sostener los controladores y colocarse de pie en el centro de la sala.

El experimento está formado por tres bloques, los cuales se distinguen por la modalidad sensorial que ofrecen: solo Vídeo, solo Audio, Audio + Vídeo. Cada bloque está formado por 18 condiciones (3 configuraciones de ITD x 6 valores de G_r). Por lo que se han realizado un total de 648 ensayos (12 participantes x 3 bloques x 18 condiciones). Tanto los bloques como los ensayos dentro de cada bloque están aleatorizados siguiendo un contrabalanceado utilizando cuadrados latinos. El sujeto debe realizar un descanso entre bloques, quitándose los auriculares y el casco de Realidad Virtual y sentándose si lo considera necesario. Al inicio de cada bloque aparecen dos ensayos de entrenamiento (con ITD individual y $G_r = 1$) donde el usuario podrá familiarizarse con el entorno y realizar las preguntas que desee al experimentador.

Para comenzar cada ensayo el sujeto debe colocarse mirando hacia la posición inicial, donde aparece un botón que el sujeto debe pulsar. En este momento aparece una flecha que indica hacia qué lado debe dirigirse para posicionarse frente al altavoz (escenario Solo Vídeo), o frente a la fuente de audio (escenario Solo Audio) o ambos (escenario Audio + Vídeo). Una vez el sujeto se encuentra delante de la imagen o fuente sonora, debe pulsar un botón del controlador, apareciendo la siguiente pregunta: *¿ha detectado manipulación del giro?*, y dos botones con las opciones *Sí* y *No*. El sujeto debe elegir una de las dos opciones y volver a la posición inicial para comenzar con el siguiente ensayo dentro del bloque. Un mensaje en la pantalla indica la finalización de cada bloque.

3 RESULTADOS

La Figura 2 muestra las tasas de acierto de los participantes al detectar que existía una manipulación de la rotación, ya sea por amplificación o atenuación en la aplicación al entorno virtual del giro de la cabeza medido por el casco de Realidad Virtual. La figura 2a muestra dichas tasas para la condición Audio+Vídeo, la Figura 2b hace lo propio para la condición Solo Audio y la Figura 2c para la condición Solo Vídeo. En los dos primeros casos, en los que hay estimulación auditiva, se diferencian las situaciones en las que las

diferencias de tiempo interaurales son las que corresponden a cada participante (ITD individual) de aquellas en las que se manipuló incrementándolo el radio de la cabeza en un 20% (ITD aumentado) o reduciéndolo en un 20% (ITD reducido).

Además de las tasas, señaladas en la Figura 2 con círculos, rombos y cuadrados, se ha realizado un ajuste psicométrico de estas curvas, asumiendo que la probabilidad de detectar la manipulación de la rotación sigue una ley gaussiana con respecto a la ganancia de rotación aplicada. Ese ajuste se muestra con líneas continuas en la citada figura. Tanto los datos obtenidos como el ajuste de ganancia se ha llevado a cabo para los valores de G_r simétricamente alrededor de 1, entre 0.6 y 1.4.

Lo primero que llama la atención es que las curvas de ajuste gaussiano no están centradas en $G_r = 1$. Las ganancias de rotación ligeramente superiores a 1 son más difícilmente detectables en las tres condiciones experimentales. Estos mismos resultados se obtuvieron en el estudio de [10], donde la ganancia más probable para ser percibida como estable era $G_r = 1, 2$. Otro resultado claro es que las condiciones con estimulación visual permiten detectar con mayor sensibilidad la manipulación de la rotación, como puede deducirse de la mayor apertura de la campana para Solo Audio.

Por otro lado, en la condición Audio+Vídeo, es claro que la manipulación y las diferencias interaurales de tiempo provoca un sesgo en la detección de la ganancia. Cuando el ITD que se aplica al renderizado del audio es más reducido que el que correspondería a la cabeza del participante, la ganancia que se percibe como unidad es mayor. Por contra, cuando el ITD es amplificado, las ganancias que se perciben como unidad son menores. Esto es lógico, ya que una reducción del ITD se correspondería con una reducción en el ángulo de azimut de la fuente, por lo que, en ausencia de ganancia ($G_r = 1$), la fuente no se percibiría en un azimut de 90° , sino algo menos. Cuando la ganancia de rotación es ligeramente superior a 1, esto se compensa y la fuente volvería a percibirse con un azimut mayor. Por este motivo, reducciones en el ITD provocan un desplazamiento de la curva de detección hacia ganancias mayores, mientras que un aumento del ITD provoca el efecto contrario, un desplazamiento de la curva de detección hacia ganancias de rotación menores. Este fenómeno es claro en la condición de Audio+Vídeo pero no en la condición de Sólo Audio. Es necesario resaltar aquí que, como se ha comentado anteriormente, la sensibilidad que proporciona la modalidad visual es muy superior a la de la auditiva y que, al tratarse de un experimento de dimensiones reducidas, no disponemos de datos suficientes como para obtener un resultado más claro.

Puesto que los datos de que disponemos son respuestas sí/no a la pregunta de si se detecta manipulación en la rotación, el número de respuestas afirmativas y negativas para cada una de las diferentes condiciones se sometió a una prueba χ^2 , que no detectó ninguna diferencia significativa. No obstante, esto es explicable dado el reducido número de medidas (una respuesta para cada condición por cada participante). A la vista de los resultados que se muestran en la Figura 2, es de esperar que un experimento de mayores dimensiones, sí que muestre diferencias significativas entre las diferentes condiciones, así como una influencia del ITD.

Al finalizar cada bloque, los participantes puntuaban en una escala de 1 a 10 si habían sentido mareo. Siete de ellos declararon haberse sentido mareados en un grado superior a 5. Esto sucedía especialmente con las condiciones con video, como muestra el valor

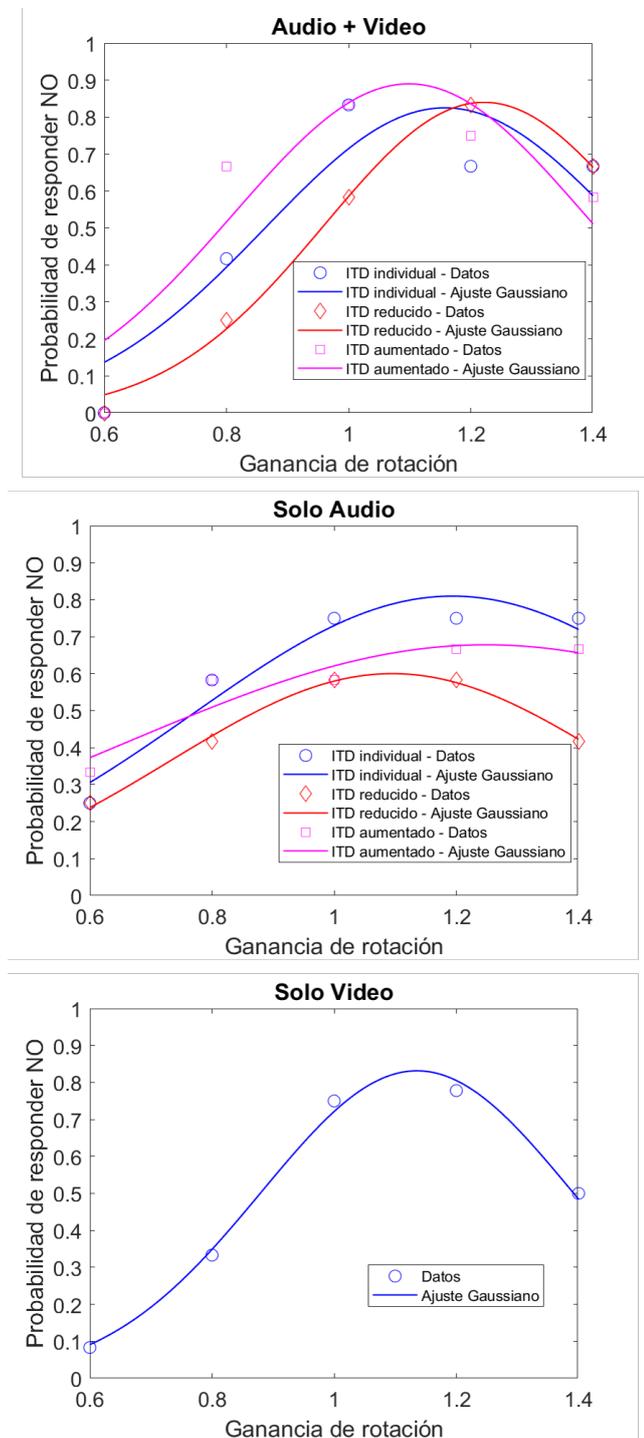


Figure 2: Probabilidades de que los participantes contestaran 'no' en el experimento, lo que significa que no detectaban ninguna manipulación de la rotación. Se muestran las curvas correspondientes a las condiciones Audio+Video (a), Solo Audio (b) y Solo Video(c).

medio de las puntuaciones: 3.75 (Audio+Video), 2.5 (Solo Audio) y 3.92 (Solo Video). Un análisis ANOVA arrojó que estas diferencias son marginalmente significativas ($F_{2,22} = 3.372; p = 0.053$).

4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta contribución presenta un estudio experimental piloto que explora la posible influencia del audio tridimensional y sus parámetros en la detección de una manipulación en la rotación de la cabeza en un entorno virtual por medio de la aplicación de una ganancia de rotación. Lo primero que debemos señalar es que, como sospechábamos que la manipulación de la rotación de la cabeza iba a provocar cibermareo [16], decidimos desarrollar un experimento muy breve, con solo una repetición de las 18 condiciones, en cada uno de los 3 bloques. Aun así, más de la mitad reportaron un nivel de mareo superior a 5 sobre 10, lo que corrobora la necesidad de tomar esta precaución. Pero, al mismo tiempo, al disponer de tan pocos datos, es imposible obtener resultados estadísticamente significativos. No obstante, el análisis cualitativo de los resultados revela una serie de conclusiones interesantes.

- La ganancia de rotación es más fácilmente detectable con estimulación visual que auditiva. En el caso de una estimulación multimodal auditiva y visual, la sensibilidad mostrada es similar a la que se encuentra con solo visual.
- No obstante lo anterior, cuando se manipulan características del renderizado de audio, como las diferencias interaurales de tiempo, el efecto del audio 3D se percibe claramente, lo que demuestra que sí que tiene una influencia en la detección, incluso cuando la modalidad visual está presente.
- La sensibilidad a ganancias menores que 1 es mayor que a ganancias mayores que 1. Este sesgo merece una exploración más detallada. Los participantes sabían que los objetivos se situaban exactamente a 90° o -90° de azimuth. Es posible que los participantes hayan basado su estrategia de detección de ganancia de rotación en la determinación de la localización de los objetivos y la comparación de su propiocepción de giro, intentando determinar si es o no de 90° . Para esclarecer esta cuestión, se podría manipular la localización de los objetivos, para determinar si el sesgo encontrado tiene su origen en la percepción de la velocidad a la que rota el punto de vista, o se trata de un sesgo en la propiocepción estática de giro una vez orientada la cabeza hacia el objetivo.

Por todo lo anterior, podemos considerar que este experimento piloto corrobora el interés de este estudio, pero requiere de un importante rediseño que permita obtener más datos para conseguir significación estadística, al tiempo que reduzca la exposición a los estímulos que provoca cibermareo en los participantes. Para ello, proponemos descomponer en una serie de experimentos que exploren por separado (1) la influencia de las modalidades visuales y auditivas, (2) el efecto de ganancias mayores y menores que 1, y (3) la influencia de la manipulación del ITD. Esta descomposición permitiría, mediante un diseño experimental de grupos, hacer que cada participante se someta a menos condiciones experimentales, pudiendo así hacer más repeticiones y obtener mejor significación estadística. Por otro lado, en el experimento final sería necesario diseñar cuidadosamente los bloques para garantizar que su duración fuera breve y asegurar descansos adecuados entre bloques.

ACKNOWLEDGMENTS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado con fondos del proyecto PID2019-107854GB-I00, del Ministerio de Ciencia e Innovación, correspondiente a la convocatoria 2019 de Proyectos I+D+i 2019.

REFERENCES

- [1] [n.d.]. Unity. <https://unity3d.com/es/>
- [2] V. Algazi and Richard Duda. 2011. Headphone-based spatial sound. *IEEE Signal Processing Magazine* 28, 1 (2011), 33–42. <https://doi.org/10.1109/MSP.2010.938756>
- [3] Bang and Olufsen. [n.d.]. Music for Archimedes CD Track Listing at cyList. <https://www.cylist.com/List/405112822/bang-olufsen-music-for-archimedes-cd-track-listing>
- [4] Blender Foundation. 2015. blender.org - Home of the Blender project - Free and Open 3D Creation Software. <https://www.blender.org/>
- [5] Hugo Brument, Maud Marchal, Anne-Hélène Olivier, and Ferran Argelaguet. 2020. Influence of Dynamic Field of View Restrictions on Rotation Gain Perception in Virtual Environments. In *International Conference on Virtual Reality and Augmented Reality*. Springer, 20–40.
- [6] Ben J Congdon and Anthony Steed. 2019. Sensitivity to rate of change in gains applied by redirected walking. In *25th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*. 1–9.
- [7] María Cuevas-Rodríguez, Lorenzo Picinali, Daniel González-Toledo, Carlos Garre, Ernesto de la Rubia-Cuevas, Luis Molina-Tanco, and Arcadio Reyes-Lecuona. 2019. 3D Tune-In Toolkit: An open-source library for real-time binaural spatialisation. *PLOS ONE* 14, 3 (mar 2019), e0211899. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211899>
- [8] Tobias Feigl, Eliise Köre, Christopher Mutschler, and Michael Philippsen. 2017. Acoustical manipulation for redirected walking. In *Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*. 1–2.
- [9] E. Goldstein. 2010. Sensation and Perception. *Wadsworth Publishing Company* (2010).
- [10] P. M. Jaekl, M. R. Jenkin, and Laurence R. Harris. 2005. Perceiving a stable world during active rotational and translational head movements. *Experimental Brain Research* 163, 3 (apr 2005), 388–399. <https://doi.org/10.1007/s00221-004-2191-8>
- [11] Niels Christian Nilsson, Evan Suma, Rolf Nordahl, Mark Bolas, and Stefania Serafin. 2016. Estimation of detection thresholds for audiovisual rotation gains. In *2016 IEEE Virtual Reality (VR)*. IEEE, 241–242.
- [12] Oculus. [n.d.]. Oculus Rift: visor de VR para PC optimizadas para VR | Oculus. https://www.oculus.com/rift/?locale=es_LA
- [13] Sharif Razzaque, Zachariah Kohn, and Mary C. Whitton. 2001. Redirected Walking. In *Eurographics 2001 - Short Presentations*. Eurographics Association. <https://doi.org/10.2312/egs.20011036>
- [14] Shyam Prathish Sargunam, Kasra Rahimi Moghadam, Mohamed Suhail, and Eric D. Ragan. 2017. Guided head rotation and amplified head rotation: Evaluating semi-natural travel and viewing techniques in virtual reality. In *2017 IEEE Virtual Reality (VR)*. 19–28. <https://doi.org/10.1109/VR.2017.7892227>
- [15] Frank Steinicke, Gerd Bruder, Jason Jerald, Harald Frenz, and Markus Lappe. 2009. Estimation of detection thresholds for redirected walking techniques. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 16, 1 (2009), 17–27.
- [16] Oculus VR. 2017. *Oculus Best Practices*. Technical Report. Oculus VR, LCC.
- [17] Olivier Warusfel. 2003. LISTEN HRTF DATABASE. <http://recherche.ircam.fr/equipements/salles/listen/http://recherche.ircam.fr/equipements/salles/listen/index.html>
- [18] R. S. Woodworth. 1938. *Experimental Psychology*. Holt, New York. 520–523 pages.

Hacia una propuesta de evaluación heurística de experiencias de juego pervasivas*

Nuria Medina-Medina[†]
Departamento de Lenguajes y
Sistemas Informáticos
Universidad de Granada
Granada, España
nmedina@ugr.es

Jesús Gallardo
Departamento de Informática e
Ingeniería de Sistemas
Universidad de Zaragoza
Teruel, España
jesus.gallardo@unizar.es

Eva Cerezo
Departamento de Informática e
Ingeniería de Sistemas
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, España
ecerezo@unizar.es

Francisco Luis Gutiérrez
Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada
Granada, España
fgutierr@ugr.es

ABSTRACT

Los juegos pervasivos son un tipo de experiencias de juego que ya no se limitan al dominio virtual, sino que integran aspectos físicos y sociales del mundo real. Dichos juegos ofrecen al jugador una experiencia enriquecida, expandiendo el espacio de juego de acuerdo al contexto en que se juega. Si bien comparten propiedades con otros tipos de videojuegos, los juegos pervasivos poseen unas características específicas que hacen necesario definir una forma diferente de evaluar su calidad. Este trabajo pretende sentar las bases para la evaluación heurística de juegos pervasivos abordando las tres dimensiones de la pervasividad (espacial, temporal y social) y los aspectos específicos a analizar en cada una de ellas.

CCS CONCEPTS

- HCI design and evaluation methods, Heuristic evaluations
- Personal computers and PC applications, Computer games

KEYWORDS

Juegos pervasivos, evaluación, heurísticas.

1 Introducción

Hace ya mucho tiempo que los juegos aparecieron en la vida de las personas. Inicialmente, los juegos solían implicar la manipulación de elementos físicos. Más adelante, los videojuegos supusieron una gran revolución en este campo, y atrajeron a un gran número de jugadores nuevos. Pero el propio concepto de videojuego ha ido evolucionando a lo largo de los años,

adaptándose a los avances tecnológicos de cada momento. En ocasiones, dichos avances han provocado cambios radicales en el concepto de juego, y la aparición de tipos nuevos de videojuegos. Este es el caso de los juegos pervasivos. La definición más popular de juegos pervasivos [1] expone que un juego pervasivo es aquel que rompe los límites tradicionales de los juegos, definidos aquellos en términos de dimensiones espaciales, temporales y sociales. Este tipo de juegos suelen incluir el uso de tecnologías más o menos novedosas, como la geolocalización o la realidad aumentada.

Ante la aparición de este nuevo tipo de juegos, surge la necesidad de definir una manera adecuada de evaluarlos. Esta evaluación debe validar tanto propiedades que están presentes de una manera semejante en cualquier tipo de juego, como la motivación o la emoción; otras que también son propiedades habituales en videojuegos pero que aquí toman un significado distinto, como la inmersión; y otras que son nuevas en este tipo de juegos, como la ausencia de límites. Teniendo todo esto en cuenta, en este trabajo hemos pretendido sentar las bases para la futura propuesta de un marco de evaluación heurística de juegos pervasivos. De esta forma, hemos identificado a qué niveles habría que abordar una evaluación de este tipo, qué propiedades deberían considerarse y cómo habría que plantear dicha evaluación. Basado en ello, en una iteración posterior se podrá generar un conjunto completo de heurísticas que permita la evaluación de los juegos pervasivos teniendo en cuenta todos los aspectos que se han identificado como relevantes para este fin.

El resto del artículo se estructura como sigue: la sección 2 profundiza en el concepto de juego pervasivo y en cómo abordar su evaluación. La sección 3 presenta un estado del arte sobre heurísticas para evaluación de juegos. La sección 4 analiza las dimensiones de evaluación que debe integrar una heurística para juegos pervasivos. Finalmente, la sección 5 expone las conclusiones y la continuación natural de esta propuesta.

* Hacia una propuesta de evaluación heurística de experiencias de juego pervasivas

[†]Nuria Medina-Medina, nmedina@ugr.es, corresponding author

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



2 Juegos pervasivos y su evaluación

Como demuestran estudios recientes [2], el crecimiento del campo de los juegos pervasivos viene siendo fuerte en los últimos años. En [3] se puede encontrar una revisión con una serie de propuestas de experiencias de juego pervasivas aplicadas a sectores como salud, educación, turismo, entretenimiento y otros. Una posible definición de los juegos pervasivos desde el punto de vista de la experiencia de usuario es la siguiente: “Un juego pervasivo ofrece al jugador una experiencia de juego enriquecida mediante una evolución de las dinámicas del juego, expandiendo el espacio de juego de acuerdo al contexto en que se juega. De esta forma, se rompen los límites del juego, haciendo que la realidad sea parte del mismo, y los elementos presentes en esa realidad pueden influir en el juego” [4]. En ese mismo trabajo se han identificado algunos de los conceptos que suelen estar presentes en este tipo de juegos, como son: el uso de dispositivos móviles, el contexto pervasivo, la interacción social, el tiempo, el espacio, la multirrealidad y el uso de la *crossmedia*. Todos estos componentes se integran mediante la denominada narrativa pervasiva.

Como ya se ha mencionado, normalmente son tres las dimensiones que pueden sobrepasarse cuando se desarrolla un juego pervasivo: la temporal, la espacial y la social. La pervasividad temporal normalmente se consigue cuando el juego no se restringe a sesiones concretas en el tiempo. La pervasividad espacial implica que el juego no tiene que ser jugado en un lugar concreto, provocando una mezcla entre el mundo real y el virtual. Y la pervasividad social tiene lugar cuando personas que no son los jugadores pueden tener una influencia directa en el desarrollo del juego. Una cuarta pervasividad que se podría considerar es la de las dinámicas, que ocurriría cuando las reglas del juego no son fijas, sino que pueden cambiar durante el transcurso de la experiencia de juego por alguna causa. Todas estas dimensiones de pervasividad pueden estar presentes en el juego pervasivo en cierta medida, siendo necesario saber cómo se ha llegado a considerar cada tipo de pervasividad para caracterizar el juego.

3 Evaluación heurística de videojuegos

La evaluación heurística es un mecanismo útil para la evaluación de la usabilidad del software, y se utiliza con mucha frecuencia en procesos de desarrollo centrado en el usuario. Como productos software que son los videojuegos, ellos también han sido evaluados utilizando este tipo de enfoques. Así, a continuación mencionaremos algunos ejemplos de conjuntos de heurísticas, que se han propuesto para la evaluación de videojuegos.

Un primer ejemplo a destacar es el conjunto de heurísticas de la jugabilidad PLAY [5], que vienen de un trabajo anterior denominado HEP [6]. Estas heurísticas son el resultado de un trabajo llevado a cabo por los autores junto con desarrolladores de videojuegos de diferentes compañías. El conjunto PLAY de heurísticas está pensado para tres géneros concretos de videojuegos, como son los juegos de estrategia en tiempo real,

los juegos de acción y aventura y los juegos de disparos en primera persona. Concretando, el conjunto propuesto de heurísticas agrupa estas en tres categorías: (i) juego, (ii) conexión emocional/entretenimiento/humor/ inmersión y (iii) usabilidad y mecánicas de juego. Estas categorías tienen cada una entre cuatro y nueve heurísticas, haciendo un total de 19. Algunas de estas heurísticas realmente tienen diferentes enunciados a ser evaluados, generando hasta 48 elementos de evaluación.

Otra propuesta interesante en este sentido es la desarrollada por Pinelle et al. [7], quienes elaboraron una lista de diez heurísticas para ayudar a identificar problemas de usabilidad en videojuegos. Las heurísticas pueden aplicarse en prototipos tempranos o en otros ya funcionales. Estas heurísticas fueron elaboradas a partir de revisiones de videojuegos de seis géneros: juegos de rol, de deportes o carreras, de disparos en primera persona, de acción, de estrategia y de aventura. A partir de esas revisiones, los autores elaboraron una lista de problemas comunes, y esa lista dio lugar a las heurísticas, que abarcan temas como dar respuestas consistentes a los usuarios, la personalización, la facilidad en los controles, la ayuda o instrucciones, etc.

Como tercer ejemplo de trabajo basado en heurísticas para la evaluación de videojuegos vamos a mencionar el conjunto de heurísticas para la evaluación de la jugabilidad en experiencias de juego de González-Sánchez y Gutiérrez-Vela [8]. Este trabajo pone el foco sobre el concepto de jugabilidad como medida específica de usabilidad en juegos, definiendo seis facetas de la jugabilidad: intrínseca, mecánica, interactiva, artística, personal y social/interpersonal. Cada faceta ofrece la posibilidad de analizar aspectos específicos sobre la calidad del sistema de juego. Otro concepto que introduce este modelo es el de propiedades y atributos de la jugabilidad. Cada propiedad indica qué características se utilizan como indicadores de la calidad de una experiencia de juego. En concreto, las propiedades son: aprendizaje, efectividad, inmersión, motivación, emoción y socialización. Estas propiedades se miden usando un conjunto de atributos que se evalúa de forma diferente para cada faceta de la jugabilidad. Para ello, cada heurística definida aporta un valor a una o varias propiedades de una faceta concreta. La versión completa del modelo incluye entre 15 y 33 heurísticas para cada faceta, haciendo un total de 144 heurísticas.

4 Heurísticas para medir la pervasividad de un juego: dimensiones a considerar

El análisis de la propiedad pervasiva de una experiencia de juego debe ser realizado desde varias perspectivas, ya que la pervasividad implica que el juego se extiende y ocupa diferentes espacios y tiempos. Por lo tanto, habrá que determinar inicialmente dichas perspectivas, lo que nos proporcionará las dimensiones en las que la evaluación heurística debe moverse. Cada una de estas dimensiones servirá para definir el fenómeno de la pervasividad y cuantificar su magnitud en el juego.

De acuerdo al estado del arte, hemos considerado tres dimensiones de especial trascendencia a la hora de caracterizar un juego pervasivo: la dimensión espacial, la dimensión social y

la dimensión temporal. La heurística de evaluación de la pervasividad debe analizar el juego considerando atributos bajo estos tres enfoques. La dimensión espacial se refiere a los lugares, virtuales o reales, destinados al desarrollo de las acciones del juego. La dimensión social se refiere a las personas que forman parte del juego, de forma explícita o implícita. La dimensión temporal se refiere a la propiedad física que permite ordenar los sucesos que tienen lugar en el juego y especificar de forma más o menos flexible la duración de los mismos.

En las siguientes subsecciones se definen estas tres dimensiones propuestas, las cuales deben ser atendidas a la hora de analizar la pervasividad de un juego, y se establece qué aspectos deberían ser observados en cada una de ellas, así como su repercusión en la inmersión y flexibilidad de la experiencia de juego. Estos aspectos definen los atributos que tendrán que ser posteriormente analizados en la heurística de evaluación, mediante un conjunto de preguntas que cubran sin ambigüedad tales cuestiones. Por lo tanto, esta propuesta sienta las bases para definir una heurística de evaluación para cuantificar/cualificar la pervasividad de un juego, permitiendo flexibilidad para establecer diferentes conjuntos de preguntas que permitan conseguir dicho objetivo, siempre y cuando integren de forma correcta todos los atributos identificados en cada dimensión.

4.1 Dimensión espacial

La dimensión espacial hace referencia al medio en el que se desarrolla el juego y puede tratarse de un medio físico, un medio virtual o la combinación de ambos. Los juegos pervasivos incluyen retos dentro del mundo del juego (entorno artificial inspirado en la realidad o fantástico) que, como en cualquier videojuego, pueden requerir usar objetos representados dentro de dicho mundo; pero también pueden integrar retos que involucran espacios y objetos existentes en el contexto físico del jugador. Esta dimensión tratará por tanto de definir la porción del universo real y/o artificial donde transcurren las actividades del videojuego, normalmente estructurado como la unión de variados espacios y escenarios. Dado el carácter pervasivo del juego, los escenarios donde éste acontece deben tener mayor amplitud y multimodalidad que en un juego no pervasivo para crear la sensación de que el juego se propaga a lo largo de distintos canales y persiste a través de ellos.

En la dimensión espacial será necesario observar si existe un espacio de juego bien definido o por el contrario éste es difuso, ya que un juego será más pervasivo en la medida que sea más difícil establecer los límites del espacio del juego. Otro aspecto a considerar será si el juego incluye retos donde se deba hacer uso de objetos existentes en el contexto físico del jugador o que impliquen recorrer un escenario del mundo físico del mismo. Este tipo de retos confirman el carácter pervasivo del juego, el cual se está expandiendo más allá del mundo virtual del juego para alcanzar el mundo real del jugador. En este caso, el juego debe incluir mecanismos para identificar los objetos y escenarios disponibles en el contexto físico del jugador y ser capaz de monitorizar la utilización de estos elementos del mundo real para satisfacer los retos del juego. En ocasiones también podría ocurrir que dentro del mundo virtual del juego se representasen

objetos y lugares presentes en el mundo real del jugador. Esta capacidad pervasiva, al igual que las anteriores, favorece la sensación de inmersión del jugador. La inmersión implica que el jugador se siente parte del juego y que, de alguna manera, el juego envuelve al jugador y lo transporta mentalmente a una aventura donde nada más existe. Implicar el contexto real del jugador significa que esta envoltura traspasa la dimensión espacial del juego y existe en el mundo físico del jugador. Junto a la inmersión, otra característica derivada de la pervasividad es la mayor flexibilidad que ofrece el juego, ya que los contenidos se despliegan en distintos espacios y sin límites perfectamente definidos, lo que implica que algunos espacios del mundo real del jugador podrían ser convertidos en escenarios del juego no predefinidos.

4.2 Dimensión social

La dimensión social se ocupa del conjunto de personas involucradas en el juego. La interacción del jugador con otras personas durante el juego permitirá realizar acciones colectivas, establecer relaciones y provocar una influencia recíproca entre los participantes. En el caso de los juegos pervasivos, la dimensión social también se expande, integrando a personas que no tienen por qué ser jugadores pero que aun así desempeñan un papel (más o menos importante) dentro de la dinámica del juego. Por ejemplo, el juego podría proponer retos que requieren de la unión de un grupo de personas para resolverse, plantear interacciones espontáneas, etc. y habrá participantes jugadores y no jugadores (estos últimos no tienen por qué tener siquiera conciencia acerca de la existencia del juego). La dimensión social se encargará de caracterizar las relaciones interpersonales necesarias para progresar en el juego.

A la hora de analizar la dimensión social de un videojuego pervasivo habrá que considerar si el juego predefine o no todos los jugadores, ya que la ausencia de límites propia de la pervasividad podría manifestarse en esta dimensión al definir un conjunto de jugadores abierto. De este modo, el juego podría admitir la inclusión de nuevos jugadores, no previstos, una vez que el juego está en marcha. Además, el juego podría fomentar la interacción del jugador con personas de su entorno que no son jugadores pero que formarían parte de la interacción social del jugador durante la experiencia de juego. Otra forma de romper los límites de la dimensión social y promover la elasticidad propia de la pervasividad es que durante el juego se permitan y soporten las interacciones espontáneas del jugador con otros jugadores o personas de su contexto virtual o real. Estos tipos de interacciones más abiertas permitirán enriquecer el desempeño de los retos grupales, ya sean competitivos o colaborativos. Para realizar estos retos colectivos, el juego debe implementar un conjunto de mecanismos que permitan registrar las interacciones, facilitar medios de comunicación síncronos y asíncronos, detectar las interacciones espontáneas, etc. Además, también se podrían incluir dentro del mundo del juego, jugadores virtuales que representen personas del contexto social del jugador (de forma análoga a como se puede hacer con los objetos y lugares físicos en la dimensión espacial). Esta actuación

también permitiría incrementar la inmersión del jugador dentro del juego, a la vez que se personaliza su experiencia pervasiva.

4.3 Dimensión temporal

Finalmente, la dimensión temporal se organiza en torno a la magnitud de tiempo que permite representar la sucesión de estados por los que transcurre la experiencia de juego. En un juego pervasivo el concepto de tiempo se difumina porque con frecuencia no se podrán establecer los tiempos de juego con precisión. El juego sigue activo aunque no se esté jugando porque se ha dilatado el límite temporal del juego debido a su carácter pervasivo. De este modo, la duración de los retos del juego se difumina y los contextos temporales se amplían durante la experiencia de juego. La dimensión temporal por tanto tendrá que hacer uso de un concepto más flexible de tiempo a la hora de caracterizar la pervasividad del juego.

Cuando caracterizamos un juego pervasivo, a menudo, no es posible o no es natural hablar de sesiones de juego. Esto ocurre porque el juego persiste entre estos periodos continuados de juego y en realidad nunca deja de estar activo. Esto puede ocurrir porque el juego plantea retos que no tienen límite de tiempo o porque, aunque el jugador no esté jugando, el juego sigue progresando y registrando determinada información acerca del estado del jugador o su actividad, como puede ser los objetos que utiliza, los desplazamientos que realiza, las personas con las que interactúa, etc. De alguna forma, la dimensión temporal permanece activa aunque las otras dos dimensiones no lo estén de forma explícita. Para que esto suceda, lógicamente, los mundos del juego no pueden ser efímeros, sino que por el contrario deben persistir a lo largo del tiempo. Además, el juego debe proporcionar mecanismos de comunicación asíncrona entre los jugadores, para que la dimensión social pueda estar activa aunque el jugador no esté jugando en ese momento. Esta capacidad del juego de ser jugado en cualquier momento, incluso cuando no se está jugando, redundará positivamente en la flexibilidad derivada de la pervasividad. Además de extender los límites temporales más allá de las sesiones de juego, el juego pervasivo podría difuminar estos límites al introducir incertidumbre en cuanto al momento en el que el juego debe ser jugado. Esto ocurriría, por ejemplo, si el juego puede requerir que el jugador realice determinadas acciones o satisfaga ciertos retos aunque no se encuentre jugando, sin estar establecidos horarios fijos para ello. Es por ello que esta dimensión está también relacionada con otras dimensiones colaterales como pueden ser la privacidad y la seguridad, que deberían ser analizadas en relación a esta.

A modo de resumen, en la Figura 1 se muestran las dimensiones analizadas y las propiedades a analizar en cada una de ellas.

4 Conclusiones y trabajo futuro

Los juegos pervasivos suponen una forma de diferente de videojuegos en los que el contexto se integra en el propio juego, ampliando los límites sociales, espaciales y temporales de los

videojuegos tradicionales. En el artículo se han analizado las tres dimensiones de la pervasividad y las propiedades a tener en cuenta en cada una de ellas. Se trata de un primer paso para la definición de un marco de evaluación heurística de juegos pervasivos. El siguiente paso, en el que se está trabajando, es la generación de conjunto completo de heurísticas que permita la evaluación de juegos pervasivos teniendo en cuenta los aspectos que se han identificado como relevantes para este fin.



Figura 1: Dimensiones para caracterizar la pervasividad de un videojuego.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI), la Agencia Española de Investigación (AEI) y la UE (FEDER) a través del contrato RTI2018-096986-B-C31, por el Gobierno de Aragón (Grupo T60_20R) y por la Fundación Ibercaja y la Universidad de Zaragoza (proyecto JIUZ-2020-TEC-04).

REFERENCIAS

- [1] M. Montola, 2005, Exploring the edge of the magic circle: Defining pervasive games, in *Proceedings of DAC, 2005*, vol. 1966, pp. 16–19.
- [2] V. Kasapakis and D. Gavalas, 2014, Blending History and Fiction in a Pervasive Game Prototype, in *13th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, pp. 116–122.
- [3] J. Arango-López, C. A. Collazos, F. L. Gutiérrez Vela, and L. F. Castillo, 2017, A Systematic Review of Geolocated Pervasive Games: A Perspective from Game Development Methodologies, Software Metrics and Linked Open Data, in *Design, User Experience, and Usability: Theory, Methodology, and Management*, pp. 335–346.
- [4] J. Arango-López, J. Gallardo, F. L. Gutiérrez, E. Cerezo, E. Amengual, and R. Valera, 2017, Pervasive games: Giving a Meaning Based on the Player Experience, in *Interacción 2017*.
- [5] H. Desurvire, C. Wiberg, 2009, Game usability heuristics (PLAY) for evaluating and designing better games: the next iteration, in: A. Ozok, P. Zaphiris (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Online Communities and Social Computing: Held as Part of HCI International 2009 (OCSC'09)*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 557–566.
- [6] Desurvire, H., Jegers, K., Wiberg, C., 2007, Evaluating Fun and Entertainment: Developing A Conceptual Framework Design of Evaluation Methods. In: *Facing Emotions: Responsible experiential design INTERACT 2007 conference*, Rio, Brasil.
- [7] D. Pinelle, N. Wong, T. Stach, 2008, Heuristic evaluation for games: usability principles for video game design, in: *Proceeding of the 26th annual SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'08)*, ACM, New York, NY, USA, pp. 1453–1462.

- [8] González-Sánchez, J. L., & Gutiérrez-Vela, F. L. 2014. Assessing the player interaction experiences based on playability. *Entertainment Computing*, 5(4), 259-267.

Imagen imperfecta:

Una propuesta artística para visión periférica

Blanca Montalvo

Javier Artero

Alberto Cajigal

Arte y arquitectura

Facultad de Bellas Artes

Málaga

blanca.montalvo@uma.es

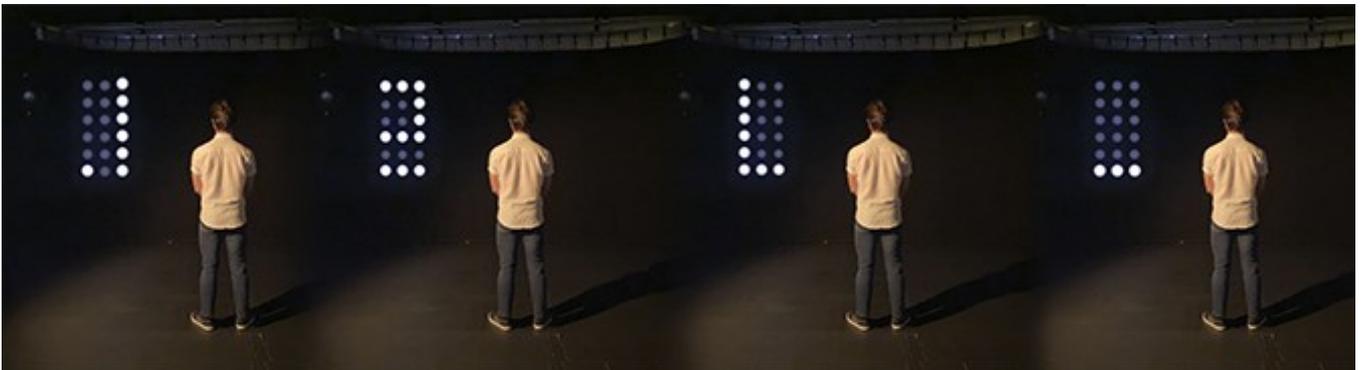


Figure 1: *Imagen Imperfecta 0.1.*
Prueba en el eje X proyectando tres
filas de Led. Texto en positivo.

RESUMEN

Presentamos en esta ocasión un proyecto aún en curso y del que estamos realizando las primeras pruebas y prototipos. La obra, titulada como la ponencia, *Imagen imperfecta*, es una pieza de luz, entre la escultura y la instalación, con la que exploramos los límites de la percepción visual, en concreto, la respuesta humana a la visión periférica y la postimagen. La ilusión del movimiento es la base de la mayoría de las tecnologías de creación de imagen. Pero aquí también atendemos a la reacción motriz y conceptual del espectador ante una imagen que se escapa a la mirada. Provocamos el movimiento del espectador y atraemos su atención a través de una pieza esquiva, que se oculta cuando la miramos de frente, y cuyas luces sólo dejan leer el texto en movimiento simulado cuando dejamos de enfocar la mirada.

En definitiva, si bien nuestro sujeto de estudio se encuentra en movimiento y no reclamamos toda su atención, a través de esta investigación se ofrece una aproximación a los límites de la percepción en relación al espacio y el tiempo.

ABSTRACT

On this occasion we present a project in progress. We are carrying out the first tests and prototypes of our proposal. The work is titled as the presentation, *Imagen Imperfecta* (Imperfect image),

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



and it is a piece of light between sculpture and installation. Through this piece we explore the limits of visual perception, specifically, the human response to peripheral vision and afterimage. The illusion of movement is the foundation of most imaging technologies. But here we also attend to the motor and conceptual reaction of the viewer to an image that escapes the eye. We provoke the movement of the viewer and attract their attention through an elusive piece, which is hidden when we look at it from the front, and whose lights only allow us to read the text in simulated movement when we stop focusing our gaze.

Finally, although our subject of study is in motion and we do not demand his full attention, this research offers an approximation to the limits of perception in relation to space and time.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing • Visualization systems and tools • Visualization theory, concepts and paradigms • Visualization application domains • Visual analytics

KEYWORDS

Arte interactivo, percepción, visión periférica, imagen, invisible. Interactive art, perception, peripheral vision, image, invisible.



Figure 2: A. Muntadas, *On translation: Atención*, 1999-presente

1 Interacción vs participación

Citamos arriba el *work in progress* de Muntadas, *Atención*, en el que nos recuerda que la percepción es siempre interactiva. Los artefactos de Muntadas toman una distancia crítica de la estética convencional, chocan con la idea de contemplación estática y requieren una percepción dinámica y crítica. Ese reclamo a la participación desde las artes, es algo más que una petición de acción-reacción, es un anhelo de comunidad que parece chocar con algunos de los inmediatos mundos inmersivos actuales. Trataremos de desarrollar un poco más esta idea de interacción.

Ya a finales de los años ochenta Brenda Laurel proponía una interactividad humano-máquina basada en el entendimiento profundo del espacio del teatro, y propuso una vuelta a las representaciones multisensoriales, frente al bucle infinito en el que entraba la anterior concepción de modelos mentales donde el usuario debía tener una idea de lo que esperaba de él el ordenador, y viceversa. Su propuesta de entender la interface no como un muro que separa, sino como el elemento que facilita y promueve la coincidencia de ambos agentes, sólo se hace posible cuando asumimos las características de nuestra percepción, para que puedan ser utilizadas por las interfaces actuales. (Laurel, 1991, 12-14)



Figure 3: Brenda Laurel, modelo simple de interfaz, hacia 1989

Si bien los estudios han avanzado en el análisis de la visión en el plano óptico, aún estamos lejos de entenderlos en el plano neuronal. Citamos aquí el trabajo sobre la visión de Aumont, en el que analiza las tres operaciones ópticas, química y nerviosa del sistema óptico, aunque no se sabe aún cómo se pasa de la etapa química a la etapa nerviosa. En cualquier caso, lo que ahora nos interesa destacar es que la imagen no se produce en el momento

óptico, *stricto sensu*, sino después. La visión no sólo es elaboración de luz (contraste, luminiscencia, saturación de color, etc.), sino también es una operación en el espacio que requiere tiempo, pues los procesos que intervienen son múltiples. Además, hay que sumar los movimientos oculares: sacádicos, que son muy rápidos y recorren el campo de la observación en todas direcciones; los voluntarios de seguimiento, muy lentos, que son de compensación, con objeto de fijar el cuerpo pese al movimiento de la cabeza; los de deriva, etc. La mayoría son reflejos y entrañan una pérdida de sensibilidad que el cerebro compensa añadiendo información, por lo que toda imagen es fragmentaria y todo objeto es el resultado de una composición de fragmentos, que se compara con la información atesorada en la memoria. De manera que la imagen nunca es presente, y el conocimiento es a fin de cuentas un reconocimiento.

Son múltiples los ejemplos a lo largo de la historia del arte que tratan de aprovechar las condiciones de percepción óptica, desde la perspectiva renacentista en cuadros y arquitecturas, la exploración de los juegos de luz y color basados en la persistencia retiniana que estudiaron Joseph Albers y la Teoría de la Gestalt, a los trabajos que exploraron los tiempos de visión favorecidos por la evolución de las tecnologías de la imagen. Queremos destacar, desde el pionero *Present Continuous Past(s)* (1974) de Dan Graham, en el que la imagen que ve la cámara que enfoca todo lo que hay en la habitación, aparece ocho segundos más tarde en el monitor de vídeo exterior, a través de un retardo de cinta colocado entre la cámara que está grabando, y un segundo magneto, que reproduce la grabación. Esta obra destaca el dispositivo de la representación al integrar a los espectadores que se convierten en personajes del espectáculo al que asisten al mismo tiempo que otros pueden observarlos. En otras ocasiones es la visualización del dispositivo lo que vuelve invisible la imagen, como en *Enchufeprojectado*, de Luis Bisbe (2001), donde vemos un proyector de diapositivas que ilumina un enchufe: la imagen encaja perfecta, por lo que parece que no haya imagen en el proyector, sino luz.

2. Visión periférica

La visión periférica es la habilidad de localizar, reconocer y responder a la información en las distintas áreas del campo visual alrededor del objeto sobre el cual se fija la atención. Su función más característica es la detención del movimiento. Desde hace varias décadas se considera crucial en los entrenamientos deportivos, el procesamiento de imagen en directo y los gráficos 3D.

La visión central proporciona la máxima agudeza visual y un sentido cromático exacto. Esto disminuye rápidamente hacia la periferia, sobre todo cerca de la nariz. Hacia los 30° de excentricidad la agudeza visual se sitúa entre 0,1 -0,2 y es de aproximadamente 0,05 a los 60°. Sin embargo, la retina periférica es muy sensible a los desplazamientos, ya que su característica esencial es la detección del movimiento (Bannet y Rabbets, 2007). El campo de visión binocular llega hasta 200° en el plano horizontal y 160° en el vertical. Sin embargo, disminuye

rápidamente de forma proporcional al aumento de la velocidad del individuo. En relación con el color, es máxima para objetos blancos, pero disminuye de forma progresiva si se utilizan colores azules, rojos o verdes (Quevedo & Joan Solé. 2007).



Figure 4: Muñeco de Entrenamiento Visual Sicropat. Sicropat. Fuente: Quevedo & Solé (2010)

De hecho, la mayor parte de disciplinas deportivas consideran imprescindible la necesidad de una buena visión periférica, y aún más importante el tener una óptima simultaneidad centro-periferia.

3. Imagen imperfecta 1.0

En la conocida proposición 5.6 de su obra *Tractatus Logico-Philosophicus* Ludwig Wittgenstein afirmó que “los límites de mi lenguaje significan los límites de mi mundo”. El título del proyecto, *imagen imperfecta*, hace referencia a los tiempos imperfectos que, en gramática, establecen una oposición perceptiva frente a los tiempos perfectos o pluscuamperfectos cuyas acciones se consideran ya acabadas desde la consideración del emisor, que, sin embargo, deberá de usar por norma, los tiempos imperfectos si para la o el hablante la acción verbal no está finalizada.

La imagen que muestra el panel de LED requiere de tiempo y de falta de atención para ser percibida. La franja encendida exhibe sólo un fragmento de letra, cuando enfocamos la pieza sólo percibimos una sucesión de luces que se apagan y encienden sin encontrarle ningún sentido. Cuando dejamos de prestar atención durante unos segundos, un tiempo (*la durée*), y con la pieza en el espacio de la visión periférica del espectador, entre los 30° y 180°, entonces seremos capaces de detectar la alternancia de luz como un flujo de texto. El gesto normal sería la cabeza y prestarle atención pero, de nuevo, se ocultará a la mirada frontal. *Imagen imperfecta* es una obra para ver sin mirar.

Realizamos las pruebas con la ayuda de un proyector de vídeo que simula una estructura de led o bombillas en la que se desplaza la palabra “INVISIBLE” (Figure 9). Esta estructura se conforma de 4

columnas de 13 puntos que se proyectan sobre el plano con un diámetro aproximado de 20 cm.

Modificamos dirección, velocidad y color (azul, verde, rojo, blanco) en cada prueba, que se proyecta sobre dos superficies diferentes, una con fondo negro y otra verde croma, con mayor y menor contraste. Así mismo, hacemos pruebas con el texto en positivo (letras formadas por led encendidos) y en negativo (letras formadas por led apagados).



Figure 6: *Imagen Imperfecta 1.0*. Traslación eje X.

A partir de los resultados obtenidos podemos extraer una serie de conclusiones. La mejor respuesta se consigue con el texto en negativo, a una distancia de 4 metros y un ángulo de 30° entre el punto de vista frontal del sujeto y la proyección. Esta visión se optimiza cuanto mayor es el contraste, es decir, sobre fondo negro y con luces blancas (Figure 1), mientras el texto se desplaza de izquierda a derecha a una velocidad aproximada de 1 segundo por letra.

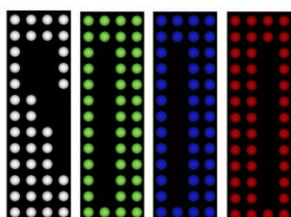


Figure 7: *Imagen Imperfecta 1.0.* Comparativa entre las distintas pruebas de color y el texto en negativo.

Como indica Enrique Lynch, la cuestión que está planteada desde el Paleolítico es que toda tentativa de representar se inscribe en el marco de una dialéctica elemental entre lo que se ve y lo que no se ve. Más aún dicha dialéctica es, en el fondo, aquello sobre lo que pivota el programa básico de la representación artística, sea cual sea su registro y su intención. (Lynch, 2020, 23).

Como productores de imágenes adquirimos una responsabilidad con respecto a lo que producimos y difundimos, pero irremediamente estamos en un contexto de sobreexposición del que formamos parte, en un ritmo de creación y consumo que nos dificulta el pensamiento. *Imagen imperfecta* explora los límites de la percepción, en una apuesta por una reflexión más allá de lo que se muestra. Ocultamos y/o dificultamos la imagen, para despertar el interés en el espectador y promover su actitud militante frente al contenido del mensaje, o cuando menos, su interés ante lo que está viendo.

ACKNOWLEDGMENTS

ARCHID | Cuerpos Conectados. 2017-2021. Arte y cartografías identitarias en la sociedad transmedia. PROYECTO I+D MICINN: HAR 2017-84915-R <https://www.ub.edu/archID/investigadoras/>

REFERENCES

- [1] Enrique Lynch. 2020. *Ensayo sobre lo que no se ve*. Adaba, Madrid.
- [2] Brenda Laurel. 1991. *Computer as Theatre*. Addison-Wesley Publishing. Nueva York.
- [3] Jacques Aumont. 1992. *La imagen*. Paidós, Barcelona
- [4] Ronald Rabbets & Arthur G. Bennett. 2007. *Clinical Visual Optics* [1992]. Butterworth-Heinemann. Oxford.
- [5] Lluïsa Quevedo & Joan Solé. 2010. Entrenamiento Visual en el deporte. En Vicente Rodríguez, Irene Gallego y Diego Zarco (Comps.), *Visión y Deporte* (pp. 93-102). Barcelona: Editorial Glosa.
- [6] Luis Bisbe. 2001. *Enchufeprojectado*. Disponible en <http://luisbisbe.com/works/enchufe/index.html>

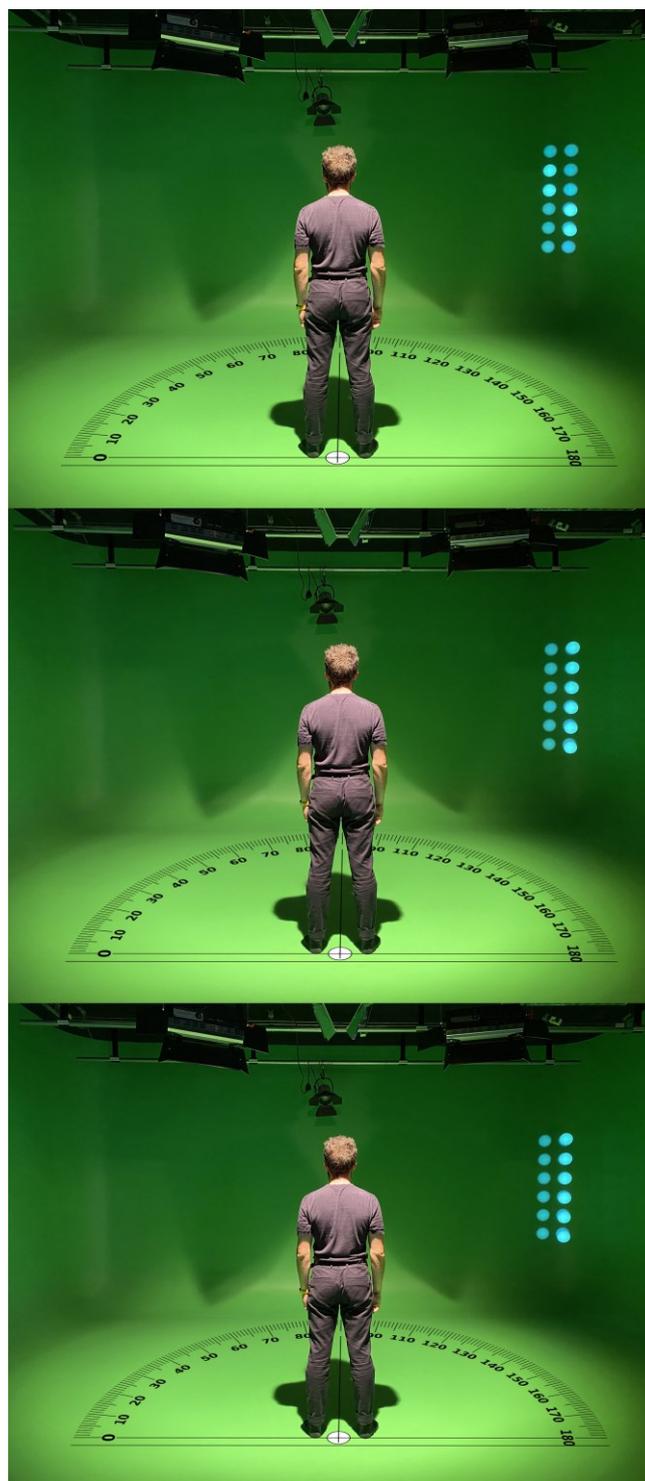


Figure 8: *Imagen Imperfecta 1.0.* Prueba con proyección. 2 filas de LED a 45°. El texto se deslizaba de izquierda a derecha.

PicToMe: una actividad multijugador para pacientes pediátricos

Jorge Montaner-Marco
Departamento de Sistemas
Informáticos y Computación
Universitat Politècnica de
València
València, Comunitat Valenciana,
España
jormonm5@dsic.upv.es

Alicia Carrión-Plaza
Centre for Culture, Media and
Society, College of Social Sciences
and Arts
Sheffield Hallam University,
Sheffield, UK
a.carrión-plaza@shu.ac.uk

Javier Jaen
Instituto Universitario Mixto de
Tecnología Informática,
Universitat Politècnica de València
València, Comunitat Valenciana,
España
fjaen@upv.es

ABSTRACT

En este trabajo se pretende abordar el problema de escasa socialización que se deriva del ingreso hospitalario del paciente pediátrico, a través de una estrategia de ludoterapia colaborativa. Esta estrategia consiste en el uso de una aplicación para dispositivos móviles mediante la cual dos participantes interactúan de forma remota.

Los resultados demuestran que existe un claro deseo por parte de los participantes de relacionarse con otros pacientes durante su estancia hospitalaria. Sin embargo, con la propuesta de juego presentada no se consigue fomentar la expresión de información sobre el propio usuario durante las sesiones de juego, si bien sí se consigue un impacto psicosocial positivo en los participantes.

CCS CONCEPTS

- **Human-centered computing ~ Collaborative and social computing ~ Empirical studies in collaborative and social computing**
- **Human-centered computing ~ Collaborative and social computing ~ Collaborative and social computing design and evaluation methods**
- Human-centered computing ~ Collaborative and social computing ~ Collaborative and social computing systems and tools

KEYWORDS

Android, hospitalización pediátrica, interacción social, dibujado, pictictionary.

1 Introducción

En el año 2018, hubo en España un total de 358.699 ingresos pediátricos [1]. De estos, 6424 tuvieron una duración de más de un mes [10]. Estas cifras muestran la existencia de un sector poblacional que debe hacer frente no solo a las dificultades clínicas que padecen, sino también a las consecuencias emocionales derivadas del ingreso, como la alteración de su ritmo de vida

habitual, la desconexión con su entorno social, o las incertidumbres y miedos derivados de la enfermedad sufrida y el tratamiento [9]. Cabe tener en cuenta también que algunos de estos pacientes deben recibir tratamiento frecuentemente, alternando los periodos de ingreso y alta, lo cual supone una mayor exposición a esas situaciones que les ocasionan problemas psicológicos.

Además, una parte de los ingresos requiere de medidas muy severas de aislamiento [15], que acentúan las dificultades para relacionarse con otros niños para estos pacientes. No poder salir de las zonas delimitadas hace que tampoco pueden participar en las actividades del aula hospitalaria u otras de carácter lúdico.

Por otra parte, el juego se recomienda como una parte esencial de los cuidados del paciente pediátrico [12], ya que puede mejorar su estado psicológico durante la hospitalización y favorecer su recuperación.

Por estas razones, este trabajo presenta una propuesta de juego de dibujado multijugador similar al popular Pictionary en la cual dos pacientes pediátricos interactúan a distancia y se comunican con su voz a la vez que juegan, con el objetivo de fomentar la socialización de los pacientes pediátricos con otros niños en su misma situación a través de la tecnología. Se mostrarán también los resultados obtenidos de la evaluación experimental realizada, así como se explicarán las dificultades encontradas y las amenazas a la validez. Por último, se propondrán líneas de trabajo futuras para seguir explorando las posibilidades de este campo de estudio.

2 Trabajos relacionados

El uso de juegos y tecnologías como herramienta para fomentar la colaboración y el aprendizaje para niños se ha estudiado con profundidad en el ámbito educativo. Por ejemplo, los trabajos de Li et al. [14] o García-Sanjuan et al. [8], exploran herramientas y estrategias de gamificación en entornos educativos con el fin de mejorar los niveles de colaboración de los participantes.

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



No obstante, la aplicación de tecnologías de juego orientadas a la colaboración y a la socialización en el ámbito hospitalario pediátrico no ha sido explorada con tanta profundidad. Si se ha explorado con asiduidad el uso de herramientas de juego como vía de distracción para los pacientes en el momento de recibir tratamiento [6, 19] o como mecanismo de soporte y mejora de la rehabilitación [5, 17].

Sin embargo, en una revisión sistemática de la literatura [11] relativa al uso de herramientas tecnológicas de juego en el ámbito pediátrico, se encontró que menos de un 20% del total de los trabajos analizados (108) tenían alguna referencia al aspecto social.

Algunos de los ejemplos que sí estudiaron esa dimensión social fueron Battles y Wiener en 2002 [2], quienes mediante la aplicación STARBRIGHT World, vieron que los niños participantes tenían mejor predisposición a volver al hospital tras utilizar la herramienta; el entorno virtual Zora [3], orientado a pacientes recientemente trasplantados o en unidades de hemodiálisis, y que implementaba una ciudad virtual con comunicación en tiempo real; o la propuesta de Fuchslocher et al. [7], que implementó un juego multijugador online para ser utilizado por pacientes oncológicos. Además, algunos trabajos más recientes han estudiado el efecto positivo que los juegos pueden tener a la hora de iniciar contactos sociales en el hospital, como por ejemplo De la Hera et al. [13].

También con la finalidad de mejorar el estado psicosocial de los pacientes pediátricos se han implementado otras aplicaciones dentro del grupo de investigación que presenta este proyecto. La primera de ellas fue el proyecto HabitApp [4], donde los pacientes podían observar y controlar en tiempo real cámaras de animales en sus hábitats localizadas en el Bioparc de València, así como otros lugares y zoológicos del mundo. Además, podían hacer capturas de lo que estaban viendo y compartirlas con otros pacientes.

El segundo fue Tangibot [16], en el cual se decidió probar un sistema de juego presencial multijugador utilizando un robot que debían controlar los participantes mediante elementos físicos que llevaban acoplados una etiqueta RFID que permitía guiar el movimiento del robot. Cada participante tenía un elemento de control, con lo cual debían coordinarse para hacer avanzar, girar o retroceder al robot. En este último experimento se obtuvieron resultados positivos en cuanto al incremento del bienestar socioafectivo.

Sin embargo, un inconveniente de Tangibot es precisamente su presencialidad, que ofrece poca flexibilidad, como también muchas de las aplicaciones o sistemas descritos anteriormente, que, pese a no ser presenciales, son antiguos y requieren de dispositivos específicos. Esto implica una dificultad añadida a la hora de tenerlos disponibles en el hospital, ya que su traslado e instalación es costosa (por ejemplo, consolas no portátiles) o deben ser compartidos por múltiples usuarios en horarios

restringidos (por ejemplo, los ordenadores de la CiberAula). Por su parte, otros trabajos iban orientados específicamente a grupos concretos y no se utilizaban con pacientes con otras patologías.

La hipótesis de partida con PicToMe es que es posible mejorar la socialización del paciente pediátrico en aislamiento mediante el uso de tecnologías de juego colaborativo no presencial basadas en superficies interactivas. El objetivo es poner en contacto a pacientes pediátricos de diferentes áreas del hospital, ofreciéndoles la posibilidad de conocer otras perspectivas relacionadas con distintos tipos de hospitalización pediátrica.

3 Estudio experimental

En el estudio experimental se realizaron 16 sesiones de juego donde hubo 38 participaciones de niños y niñas ingresados en diferentes áreas y especialidades médicas del Hospital La Fe de València. De ellos, 21 eran chicos (55.3%) mientras que las 17 restantes eran chicas (44.74%). La edad media de los pacientes era de 13.03 años (1.241 de desviación típica). Cabe señalar que algunos de los participantes jugaron más de una vez.

Para realizar el estudio experimental, los participantes debían jugar en parejas previamente formadas por los investigadores según la disponibilidad de participantes en cada momento. Para cada sesión, había un investigador con cada paciente, que se encargaba de obtener datos observacionales relativos al estado e impacto psicosocial del juego en el paciente, así como de preparar los dispositivos utilizados por los participantes antes de cada sesión, estableciendo la comunicación a través de una llamada de Skype. Los observadores valoraban independientemente al paciente en tres momentos durante la sesión: antes de comenzar (con la finalidad de tener un punto de partida sobre el estado psicosocial del paciente), a mitad de la sesión y al finalizar la misma. Además, los pacientes debían responder a un cuestionario basado en una escala Likert (pero utilizando emoticonos [20, 21]) al finalizar la actividad, en el cual se preguntaba tanto sobre la experiencia con la misma como sobre la experiencia hospitalaria a nivel social. Esto es para contar no solo con los valores observacionales de los investigadores sino también con la propia percepción subjetiva del paciente.

La tarea de los participantes consistió en dibujar por turnos lo que la aplicación pedía. Esto eran normalmente elementos sencillos o que pudiesen fomentar la expresión espontánea de gustos o similitudes entre los pacientes (por ejemplo, se pedía que uno de ellos dibujase su comida favorita). El otro participante debía intentar adivinar qué era el dibujo de su compañero dentro del tiempo establecido (dos minutos). Para resolverlo, debía decir de viva voz lo que era el dibujo, y el dibujante, cuando su compañero acertase, debía marcar la respuesta como correcta. El acertante ganaba tantos puntos como segundos le hubiesen sobrado respecto al límite. Tras esto, se invertían los roles y se iniciaba una nueva ronda. No existía límite de rondas pero sí de tiempo. Así, se jugaban tantas rondas como fuese posible sin superar los ocho minutos y medio de partida. Al final, al participante que hubiese

ganado más puntos le aparecía un mensaje de felicitación; a su pareja, uno de consolación.

Para evaluar los aspectos psicosociales observados se utilizó una escala *ad-hoc* que utilizaron los observadores de la actividad donde se asignaba una puntuación de 0 a 3 al *afecto* (entendido como aquellas expresiones que denoten emociones, siendo 0 emociones negativas y 3 positivas, con 1 y 2 como valores intermedios), *quejas* (expresiones de dolor o malestar, con 0 siendo el mayor número de quejas y 3 la inexistencia de las mismas), *socialización* (expresiones que revelen información sobre ellos mismos o interés en algo relativo al otro participante, de menor a mayor), *nerviosismo* (muestra de preocupaciones o miedos. Se puntúa con 0 un número de expresiones igual o superior a 2, y con 3 que no se muestre ninguna expresión o gesto similar), la *interacción* (relativa a cómo se juega, si tienen que ser animados por otras personas en la sala (0), por el propio compañero de juego (1), si intenta dirigir él la actividad (2), o si la comunicación es de igual a igual entre los participantes (3)), el *interés* en la actividad (de menor a mayor) y la *satisfacción* en la actividad (siendo 0 la expresión de comentarios negativos, 1 la no realización de comentarios, 2 la realización de un comentario, y 3 la expresión de 2 o más comentarios o gestos). En otros estudios con población pediátrica, como Tangibot [16] o HabitApp [4], la escala presentó buena fiabilidad interjueces y se presentó rúbrica de corrección.

4 Resultados

Así pues, considerando los datos observacionales recogidos, así como las respuestas a los cuestionarios por parte de los participantes, decidimos realizar un análisis estadístico para observar el impacto que tenía la actividad en los diferentes aspectos de la escala mientras esta se realizaba y justo al acabar. El objetivo era detectar la existencia de diferencias significativas entre el momento previo al juego (T_{1_Pre}) y durante el mismo (T_{2_Mid}) o a su término (T_{3_End}). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

	T_{1_Pre}	T_{2_Mid}	T_{3_End}				
	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Afecto	1.16 (0.64)	1.76 (0.71)	1.74 (0.6)	2	20.02	.000	.35
Interés	1.55 (0.69)	1.92 (0.75)	1.87 (0.52)	2	7.45	.001	.17
Satisfacción	0.97 (0.28)	1.05 (0.32)	1.05 (0.32)	2	1.0	.373	.03
Nerviosismo	2.82 (0.61)	2.66 (0.78)	2.82 (0.56)	1.67	1.94	.159	.05
Quejas	2.68 (0.81)	2.84 (0.68)	2.79 (0.70)	2	1.49	.231	.04
Socialización	0.08 (0.27)	0.11 (0.31)	0.08 (0.36)	1.66	0.12	.848	.00
Interacción	0.74 (1.03)	1.95 (1.18)	2.26 (1.18)	2	22.08	.000	.37

Tabla 1: resultados estadísticos del estudio.

Como se puede apreciar en la Tabla 1, existen variaciones

estadísticamente significativas para los factores de *afecto*, *interés* e *interacción* observados, esto es, la actividad tiene un impacto positivo en estas variables entre el momento inicial y los otros dos instantes de evaluación. El resto de factores no muestran diferencias significativas entre los diferentes momentos, aunque sí se puede ver como la *satisfacción* observada es cercana a 1 en todos los momentos (lo que significa que no hacen comentarios acerca de la herramienta), que el *nerviosismo* y las *quejas* se mantienen en valores prácticamente constantes (y, considerando los valores asignados en la escala, quiere decir que no se expresan prácticamente quejas o preocupaciones en ningún momento de la sesión), y que la *socialización* está en valores cercanos a 0 en todo momento (es decir, los participantes no realizan comentarios dando información sobre ellos mismos de manera espontánea).

Por otra parte, a los pacientes participantes se les realizó un cuestionario tras finalizar la sesión de juego para conocer cómo habían percibido ellos la actividad, así como algunas cuestiones sobre privacidad. Concretamente, las preguntas y sus resultados fueron las siguientes:

Q1: ¿cómo lo estás pasando en el hospital?

Q2: ¿te has divertido con este juego?

Q3: ¿qué te parecen los otros niños del hospital?

Q4: ¿has podido saber cosas de la persona con la que estabas jugando?

Q5: ¿te ha resultado fácil comunicarte con la otra persona durante la partida?

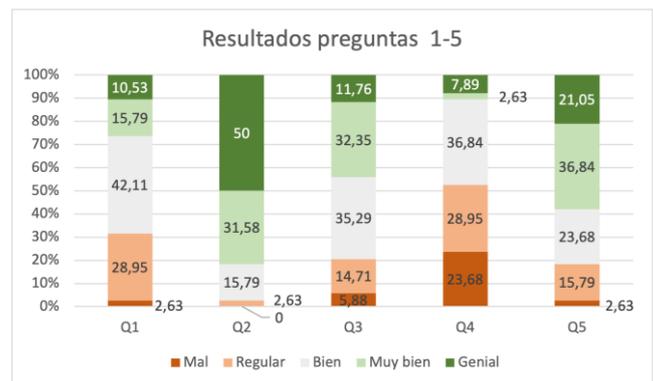


Gráfico 1: resultados del cuestionario (preguntas 1-5)

Cabe señalar que, para la Q4, las posibles respuestas eran “Ninguna” en lugar de “Mal”, “Pocas” en lugar de “Regular”, “Algunas” en lugar de “Bien”, “Bastantes” en lugar de “Muy bien” y “Muchas” en lugar de “Genial”.

Por otro lado, tenemos los resultados de las cuestiones 6 a 14, cuyas posibles respuestas eran “Sí”, “No” o “Indiferente”:

Q6: ¿te ha caído bien la persona con la que has jugado?

Q7: ¿te parecería bien que la otra persona pudiese ver tu edad mientras jugáis juntos?

Q8: ¿te parecería bien que se muestre a la otra persona por qué estás en el hospital?

Q9: ¿te parecería bien que la otra persona pudiese saber en qué

parte del hospital estás?

Q10: ¿te gustaría poder ir a ver al otro jugador a su habitación?

Q11: ¿te gustaría poder hablar con el otro jugador aunque no sea en persona?

Q12: ¿te interesa conocer a la gente de más o menos tu misma edad que está contigo en el hospital?

Q13: ¿te interesa conocer a gente de cualquier edad que está contigo en el hospital?

Q14: ¿crees que hablando y jugando con otras personas estarás más contento/a en el hospital?

Como se puede ver en el Gráfico 1, la percepción de la estancia hospitalaria es “buena”, si bien destaca que el número de pacientes que la considera “mala” o “regular” supera al de pacientes que la consideran “muy buena” o “genial”.

Por su parte, en los datos relativos a la actividad, podemos ver que es considerada divertida por los participantes, pero que sin embargo no les ha permitido saber muchas cosas de los compañeros de partida. Los valores de facilidad en la comunicación también muestran un importante margen de mejora, ya que existen muchas respuestas alejadas del valor máximo. No obstante, la percepción que tienen los pacientes del resto es, en general, buena.

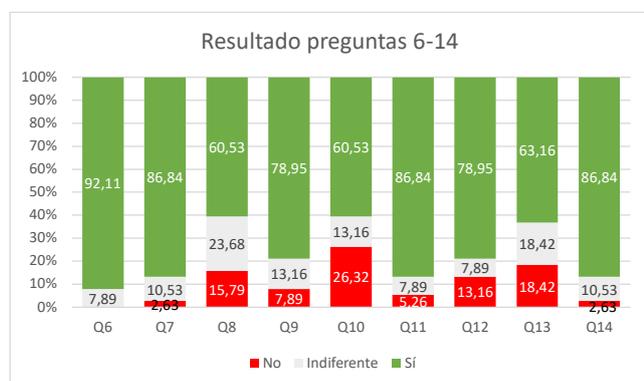


Gráfico 2: resultados del cuestionario (preguntas 6-14)

Respecto a las preguntas de privacidad (Gráfico 2), se puede apreciar que en general los pacientes están dispuestos a dar más información personal al resto de participantes. Cabe destacar, sin embargo, los valores obtenidos en la pregunta Q8, pues, pese a que la mayoría de los participantes continúa estando de acuerdo en que otros pacientes puedan conocer la razón de su estancia hospitalaria, el número de participantes en desacuerdo es mayor que en el resto.

Por último, en relación con las preguntas de socialización (preguntas 10-14), los valores muestran una preferencia por la relación remota o no presencial, si bien ambas tienen un apoyo mayoritario. También muestran la voluntad de los participantes de conocer a otros pacientes y consideran que tener otras personas de más o menos su misma edad con las que hablar (también de

otras edades, aunque en menor medida) mejoraría su estancia hospitalaria.

Con todo lo expuesto anteriormente, se puede observar que PicToMe tiene un efecto positivo a corto plazo en los participantes en lo relativo a su experiencia de juego, el interés que demuestran y la interacción que tienen con otros participantes. Sin embargo, no se consigue que esa interacción se prolongue más allá del juego propiamente dicho (expresado a través del valor de socialización).

5 Amenazas a la validez

Este estudio presenta algunas amenazas a la validez que deben ser tenidas en cuenta.

Por un lado, el tamaño muestral es reducido (ya que se trata de una muestra clínica de difícil acceso). Esto puede ser un factor importante ya que el carácter de los participantes también influye en lo extrovertidos y sociables que se muestran durante las actividades, por lo que podría aparecer cierto sesgo relacionado que acerque los valores obtenidos a los de aquellos pacientes que han participado un mayor número de veces. No obstante, sí cabe señalar que ninguna de las parejas de juego se ha repetido: los niños que han jugado más de una vez siempre lo han hecho con compañeros diferentes.

Por el otro, la presencia de los observadores en la habitación mientras se desarrollaban las sesiones de juego puede suponer también una dificultad respecto a la actitud del paciente durante la actividad, sintiéndose más cohibidos por la presencia de una persona desconocida y sus tutores, sin ser una situación de juego totalmente natural.

Finalmente, las dificultades del entorno hospitalario también deben ser mencionadas, ya que el objetivo de los investigadores fue no interrumpir ni dificultar en ningún momento la actividad médica, que es lo primordial para todos los participantes. Esto causó que algunas partidas tuviesen que ser pausadas durante su desarrollo y reanudadas posteriormente debido a tratamientos y/o visitas médicas, lo cual tiene un impacto en el participante.

6 Conclusiones y trabajos futuros

Las conclusiones que se obtienen de este trabajo son positivas, pese a que no se ha conseguido uno de los objetivos que era que los participantes dieran información sobre ellos mismos que pudiese dar pie a una conversación más larga post-partida. Sin embargo, sí se ha podido ver que la actividad propuesta resulta divertida e interesante para los participantes (esto se corrobora tanto a través de los datos observacionales como a través de las respuestas de los propios pacientes) y que, al menos a corto plazo, sí tiene un impacto positivo en el estado psicosocial del paciente.

Por otra parte, de las propias respuestas de los pacientes se puede deducir que existe un deseo por parte de los mismos de mejorar las condiciones de su estancia a través de la socialización con otros pacientes que estén ingresados, lo cual supone un reto para poder

proporcionar las herramientas y situaciones necesarias para que esto pueda producirse. Las respuestas obtenidas también respecto a la privacidad indican ese camino, ya que los pacientes no dicen ser restrictivos respecto a su intimidad, sino que no les importaría compartir cierta información privada con otros niños con los que estuviesen jugando o hablando.

Así pues, cabe la posibilidad de, en un futuro, mejorar tanto el diseño experimental como la propia aplicación con el fin de subsanar las deficiencias detectadas y realizar un estudio más amplio y con más participantes para mejorar la fiabilidad de los resultados.

Finalmente, con estos resultados iniciales, se abre la vía a explorar otras opciones que, mediante el uso de la tecnología, permitan a los pacientes hospitalarios conocer, interactuar y jugar con otros en su misma situación, ya que disponer del apoyo social [18, 22] de otros pacientes pediátricos en situaciones similares podría resultar un aspecto clave para su recuperación.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este estudio ha sido posible gracias a la colaboración del Hospital La Fe de València, a su equipo médico, de enfermería y docente, así como a todas las familias y pacientes que han accedido a participar en la actividad.

Este trabajo cuenta con la financiación de Ministerio de Educación a través de la ayuda FPU17/03333, y del MINECO con el proyecto 2GETHER PID2019-108915RB-I00 a través de los Fondos Europeos para el Desarrollo Regional (FEDER).

REFERENCIAS

[1] Altas hospitalarias según el sexo, el grupo de edad y el diagnóstico principal: 2018. .

[2] Battles, H.B. and Wiener, L.S. 2002. STARBRIGHT World: Effects of an electronic network on the social environment of children with life-threatening illnesses. *Children's Health Care*. (2002). DOI:https://doi.org/10.1207/S15326888CHC3101_4.

[3] Bers, M.U. et al. 2003. Use of a computer-based application in a pediatric hemodialysis unit: A pilot study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. (2003). DOI:https://doi.org/10.1097/01.CHI.0000046810.95464.68.

[4] Carrion-Plaza, A. et al. 2020. HabitApp: New Play Technologies in Pediatric Cancer to Improve the Psychosocial State of Patients and Caregivers. *Frontiers in Psychology*. (2020). DOI:https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00157.

[5] Choi, J.Y. et al. 2021. Virtual reality rehabilitation in children with brain injury: a randomized controlled trial. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 63, 4 (Apr. 2021), 480–487. DOI:https://doi.org/10.1111/dmcn.14762.

[6] Clausen, N.G. et al. 2021. The Use of Tablet Computers to Reduce Preoperative Anxiety in Children Before Anesthesia: A Randomized Controlled Study. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*. (Feb. 2021). DOI:https://doi.org/10.1016/j.jopan.2020.09.012.

[7] Fuchslocher, A. et al. 2011. Evaluating social games for kids and teenagers diagnosed with cancer. *2011 IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health, SeGAH 2011* (2011).

[8] Garcia-Sanjuan, F. et al. 2018. Evaluating a tactile and a tangible multi-tablet gamified quiz system for collaborative learning in primary education. *Computers and Education*. 123, (2018), 65–84. DOI:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.011.

[9] Grau, C. and Fernández Hawrylak, M. 2010. Familia y enfermedad crónica pediátrica. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. scieloes .

[10] Instituto Nacional de Estadística 2018. Altas hospitalarias clasificadas por intervalos de estancia, según el diagnóstico principal y el grupo de edad. (2018).

[11] Jurdi, S. et al. 2018. A systematic review of game technologies for pediatric

patients. *Computers in Biology and Medicine*. 97, (2018). DOI:https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2018.04.019.

[12] Koukourikos, K. et al. 2015. The Importance of Play During Hospitalization of Children. *Materia Socio Medica*. 27, 6 (2015), 438. DOI:https://doi.org/10.5455/msm.2015.27.438-441.

[13] De la Hera, T. and Sanz, C.S. 2021. The Role of Spontaneous Digital Play during Young Patients' Cancer Treatment. *Media and Communication*. 9, 1 (Jan. 2021), 39–48. DOI:https://doi.org/10.17645/mac.v9i1.3216.

[14] Li, C. et al. 2013. Engaging Computer Science Students through Gamification in an Online Social Network Based Collaborative Learning Environment. *International Journal of Information and Education Technology*. 3, (2013), 72–77. DOI:https://doi.org/10.7763/ijiet.2013.v3.237.

[15] Melendo, S. et al. 2011. Precauciones de aislamiento en un hospital pediátrico de tercer nivel. *Anales de Pediatría*. (2011). DOI:https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2011.02.006.

[16] Montaner, J. et al. 2019. Tangibot: A collaborative multiplayer game for pediatric patients. *International Journal of Medical Informatics*. 132, (Dec. 2019), 103982. DOI:https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.103982.

[17] O'Neil, O. et al. 2018. Virtual Reality for Neurorehabilitation: Insights From 3 European Clinics. *PM&R*. 10, (Sep. 2018), S198–S206. DOI:https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2018.08.375.

[18] Pérez-Campdepadrós, M. et al. 2018. Aspectos psicosociales de la calidad de vida en supervivientes pediátricos de tumores en el sistema nervioso central. *Psicooncología*. 15, 2 (Sep. 2018), 217–236. DOI:https://doi.org/10.5209/PSIC.61432.

[19] Rackini, M.J. et al. 2020. Effectiveness of video game on bio-physiological parameters during intravenous cannulation among preschool children. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*. 17, 4 (Dec. 2020). DOI:https://doi.org/10.1515/jcim-2019-0056.

[20] Read, J.C. 2008. Validating the Fun Toolkit: An instrument for measuring children's opinions of technology. *Cognition, Technology and Work*. 10, 2 (2008), 119–128. DOI:https://doi.org/10.1007/s10111-007-0069-9.

[21] Read, J.C. and MacFarlane, S. 2006. Using the fun toolkit and other survey methods to gather opinions in Child Computer Interaction. *Proceeding of the 2006 Conference on Interaction Design and Children, IDC '06* (2006), 81–88.

[22] Schwartz-Mette, R.A. et al. 2020. Relations of friendship experiences with depressive symptoms and loneliness in childhood and adolescence: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*. 146, 8 (Aug. 2020), 664–700. DOI:https://doi.org/10.1037/bul0000239.

Propuesta de plantilla de informes de evaluación de accesibilidad desde la perspectiva de la experiencia de usuario accesible (AUX)

Afra Pascual
Almenara Departament
d'Informàtica i
Enginyeria Industrial,
Universitat de Lleida,
Spain
afra.pascual@udl.cat
Rubén Alcaraz
Martínez

Departament de
Biblioteconomia,
Documentació i
Comunicació Audiovisual.
Universitat de Barcelona,
Spain
ralcaraz@ub.edu
Toni Granollers
Saltiveri

Departament
d'Informàtica i
Enginyeria Industrial,
Universitat de Lleida,
Spain
toni.granollers@udl.cat
Mireia Ribera
Departament de
Matemàtiques i

Informàtica, Universitat
de Barcelona, Spain
ribera@ub.edu

ABSTRACT

Se presenta una propuesta de plantilla de informes de evaluación de la accesibilidad que incorpora, como principal novedad, información acerca del punto de vista emocional de la experiencia de usuario de las personas con discapacidad (Accessibility User eXperience, AUX). La propuesta parte del informe presentado en el paso 5 de la metodología WCAG-EM, pero se replantea con una nueva organización. Los resultados de evaluación de la accesibilidad se presentan por barreras y se complementan con el impacto emocional que estas causan a las personas con discapacidad: ciegos, baja visión, motrices, auditivos y cognitivos. El objetivo de esta nueva propuesta de informe es propiciar una comunicación más empática dirigida a los responsables e implicados en la implementación y creación de contenidos de un sitio web. Con ello se espera una mayor proactividad y comprensión de las barreras generadas por su parte, con el fin de ayudar a alcanzar una mejor AUX.

CCS CONCEPTS

Accesibilidad web • Informe de evaluación de accesibilidad
• Experiencia de Usuario Accesible (AUX)

KEYWORDS

Web accessibility • Accessibility evaluation report • Accessibility User Experience (AUX)

Article: Propuesta de plantilla de informes de evaluación de accesibilidad desde la perspectiva de la experiencia de usuario accesible (AUX)

† Authors: A. Pascual, R. Alcaraz, T. Granollers, M. Ribera

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



1 Introducción

La accesibilidad web es una práctica que garantiza que los sitios web, las tecnologías y las herramientas se diseñen para que las personas con discapacidad las puedan utilizar [1]. Entre un 15-20% de la población mundial vive con algún tipo de discapacidad [2] y todas ellas tienen el derecho fundamental del acceso a la Web [3] para participar activamente en la sociedad a través de servicios, trámites e información imprescindibles en su día a día.

Actualmente, existen leyes y normativas en la Unión Europea [4] que deben cumplir los sitios web de las administraciones públicas en materia de accesibilidad digital. La *Decisión de ejecución (UE) 2018/1524* [5], implica un seguimiento de la *Directiva 2016/2102* [6] para garantizar una mayor accesibilidad de los sitios web de los estados miembro. En España, se aplica la Norma UNE-EN 301549 v2.1.2 [7] junto al *Real decreto 1112/2018* [8]. Todas estas acciones muestran el interés de diversos organismos por conseguir una Web más accesible. Sin embargo, según datos de la Comisión Europea [8] menos un 10% de los sitios web europeos son accesibles. Un dato que confirma que la accesibilidad web no es un problema técnico, sino un problema de falta de comunicación por la complejidad relacionada con la comprensión de las directrices y normas aplicables [10] [11].

El presente trabajo aborda esta problemática y tiene el propósito de mejorar la información que se ofrece en los informes de evaluación de accesibilidad web. Para ello se propone una nueva plantilla para los informes de accesibilidad que ofrece la información de forma más empática. El objetivo es que las personas responsables de los sitios web tomen una actitud más proactiva a la hora de minimizar los problemas de accesibilidad, ayudando de esta manera también a mejorar la experiencia de uso de la web a los usuarios con discapacidad.

En el siguiente apartado se presenta el trabajo relacionado. A continuación, se describen la herramienta de evaluación de

accesibilidad web *Emphatic Editor for Accessibility (EE4A)* y la propuesta de informes. Finalmente, se presentan las conclusiones.

2 Trabajo relacionado

Diferentes autores han ahondado en la necesidad de mejorar la comunicabilidad de las barreras de accesibilidad web, con el objetivo de empatizar con los usuarios con discapacidad y mejorar su experiencia de usuario [12] [13] [14] [15].

La experiencia de usuario (User eXperience, UX) está relacionada con cómo se sienten las personas al interactuar con un producto o servicio, así como con su percepción al utilizarlo [16]. Relacionado con ello, la experiencia de usuario accesible (Accessibility User Experience, AUX) se centra en integrar la accesibilidad en el diseño de la UX para crear experiencias digitales satisfactorias para todos, independientemente de sus capacidades [17] [18].

Por su parte, Brajnik [19] introduce la metodología del recorrido por barreras de accesibilidad, consistente en una adaptación del método de las evaluaciones heurísticas, en la que estos principios son sustituidos por barreras de accesibilidad. Una barrera de accesibilidad es una condición que dificulta a una persona con discapacidad el acceso a un elemento o la realización de una tarea. El método propuesto por Brajnik relaciona barreras, discapacidad y directrices (las WCAG y las propias de la legislación italiana), la causa y el tipo de discapacidad con el que se relacionan, las ayudas técnicas implicadas, el tipo de error que producen y las estrategias conocidas para solventarlas. Todo ello facilita la personalización de una evaluación de la accesibilidad centrada en un perfil de discapacidad específico.

Algunos organismos de normalización también han sistematizado la incorporación de consideraciones de accesibilidad en los procesos de creación y diseño de productos y servicios. Este es el caso de la norma *ISO 30071-1* [16], que reemplaza el estándar británico BS 8878 [21]. Por otro lado, organizaciones como el W3C han diseñado metodologías específicas como la Metodología de Evaluación de Conformidad con la Accesibilidad en sitios Web (WCAG-EM) [22] para la evaluación de la conformidad de un sitio web de acuerdo con las WCAG [23], la cual contempla también una herramienta de apoyo específica para la generación del informe final, denominada WCAG-EM Report Tool¹.

Las herramientas de evaluación de la accesibilidad web son programas o servicios que determinan, a través de programación, si el contenido web cumple con las pautas de accesibilidad. Muchas de ellas, generan informes de evaluación que muestran los principales problemas de accesibilidad encontrados en un sitio web [24]. No obstante, no existe un estándar ISO relacionado con el modelo de informe de accesibilidad pensado para mostrar esos

resultados, tal y como sí ocurre en el ámbito de usabilidad con los informes *ISO/IEC 25066:2016* de test de usuarios [9]. Esto provoca que los modelos de informes de accesibilidad sean muy dispares: informes automáticos que únicamente tienen en cuenta aspectos técnicos de cumplimiento de pautas WCAG, informes pormenorizados sobre los aspectos no accesibles de un sitio web, etc. Algunos ejemplos significativos de informes de herramientas automáticas de evaluación son los de WAVE², Mauve++³, QualWeb⁴, Plugins como SiteImprove⁵, AXE⁶ o ARCToolkit⁷, entre otros; e informes manuales que realizan empresas implicadas en el sector [26] [27] [28][28]. Si bien la mayoría de estos informes recogen información técnica relacionada con la evaluación del código que incumple las pautas WCAG, ninguno de estos informes muestra información relacionada con la emoción que puede sentir el usuario al enfrentarse a la barrera de acceso detectada en la evaluación.

3 Herramienta de evaluación de accesibilidad web *Emphatic Editor for Accessibility (EE4A)*

La herramienta de evaluación *Emphatic Editor for Accessibility (EE4A)*⁸ se desarrolló con el propósito de facilitar la comprensión de las barreras de accesibilidad de un sitio web, desde la perspectiva de diferentes colectivos de usuarios con discapacidad: visual, auditiva, cognitiva y motriz.

Para abordar los problemas de comunicación, se parte de la disciplina de la ingeniería semiótica, la cual sostiene que la interacción persona-ordenador, no es sino una interacción entre personas [29] [30]. En el caso que nos ocupa, el remitente y el receptor de los problemas y barreras de accesibilidad son, respectivamente, las personas con discapacidad y las personas creadoras de contenido. Con el objetivo de establecer un vínculo sólido entre estos dos actores en la comunicación de las barreras y soluciones de accesibilidad, se realizaron diversos test de usuarios para analizar el impacto que las barreras de accesibilidad web causan en las emociones de las personas con discapacidad: intelectual [31], ceguera y baja visión [33] auditiva [33] y motriz [34]. Gracias a estos test con usuarios reales, se consiguió registrar sus comentarios, experiencias, expresiones y estados de ánimo en situaciones reales frente a un conjunto de barreras de accesibilidad web. Los estados de ánimo se identificaron con diferentes *emotivcards* [35]: desagradable (irritado y triste) y agradable (alegre y relajado), alta excitación (tenso y emocionado) y baja excitación (aburrido y calmado). Los perfiles de usuario, sus necesidades y motivaciones se condensaron en varias Personas [36], con el objetivo de incorporar en la herramienta EE4A mensajes de retroalimentación que permitiesen promover la empatía de la persona creadora de contenido, así como ayudarle a comprender mejor las necesidades de los usuarios con discapacidad. La

¹ WCAG-EM Report Tool. <https://www.w3.org/WAI/eval/report-tool>.

² WAVE, Web Accessibility Evaluation Tool: <https://wave.webaim.org/>

³ Mauve++, MultiguideLine Accessibility and Usability Validation Environment: <https://mauve.isti.cnr.it/>

⁴ QualWeb: <http://qualweb.di.fc.ul.pt/evaluator/>

⁵ Plugin SiteImprove: <https://siteimprove.com/es-es/core-platform/integrations/browser-extensions/>

⁶ AXE: <https://www.deque.com/axe/>

⁷ ARC Toolkit: <https://www.tpgi.com/arc-platform/arc-toolkit/>

⁸ Video demostrativo de *Emphatic Editor for Accessibility (EE4A)* system. <https://www.youtube.com/watch?v=qsshPndyMdm>

evaluación automática de las pautas del sistema *EE4A* se basa en la herramienta IDI Web Accessibility Checker⁹, la cual parte de las WCAG 2.0.

El resultado de la evaluación de la accesibilidad que ofrece la herramienta *EE4A* muestra los datos bajo la perspectiva de las barreras de accesibilidad y teniendo en cuenta la emoción que causa a diferentes colectivos de usuarios con discapacidad interactuar con los errores encontrados durante la evaluación.

El sistema *EE4A* puede integrarse en un sistema de gestión de contenido (CMS) y ofrece dos tipos de resultados de evaluación de la accesibilidad. Por un lado, justo antes del momento de realizar una publicación, realiza una evaluación de la accesibilidad y muestra las barreras que la persona autora ha generado en el contenido. Por otro lado, la herramienta *EE4A* dispone de un módulo integrado en el que se muestra un informe de resultados de la evaluación de la accesibilidad de todo el sitio web.

4 Propuesta de plantilla de informe AUX de accesibilidad

A continuación, se muestra la propuesta de plantilla del informe AUX de accesibilidad que se presenta en este trabajo. Se considera como punto de partida la plantilla de informes de evaluación de accesibilidad propuesta por el W3C [37], ampliando la información que se ofrece en cada apartado tal y como se detalla en los siguientes puntos:

1. **Informe ejecutivo:** se incluye información relativa al (1.1) nivel de accesibilidad actual evaluado en la página, junto con (1.2) un listado de las disconformidades más importantes obtenidas durante la evaluación.
2. **Información global relacionada con la evaluación:** se reúnen datos correspondientes a la evaluación a realizar. Se incluyen en este apartado (2.1) los *datos relativos a los antecedentes de la evaluación*, (2.2) el *alcance de la revisión* e (2.3) *información respecto al evaluador*.
3. **Proceso de revisión:** se indica (3.1) el *nivel de conformidad evaluado*, (3.2) los *criterios revisados* y (3.3) el *método seguido en la evaluación*, definido con datos concretos según la información relativa al paso 5 de la metodología WCAG-EM.
4. **Resultados y sugerencias de resolución:** se indican (4.1) resultados genéricos mostrando (4.1.1) resúmenes con información sobre el resultado de la evaluación; (4.1.2) resultados de visualización según diferentes navegadores; (4.1.3) las barreras más importantes detectadas junto a su severidad y frecuencia; (4.2) una lista de los aspectos más destacados (4.2.1) sobre puntos positivos y (4.2.2) puntos negativos observados en la evaluación realizada; (4.3) una lista detallada de los problemas organizados por categorías (plantilla, estructura, presentación, navegación y contenido).

Para cada uno de los problemas de accesibilidad encontrados, se analizan algunos parámetros (Imagen 1):

- **Nivel de dificultad para resolver el problema:** se establecen tres niveles de errores, especificados en el texto junto con una codificación de color. Rojo: problema complejo; naranja: problema moderado; amarillo: problema fácil de resolver.
 - **Usuario que puede causar/resolver el problema:** se establecen dos perfiles de usuario: a) diseñador *front-end*, que es el personal técnico que tiene acceso a las plantillas web; y b) el editor, que es quien crea el contenido. Ambos perfiles pueden causar o resolver un problema de accesibilidad en el sitio web.
 - **Emoción que percibe el usuario con discapacidad al interactuar con la barrera de accesibilidad:** se incluye un resumen de la persona formado por una fotografía, perfil de discapacidad y su estado de ánimo al interactuar con la barrera en cuestión.
 - **Descripción del problema:** una descripción relacionada con la barrera que se causa al usuario y que ayuda a comprender mejor el error de accesibilidad.
 - **Lugar donde se aplica el problema:** un listado de las páginas en las que ocurre el problema detectado.
 - **Sugerencias de resolución:** se proporciona información complementaria que permite entender mejor cómo subsanar el problema de accesibilidad.
 - **Pautas WCAG:** un listado de criterios de conformidad de las WCAG relacionados con la barrera de accesibilidad encontrada.
5. **Acciones correctivas:** un listado de acciones que deberían llevarse a cabo para corregir los problemas de accesibilidad del sitio web evaluado.
 6. **Conclusiones:** una recapitulación del listado de barreras encontradas según categoría, así como otros aspectos que sintetizan el resultado de la evaluación.
 7. **Anexo:** (A1) incluye *referencias de normativas y metodologías de accesibilidad* utilizadas en el proceso de evaluación, otros enlaces relacionados con las pautas de accesibilidad e información respecto a las herramientas automáticas y semiautomáticas utilizadas; (A2) la *lista de páginas completa* de la muestra evaluada; (A3) un ejemplo de *visualización de páginas según diferentes navegadores*; (A4) *aspectos destacados del uso de herramientas de asistencia*; y un (A5) *resultado de pautas*, si se ha utilizado un informe de revisión de la accesibilidad concreto.

⁹ AChecker Web Service API:
http://achecker.ca/documentation/web_service_api.php

Problema moderado de resolver		Usuario / WebMaster		
Barrera: Audiodescripción y subtítulado				
Emoción según el tipo de discapacidad				
				
Usuario Irritado	Usuario Neutro	Usuario Aburrido	Usuario Neutro	Usuario Aburrido
Discapacidad visual total	Discapacidad baja visión	Discapacidad Auditiva	Discapacidad Motriz	Discapacidad intelectual
Descripción				
Se ha de proporcionar una alternativa textual o audiodescripción para los contenidos de vídeo pregrabados (los que no se emiten en directo). Para cumplir con el Nivel A puede ser suficiente proporcionar una descripción del vídeo (en texto), mientras que para cumplir con el Nivel AA es necesario incluir audiodescripción (una explicación de lo que ocurre en el vídeo, en audio).				
Problemas encontrados				
En las páginas con contenido multimedia, los vídeos no disponen de subtítulos ni audio descripción.				
Páginas en las que aplica				
En las páginas donde hay vídeos: "Inicio"[p1], "futuros alumnos"[p3], "secundaria"[p4], "contacto"[p10], "presentación"[p14]				
Sugerencias para resolver el problema				
Proporcionar subtítulos a los vídeos con una transcripción de todo el contenido en audio para ofrecerlo en texto.				
<p>Más información:</p> <p>En la plataforma Youtube, al colgar un vídeo en ella, existe la posibilidad de generar los subtítulos de los vídeos de forma automática. https://support.google.com/youtube/answer/6373554?hl=es</p> <p>Añadir una audiodescripción que explique lo que ocurre en el vídeo y complemente la información del vídeo.</p> <p>Más información: (Técnicas estándar en audiodescripción) https://joelclark.org/access/description/ad-principles.html</p> <p>Más información sobre subtítulos y audiodescripción: https://webaccessible.xyz/contenido/multimedia/ https://www.w3.org/WAI/media/av/captions/ https://www.w3.org/WAI/media/av/description/</p>				
Pautas WCAG 2.1 relacionadas				
1.2.2. Subtítulos (grabados) - Nivel A Perceptible				
1.2.3. Audiodescripción o multimedia alternativo (grabado) - Nivel A Perceptible				
1.2.5. Audiodescripción (grabado) - Nivel AA Perceptible				

Imagen 1: Resultado de información relativa a una barrera

5. Conclusiones

La principal aportación de este trabajo es una nueva propuesta de plantilla de informe de accesibilidad web bajo una perspectiva de la UX de los usuarios con discapacidad. Esto propicia que las personas que consultan este informe puedan empatizar mejor con los problemas de acceso que tienen los usuarios con discapacidad, así como comprender mejor el impacto que causan las barreras de accesibilidad. Todo ello con el fin de sensibilizarlos para que creen sitios webs más accesibles.

Este trabajo es un primer paso para conjugar UX y accesibilidad web en los informes de accesibilidad, ofreciendo datos más comprensibles y empáticos respecto a los problemas de acceso a un sitio web, redundando directamente en una mejor experiencia de usuario accesible (AUX) para los usuarios con discapacidad cuando acceden al contenido web.

REFERENCES

[1] W3C (2018). Introduction to web accessibility. <https://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility>.

[2] World Health Organization (2021). Disabilities, <https://www.who.int/topics/disabilities/>.

[3] Organización de las Naciones Unidas (2021). La declaración universal de derechos humanos, <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>.

[4] ETSI (2018). EN 301 549 V2.1.2 (2018-08). Harmonised European standard, accessibility requirements for ICT products and services, https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/02.01.02_60/en_301549v020102p.pdf.

[5] Union Europea (2018). Decisión de Ejecución (UE) 2018/1524 de la Comisión, de 11 de octubre de 2018. Metodología de seguimiento y las disposiciones para la presentación de informes por parte de los Estados miembros de conformidad con la Directiva (UE) 2016/2102, <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2018-81650>.

[6] European Union (2012). EU directive 2016/2102 on the accessibility of the websites and mobile applications of public sector bodies, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32016L2102>.

[7] ETSI (2019). EN 301 549: Norma Europea de Accesibilidad para Productos y Servicios de TIC V3.1.1 (2019-11), https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/03.01.01_60/en_301549v030101p.pdf.

[8] España (2018). Real Decreto 1112/2018 sobre accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles del sector público. Boletín oficial del Estado. Nº 227 (19 sept.), https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-12699.

[9] European Commission (2019). Accessibility: essential for some, useful for all, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/accessibility-essentialsome-useful-all>.

[10] Glen Farrelly (2011). Practitioner barriers to diffusion and implementation of web accessibility. *Technology and disability*. 23(4), 223-232, <https://doi.org/10.3233/TAD-2011-0329>.

[11] Miquel Termens, et al. (2009). Web Content Accessibility Guidelines: from 1.0 to 2.0. WWW '09: Proceedings of the 18th international conference on World Wide Web, 1171-1172, <https://doi.org/10.1145/1526709.1526912>.

[12] Elena Ballesteros; Mireia Ribera; Afra Pascual; Toni Granollers (2015). Reflections and proposals to improve the efficiency of accessibility efforts. *Universal access in the information society*. 14, 583-586. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0356-1>

[13] Afra Pascual; Mireia Ribera; Toni Granollers (2012). Perception of accessibility errors to raise awareness among Web 2.0 users. *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador*, <https://doi.org/10.1145/2379636.2379652>.

[14] Afra Pascual, Mireia Ribera; Toni Granollers (2015). Communicability of two web 2.0 accessibility evaluation tools. *2015 10th Computing Colombian Conference (10CCC)*, 2015, 269-272, <https://doi.org/10.1109/ColombianCC.2015.7333425>.

[15] Takayuki Watanabe (2017). Communication model of web accessibility. *International Conference on Human-Computer Interaction*, 80-87. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58750-9_11.

[16] ISO (2008). ISO 9241-210:2008, Ergonomics of human system interaction - Part 210: Human-centred design for interactive systems. Geneva: ISO.

[17] Sushil K. Oswal (2019). Breaking the exclusionary boundary between user experience and access: steps toward making UX inclusive of users with disabilities. *SIGDOC '19: Proceedings of the 37th ACM International Conference on the Design of Communication*, 1-8, <https://doi.org/10.1145/3328020.3353957>.

[18] Geordie Graham; Sambhavi Chandrashekar (2016). Inclusive process and tool for evaluation of accessible user experience (AUX). *Universal Access in Human-Computer Interaction. Methods, Techniques, and Best Practices. UAHCI 2016. Lecture Notes in Computer Science*, 9737, https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5_6.

[19] Giorgio Brajnik (2011). Barrier walkthrough, <https://users.dimi.uniud.it/~giorgio.brajnik/projects/bw/bw.html>.

[20] ISO (2019). ISO 30071-1 digital accessibility standard. <https://www.hassellinclusion.com/iso-30071-1/>.

[21] United Kingdom (2010). BS 8878:2010. Web accessibility. Code of practice.

[22] W3C (2014). Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology (WCAG-EM) 1.0, <https://www.w3.org/TR/WCAG-EM/>.

[23] W3C (2018). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>.

[24] W3C (2014). Web Accessibility Evaluation Tools List, <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/>.

[25] ISO (2016). ISO/IEC 25066:2016. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuARE) — Common Industry Format (CIF) for Usability — Evaluation Report, <https://www.iso.org/standard/63831.html>.

- [26] Ilunion (2018). Informe de auditoría de Accesibilidad Portal gencat.cat. http://atenciociudadana.gencat.cat/web/.content/02_CATALEG_SERVEIS/ACCESSIBILITAT/auditories/20181210_auditoria_web_gencat.pdf.
- [27] Discapnet (2021). Informes de accesibilidad TIC. <https://www.discapnet.es/areas-tematicas/tecnologia-inclusiva/observatorio-de-accesibilidad-tic/informes-discapnet>.
- [28] Sergio Luján Mora (2013). Informes de accesibilidad web. <https://www.discapnet.es/areas-tematicas/tecnologia-inclusiva/observatorio-de-accesibilidad-tic/informes-discapnet>
- [29] Clarisse Sieckenius de Souza (2005). *The semiotic engineering of human computer interaction*. Cambridge, Mass.: MIT press.
- [30] Jorge Garrido (2014). Ingeniería semiótica: recuperando la simpleza de la comunicación. *Faz: revista de diseño de interacción*. 9, 8-17, http://www.revistafaz.org/n6/faz6_01_ingenieria_semiotica.pdf.
- [31] Afra Pascual; Mireia Ribera; Toni Granollers (2013). Grado de afectación de las barreras de accesibilidad web en usuarios con discapacidad intelectual. *Interacción* 2013.
- [32] Afra Pascual; Mireia Ribera; Toni Granollers, Jordi L. Coiduras (2014). Impact of accessibility barriers on the mood of blind, low-vision and sighted users. *Procedia Computer Science*, 27, 431-440. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.047>.
- [33] Afra Pascual; Mireia Ribera; Toni Granollers (2014). Impact of web accessibility barriers on users with hearing impairment. *Interacción'14: XV International Conference on Human Computer Interaction*, 1-2, <https://doi.org/10.1145/2662253.2662261>.
- [34] Afra Pascual; Mireia Ribera; Toni Granollers (2015). Impact of accessibility barriers on the mood of users with motor and dexterity impairments. *Journal of accessibility and design for all*, 5(1), 1-26, <https://doi.org/10.17411/jaccess.v5i1.93>.
- [35] Desmet PMA, Vastenburg MH, Van Bel D, Romero, NA (2012). Pick-AMood: development and application of a pictorial mood-reporting instrument. In: J. Brassett, P. Hekkert, G. Ludden, M. Malpass, & J. McDonnell (Eds.), *Proceedings of the 8th International Design and Emotion Conference*, Central Saint Martin College of Art & Design, London (UK), 11-14 September 2012.
- [36] John Pruitt; Jonathan Grudin (2003). *Personas: practice and theory*. Proceedings of the 2003 Conference on Designing for User Experiences, 1-15. <http://dx.doi.org/10.1145/997078.997089>.
- [37] W3C (2018). *Template for Accessibility Evaluation Reports*. <https://www.w3.org/WAI/test-evaluate/report-template/>.

Prácticas del audiovisual en tiempo real

Sistema e imprevisibilidad en la interrelación humano-máquina

Tatiana Giovannone Travisani
PPGCOM
UAM/Universidade Anhembi Morumbi
São Paulo, Brasil
tatiana.travisani@anhembi.br

André Ricardo do Nascimento
HECSA/Ciências Social aplicadas, educação, artes e
humanidades
UAM/Universidade Anhembi Morumbi
São Paulo, Brasil arnascimento@anhembi.br



Figure 1: Apresentação em Djuntor, São Paulo, dic. 2016

ABSTRACT

The sound-visual performances in real time, are characterized primarily by non-linear narrative construction, in which the artist composes the work during his own event. It is a fact where both the data and the performance are decisive for the final result, a man-machine symbiosis occurs in which unpredictability and chance allow novel correlations.

For this presentation we will discuss the non-linear narrative process in the practice of audiovisual in real time, making it possible to understand this (audiovisual) system as a set of components in a state of interaction. We will also present the system as an agglomeration of independent parts, discussing its formation from the understanding of the concept of codes, media and rhythms in this type of practice.

To explain the information, we will present *Clássicos de Calçada*, an Electronic Art Duo, works with real time projects, based on personal experiences in urban exploration.

RESUMEN

Las performances sonoro-visuales en tiempo real se caracterizan primordialmente por la construcción narrativa no lineal, en la que el artista compone la obra mientras esta ocurre. Es un hecho donde tanto los datos como la actuación son determinantes para el resultado final, ocurriendo una simbiosis humano-máquina en la que la imprevisibilidad y el azar permiten novedosas correlaciones.

Para la presente ponencia discutiremos lo técnico y lo creativo en la práctica del audiovisual en tiempo real, posibilitando la comprensión de este sistema como un conjunto de componentes en estado de interacción. Presentaremos también el sistema como un conjunto de partes independientes, discutiendo su formación a partir de la comprensión del concepto de códigos, medios y ritmos en este tipo de práctica, así como el papel del público en estos eventos.

Para aclarar las informaciones, traemos como estudio de caso el dúo de arte electrónico *Clássicos de Calçada*, proyecto de investigación sonoro-visual basado en experiencias personales y exploración urbana, formado por quienes presentamos esta proposición.

KEYWORDS

Live performances, live audiovisual, live cinema, unpredictability,

1. EL PROYECTO CLÁSICOS DE CALÇADA

Clássicos de Calçada, en actividad desde 2013, es un proyecto de investigación compuesto por el artista sonoro DeCo Nascimento y la vídeo artista Tatiana Travisani que consiste en investigar el

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



proceso de integración sonoro-visual en tiempo real, basado en experiencias personales de exploración urbana. Son realizadas capturas visuales que buscan reconocer el espacio público a través de la exploración pautada por la poética del error, fundamentada en las deambulaciones surrealistas, de las vanguardias europeas.

La herramienta utilizada por el dúo fue desarrollada inicialmente en el entorno de programación Pure Data, que estuvo en proceso continuo de modificación y ampliación durante los primeros años de sus incursiones artísticas. Más adelante, se abandonó el proceso de creación con Pure Data, puesto que otros softwares pasaron a ser utilizados, así como entornos de programación con la finalidad de encontrar plataformas más estables, centrando la investigación en el resultado performático sonoro-visual y no en el desarrollo de una interfaz propia. Las propuestas artísticas del dúo ofrecen el encuentro entre el espacio público y el privado, indicando la dinámica y el ritmo de la calle a partir de sus experiencias en el paseo. Las estructuras ofrecidas por *Clásicos de Calçada* apuntan a una estética de manipulaciones electrónicas y analógicas en tiempo real.

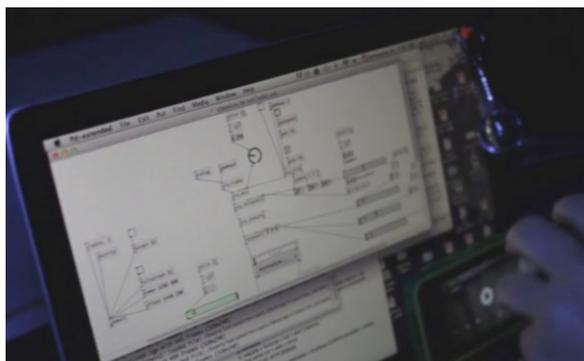


Figure 2: Proceso con el patch de Pure data, presentación en el Er...Va 24. Telenoika, Barcelona, ago. 2014.

Como parte del eje narrativo, utilizamos también mezcla y procesamiento de datos: por un lado, la composición sonora, utilizando síntesis con métodos aditivos, sustractivos fm y granular, asociada a una sonoridad basada en la cultura glitch y estética club. Por otro lado, para complementar la acción visual, utilizamos el live paint, objetos luminosos “callejeros” adquiridos en las deambulaciones, cámaras conectadas e imágenes de banco de datos. La gestión de la información funciona siguiendo el protocolo MIDI [1], programada para que los efectos interfieran en las estructuras de las imágenes permitiendo crear texturas distintas en cada presentación, además de incorporar el gesto y diferentes interfaces al proyecto, conectadas a los parámetros sonoros.

2. PROCESOS DEL AUDIOVISUAL EN TIEMPO REAL

Las performances audiovisuales en tiempo real tienen en común una producción que se desarrolla durante su presentación, de forma que muchos factores pueden interferir en el proceso y en el resultado final.

Mia Makela [2] (2008), una de las precursoras del lenguaje del *live cinema*, habla de los elementos de las performances separadas por cinco etapas: espacio, tiempo, proyección, performance y público.

Esas divisiones nos ayudan a reconocer y reflexionar respecto al proceso creativo de las piezas elaboradas.

En la etapa espacio se encuentran: el espacio físico donde ocurre la acción; el espacio digital, donde se procesa el contenido; el espacio del desktop, donde se operan los softwares de manipulación, y el espacio de la pantalla y de los altavoces, donde se reproduce dicha acción.

En la etapa del tiempo están integradas las acciones de la improvisación, de la práctica del tiempo real y del *buckler* como elemento de la composición sonora-visual. La etapa de la proyección se reparte en: espacio de la proyección (que puede ser una pantalla, un edificio, un tejido con texturas, etc.) y en la estructura de los medios (el proyector, luces, instrumentos musicales y altavoces). Finalmente, la etapa del público, que tiene un papel distinto al desempeñado en una sala de cine, donde no puede ni esperar una obra de narrativa lineal, y tampoco comportarse y/o participa de la obra como en una instalación.

Según Gontijo [3] (2019), en las obras audiovisuales donde las imágenes son editadas y manipuladas en el momento de la presentación en un acto performático, son también nombradas como *live cinema*. El investigador divide esta práctica en tres procesos distintos de composición de imágenes en tiempo real:

Cine de banco de datos, que parte de la organización en directo de composiciones desde de materiales audiovisuales almacenados en la computadora del artista-performer. El cine generativo, donde los códigos de programación ejecutan determinadas acciones para generar imágenes en movimiento y cine en circuito cerrado, realizado con el registro de la acción performativa que son editadas y manipuladas en tiempo real, con la proyección de este material aconteciendo simultáneamente.

En *Clásicos de Calçada*, dos de estos procesos son utilizados en sus performances: cine de banco de datos y cine de circuito cerrado. Estos dos procedimientos forman parte de la estructura de la obra y se modifican según la presentación, pues los espacios son siempre distintos, exigiendo una constante adaptación. De este modo cambia también el público, proporcionando distintos materiales en el momento del acto performático. Si la proponemos en una galería o en un club las respuestas serán muy diferentes, desde la perspectiva visual, con la captación de las imágenes en tiempo real, o de los sonidos que presentaremos al público que puede estar en una situación más contemplativa o con participación directa.

Una cuestión importante y que consideramos parte esencial de nuestro trabajo es la incorporación de la aleatoriedad, el error e incluso el fracaso en nuestros trabajos. En este caso retomaremos las ideas de la teórica francesa Josette Feral, citada por Gontijo (2019), donde comenta que la performance es siempre acción, siempre un dominio del quehacer, es decir, es el proceso más que el objeto terminado. Tenemos como parte de nuestro trabajo una dimensión propuesta por Jacques Derrida, también en abordaje de Gontijo (2019) que *“reitera el valor del riesgo y el fracaso como elementos constitutivos de la performatividad, por lo tanto, estos riesgos deben ser considerados como norma”*.



Figure 3: Presentación en el Plutón, Valencia, 2018.

Aún estando las etapas enlazadas con la ejecución, como la del tiempo y de la proyección, estas no siempre se repiten y el proyecto está a todo momento integrando nuevos elementos según la propia experiencia que va adquiriendo con sus presentaciones. Lo que se opera mientras se construye la performance es exhibido al público en el mismo momento, de esta manera se abre a errores, casualidades y descontrol.

El tiempo simultáneo integrando al procesamiento de datos y a la realización de la performance actúa sobre el propio resultado, que siempre es independiente y exclusivo, vinculándose solamente al tiempo presente. Así, el discurso poético gana elementos alrededor de la modalidad en sí, de las acciones presentadas en un ambiente inmersivo sujeto al imprevisto de la realidad de un espacio-tiempo construido en el plan del objeto artístico, pasando por la realidad de las manifestaciones procesadas simultáneamente al tiempo en que la creación artística se manifiesta. Como nos aporta Pardo [4] (2015):

Cage fue pionero en el proceso de composición basado en la aleatoriedad y algunos de los elementos eran dejados al azar. La armonía, para Cage, funcionaba como una pared de cristal que permitía ver todo lo que el edificio sonoro que él ayudaba a construir, dejaba fuera.

3. SISTEMA HUMANO-MÁQUINA-HUMANO

En *Clásicos de Calçada* comprendemos el sistema audiovisual en tiempo real como un conjunto de componentes en estado activo. De esta manera, la actividad o relación entre componentes es una cuestión esencial para el sistema. Como nos afirma Vasconcellos [5]:

Es un aspecto central que identifica la existencia del sistema como entidad, distinguido de un simple aglomerado de partes independientes una de las otras (...) para comprender el comportamiento de las partes, tornase indispensable llevar en consideración las relaciones (...) las relaciones son lo que da cohesión al todo el sistema, otorgándole un carácter de totalidad, una de las características responsables por definir el sistema.



Figure 4: Presentación en el Festival Cidade Eletrônica, Belo Horizonte, 2019.

A partir de nuestra investigación acerca de la práctica del tiempo real, consideramos como parte fundamental en el proceso de concepción de la obra el concepto de códigos, medios y ritmo. Basados en la cantidad de informaciones producidas y procesadas durante la acción: captura de vídeo, producción sonora a través de sintetizadores y manipulación de las imágenes a través de softwares y hardwares utilizados, sentimos la necesidad de establecer una serie de normas para romper con el caos de las informaciones.

En este sentido, compartimos la idea propuesta por Deleuze y Guattari [6] sobre el caos, abordada por Giuliano Obici [7] (2008) en su texto sobre el territorio sonoro en los *media*: "el caos está compuesto por infinitos componentes en curso que, actuando en una velocidad inconmensurable, amenazan el agotamiento de los medios". De esta manera, teniendo en cuenta la gran cantidad de información procesada en tiempo real, fue creado una normativa que define la obra, partiendo de la integración entre artistas, datos (códigos, medios y ritmo) y público.

Aunque el resultado estético de la performance sea la mezcla de imágenes y sonidos, caracterizando la propuesta poética, la estructura de *Clásicos de Calçada* está basada en los datos manipulados en tiempo real. El acto performático funciona como resultado del encuentro entre el ritmo del tránsito de datos del sistema con la propuesta poética en abordar elementos visuales y sonoros. La dinámica del flujo de los códigos comprende el ritmo estético de la obra, exigiendo un estado de percepción atento y apto a las pequeñas transformaciones sensibles.

De esta forma, podemos decir que el sistema tiene éxito en la concepción, manejo y recepción. La toma de decisión de donde quiere estar, lo que quiere ver y oír será de responsabilidad del público, su presencia completará la obra, así su experiencia y percepción también son afectadas por estas decisiones (Moran, 2020) [8]. De ahí podemos comprender que el sistema es definido en la integración entre Humano (artistas) Máquina (y datos) Humano (público).

Por otra parte, tuvimos la experiencia de desarrollar algunas performances durante la pandemia por la covid-19, adaptándonos a llevarlas a cabo mediante transmisión en *streaming*. En esta configuración, el público ya no puede acceder activamente al evento, y pasa a ver y a escuchar como en cualquier otra obra audiovisual. De esta forma, la presencia se aplica de una manera remota, obligándonos a producir el contenido a partir de este otro panorama.



Figure 5: Presentación para el evento Zonas de Compensação (proyección en nuestros equipos de trabajo) sep. 2020.

[7] Giuliano Lamberti Obici. 2008. *Condição da escuta: mídia e território sonoro*. Editora Viveiro de Castro, Rio de Janeiro.

[8] Patricia Moran & Marcus Bastos. 2020. *Audiovisual ao Vivo*. Editora Intermeios, São Paulo.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Podemos decir que las prácticas audiovisuales en tiempo real poseen estructuras creativas que pasan por distintos procesos de construcción, desde su concepción conceptual hasta la presentación pública. Para establecer un método creativo es necesario gozar del dominio técnico y poético, incluyendo la perspectiva de un sistema donde los conjuntos de acciones estén en diálogo continuo, que se contaminen y se adapten según las condiciones del acontecimiento. Pero, hay que considerar el acaso, el error y el fracaso como elementos determinantes para el desenlace final de las piezas. Mientras que la comunicación humano-máquina pueda simbolizar esta relación, en un juego continuo donde la improvisación, la imprevisibilidad y la sinergia del ambiente sean una dimensión definidora de los resultados estéticos. Para cada espacio, cada tiempo, pantalla, estructura, equipos, público... cambia la experiencia de la performance, y así todo.

Nos apoyamos en los conceptos poéticos de la obra, en las etapas de la performance y en el sistema desarrollado para tener el máximo de garantías posibles de que la pieza mantenga su integridad estética, pero es justamente los factores más sutiles e intangibles que permiten la exclusividad y la personalidad del acontecimiento. Importante considerar que el control conceptual y técnico no son absolutos, es necesario desarrollar el *ejercicio experimental de libertad*, como llamaba el artista brasileño Mario Pedrosa en los 70. Si nuestra inspiración esencial es la calle y sus constantes modificaciones, quizás lo más intenso de nuestro trabajo esté justamente en la capacidad de percibir los cambios y las nuevas necesidades, adaptando el método permanentemente.

REFERENCES

- [1] MIDI es el acrónimo del inglés *Musical Instrument Digital Interface* - Es un padrón de interconexión física (interface digital, protocolo y conexión) y lógica, creada en 1982 por un consorcio de fabricantes de sintetizadores japoneses y norteamericanos, que facilita la comunicación en tiempo real entre instrumentos musicales electrónicos, computadoras y dispositivos relacionados.
- [2] Mía Mikela. 2008. *The practice of live cinema*. AT: <http://miamikela/TEXT/>[3]
- Rodrigo Gontijo. 2019. *Corpo em cena. Reflexões sobre o cinema em circuito fechado*. AT: *O cinema e seus outros*. Editora Equador, São Paulo.
- [4] Carmen Pardo Salgado. 2015. *La escucha oblicua: Una invitación a John Cage*. Colección Letras Humanas.: Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- [5] Maria José Esteves Vasconcelos. 2002. *O pensamento Sistémico: o novo paradigma da ciência*. Editora Papirus, Campinas.
- [6] Giles Deleuze & Felix Guatarri. 2005. *Mil Platôs: capitalismo e esquizofrenia*. Vol. I, II, II e IV. Editora 34, Rio de Janeiro.

Prototipo Beta De Una Interfaz Tangible Para Simular Un Plano Cartesiano

Rubén Xochitiotzi-
Cuatecontzi[†]
Posgrado e Investigación
Tecnológico Nacional de México /
Campus Apizaco
rubens.rxc@gmail.com

Federico Ramírez-Cruz
Posgrado e Investigación
Tecnológico Nacional de México /
Campus Apizaco
federico.rc@apizaco.tecnm.mx

Blanca Pedroza-Méndez
Posgrado e Investigación
Tecnológico Nacional de México /
Campus Apizaco
blanca.pm@apizaco.tecnm.mx

Juan Sánchez-Navarro
Posgrado e Investigación
Tecnológico Nacional de México /
Campus Apizaco
m19371377@apizaco.tecnm.mx

Carlos Pérez-Corona
Posgrado e Investigación
Tecnológico Nacional de México /
Campus Apizaco
carlos.pc@apizaco.tecnm.mx

Jonathan Pérez-Arellano
Posgrado e Investigación
Tecnológico Nacional de México /
Campus Apizaco
m19371371@apizaco.tecnm.mx

ABSTRACT

Day a day, at different levels of educational institutions, it is common to find teaching problems in the area of mathematics, likewise they lack tools that allow teaching in the classroom in a novel and unique way, with which students they can be attracted and motivated. Currently there are different virtual tools for teaching mathematics, however, for reasons of economic resources in most educational institutions, these tools are not used in daily classes. This paper describes the implementation of a tangible user interface that simulates a Cartesian plane, this IUT could be a support tool to be used during daily classes, in this paper the process of design, development and implementation of the prototype is described. Beta, which was developed thanks to the contributions resulting from the alpha version. Some aspects of the physical design such as size and aspect ratio were considered in order to be able to work with small groups, as well as some of its benefits such as the ease of transporting and assembling it. As a result, the implementation of the Beta version of the prototype is presented.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing • Human computer interaction (HCI) • Interaction devices

KEYWORDS

Interfaces de usuario tangibles, Enseñanza de matemáticas, Plano cartesiano, Matriz de leds, Driver MAX7219.

* Prototipo Beta De Una Interfaz Tangible Para Simular Un Plano Cartesiano
[†] Rubén Xochitiotzi

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



1 Introducción

¿Que son las interfaces de usuario tangibles? Sam Nemeth[11] define a las interfaces de usuario tangibles (IUT) como una variedad de sistemas donde la posibilidad de manipularlos con nuestras manos es uno de los elementos vitales, Francisco Zamorano Urrutia[15] las define como interfaces hombre-ordenador que dan forma física a los elementos digitales, Ullmer e Ishii afirman que las IUT dan forma física a la información digital[1]. Asimismo se menciona que las IUT utilizan artefactos físicos para la interacción[2]. Por tanto, podemos definir que las IUT son una colección de elementos electrónicos incorporados en un dispositivo mediante el cual logramos manipular la información digital con nuestras manos. Hoy en día, en los diferentes niveles de las instituciones de educación, es común encontrar problemas de enseñanza en el área de matemáticas, así mismo, se carecen de herramientas que permitan la enseñanza dentro del aula, de una manera novedosa y singular, con la cual los alumnos puedan sentirse atraídos y motivados. Actualmente, existen diversas herramientas virtuales para la enseñanza de las matemáticas, sin embargo, por cuestiones de recursos económicos, en la mayoría de las instituciones educativas no se usan dichas herramientas en las clases diarias. Suraksha Devi[6] afirma que el uso de las IUT motiva a los estudiantes y fomenta la participación activa de los mismos, proporcionando nuevas maneras y métodos para visualizar el entorno de aprendizaje. Inclusive se ha mencionado que la educación ha sido uno de los principales dominios de aplicación para las IUT, por otra parte se ha demostrado que el rendimiento de retención fue mayor cuando se han utilizado la IUT [14]. También la familiaridad con los objetos que se manipulan puede ayudar a superar las barreras en el caso de la interacción del usuario y como resultado, el uso de IUT puede aliviar la carga cognitiva y ayudar al usuario a concentrarse más en lo que está sucediendo en lugar de distraerse con las actividades de control para manipular la

entrada del sistema[12]. Los sistemas de IUT ofrecen un paradigma de asimilación que ayuda a los usuarios a centrarse en el tema en cuestión sin distraerse con los mecanismos de control para la interacción y la retroalimentación[13]. En resumen, las IUT pueden ofrecer una forma de interacción natural e inmediata que es accesible para los alumnos, promueve la participación activa y práctica, fomenta la exploración y la reflexión, proporcionando herramientas que permiten aprender conceptos abstractos a través de representaciones concretas y al mismo tiempo ofrece colaboración[10]. Incluso se manifiesta que las IUT cumplen la función de hacer la información digital directamente manipulable con nuestras manos, y perceptible a través de nuestros sentidos periféricos al incorporarla físicamente, sugiriendo así que las IUT tienen potencial para apoyar el aprendizaje formal e informal[9]. Y se sostiene que las IUT han despertado un interés significativo en los últimos años como una posible solución para incorporar tecnologías más inteligentes para la educación[12]. Por lo que podemos concluir que la implementación de una interfaz de usuario tangible que simula un plano cartesiano, podría ser una herramienta de apoyo para usar en las clases diarias.

2 Trabajos Relacionados

A continuación, exponemos una breve reseña de trabajos relacionados con las IUT y el área de matemáticas. En la investigación de Guerrero, Ayala, Mateu, Casades y Alamán[8] se han desarrollado 2 dispositivos de IUT, el primero denominado FlyStick, el cual permite al usuario controlar un objeto virtual en 6 grados de libertad, y el segundo llamado PrimBox, con este dispositivo el usuario puede modificar objetos virtuales, cambiando los atributos como la posición, tamaño, rotación y color. Con ambos dispositivos se desarrollaron aplicaciones educativas para enseñar secciones cónicas y para comunicar conocimientos geométricos utilizando lenguaje técnico. Los resultados demuestran que el uso de IUT y mundos virtuales permitió un aprendizaje más significativo.

Mpiladeri, Palaigeorgiou y Lemonidis[10] implementaron una IUT denominada Fractangi, que tiene como objetivo ayudar a los estudiantes a comprender y explotar las fracciones interactuando con sus manos. La IUT involucra a los estudiantes en una variedad de acciones y procesos cognitivos, como colocar fracciones simples e impropias en líneas numéricas, comparar fracciones, convertir fracciones en otras representaciones equivalentes y, finalmente, realizar operaciones con fracciones. Los resultados de la investigación muestran que la inmensa mayoría de los estudiantes consideró la interfaz tangible como útil, fácil y agradable, en concreto muestran mejores interacciones de aprendizaje que las formas tradicionales de enseñanza.

Urrutia, Loyola y Marín[15] ha propuesto una IUT, que se usa para explorar diversos conceptos de trigonometría, la interfaz presenta controladores tangibles para controlar elementos digitales en una interfaz gráfica de usuario, que se muestra en una pantalla LCD. Los controladores se manejan mediante varios gestos, entre ellos deslizar, presionar y girar. Los resultados

mostrados en su investigación demostraron que su uso tuvo un impacto positivo en el rendimiento general de los estudiantes, ya que luego de pasar por la experiencia con la IUT, el desempeño aumentó de 34.4% a 71.6%, lo que indica que la experiencia impactó positivamente en el aprendizaje.

Deb, Nama y Saha[3] proponen una IUT, combinando un dispositivo de reconocimiento de gestos muy pequeño y poderoso llamado Leap Motion Controller, que permite a los usuarios manipular objetos digitales con el movimiento de la mano, para hacer una experiencia de aprendizaje matemático inmersiva. Los resultados obtenidos muestran que se ha proporcionado al usuario una experiencia inmersiva, la cual resulta muy útil en la coordinación elemental de la mente y el cuerpo. Este alcance de interacción proporciona además una extensión para realizar el modelado lógico y mental con una experiencia de aprendizaje placentera.

3 Construcción Del Plano Cartesiano

Antes de iniciar es necesario puntualizar que, el prototipo alfa, fue la primera versión de nuestro prototipo Beta y aunque realmente no fue completamente funcional, fue usada con propósitos de pruebas, esto nos apoyó a definir la dirección a seguir en el siguiente paso que es el prototipo beta, las características tanto de diseño, aspecto, funcionalidad, etc., que se detectaron como no viables fueron eliminadas, de esta forma se logró mejorar considerablemente el prototipo beta. Para la implementación de este prototipo se requirieron dieciséis matrices de leds de tamaño $8 * 8$, dieciséis circuitos integrados Driver MAX7219, 1024 diodos emisores de luz de 5 milímetros, Capacitores cerámicos, Condensadores y resistencias eléctricas.

3.1 Construcción de las Matrices de Leds

Las matrices de leds son una colección de leds conectados entre sí, es decir que se conectan ánodos con ánodos y cátodos con cátodos, con lo anterior es posible comprender que la configuración se da por filas y columnas, de esta manera aplicando correctamente los valores High y Low en la fila y columna correspondiente se podrá encender el led deseado.

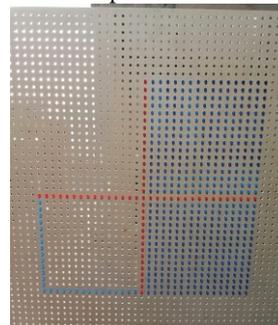


Figura 1: Matrices de Leds de Tamaño $8 * 8$

Las matrices de leds implementadas para nuestro prototipo son de tamaño $8 * 8$, es decir 64 leds totales, para su montaje se requiere de una base cuadrada y perforada, el tamaño de dicha base se ha definido con respecto a las dimensiones requeridas de la matriz de leds, así mismo las perforaciones se han definido con

respecto al tamaño de los leds, que para este caso son de 5 milímetros. Enseguida se colocan los leds en la base, cuidando siempre la alineación correcta de ánodos y cátodos, por último, procedemos a soldar los ánodos y cátodos de cada uno de los leds, obteniendo como resultado las matrices de leds que se observan en la figura 1.

3.2 Implementación de Driver MAX7219

Encender una matriz de tamaño 8 * 8 mediante una tarjeta Arduino y sin usar multiplexación o cualquier otro componente electrónico, requiere de 16 señales, 8 señales para el eje vertical y 8 señales para el eje horizontal, de tal manera que la necesidad de señales se duplicaría con la implementación de cada matriz de leds, esto es un requerimiento muy grande de recursos para dicha tarjeta, para resolver esta situación utilizamos un multiplexador, el Driver MAX7219 (Ver Figura 2).



Figura 2: Implementación de Driver MAX7219

La multiplexación nos permite usar un menor número de entradas o salidas digitales, la técnica de Charlieplexing propuesta por Charlie Allen en 1995, consiste en decidir qué led se debe de encender usando el mínimo de entradas posibles. En los pines digitales de una tarjeta de Arduino encontramos 2 estados, alto (High) o bajo (Low), la técnica de Charlieplexing consiste en usar un tercer estado, el cual permite seleccionar un led en específico, esto se logra por la naturaleza del led, que como su nombre lo indica es un diodo emisor de luz, en donde la corriente continua, fluye del positivo al negativo.

3.3 El Prototipo Beta

La interfaz de usuario tangible que simula un plano cartesiano, se encuentra ensamblado por dieciséis matrices de leds y dieciséis tarjetas con controlador Driver MAX7219, estas mismas se encuentran conectadas en modo cascada, es decir que el pin OUT se conecta al pin IN de la siguiente tarjeta con Driver MAX7219, cada una de estas tarjetas se encuentra conectada con una matriz de leds, al realizar la conexión en cascada se permite el envío y la recepción de datos usando solo 3 pines digitales de la tarjeta Arduino UNO.

El conjunto de todos los elementos forma un panel final de tamaño 32 * 32 (Ver Figura 3), dando así un total de 1024 leds los cuales se manipulan de forma individual. Y respecto a la lectura de la posición se usan 2 pines analógicos de la tarjeta Arduino UNO en donde se conecta un módulo de Joystick, con este módulo es posible desplazarnos por los ejes X y Y.

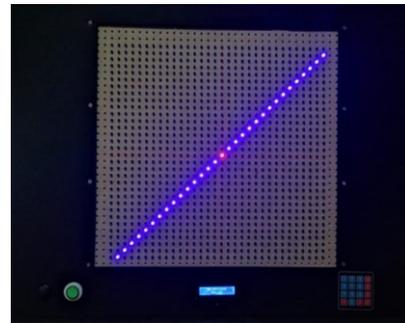


Figura 3: Prototipo Beta Vista Frontal

3.4 Funcionamiento Del Prototipo Beta

La IUT desarrollada puede ser alimentada con una pila de 9 volts, o directamente con la alimentación del puerto USB del ordenador o con una fuente de voltaje que no supere los 12 volts. Cuenta con un botón de encendido, un botón de reinicio y una perilla de iluminación que controla el brillo de un Display LCD de tamaño 16 * 2 en color azul, además también tiene integrado un teclado de matriz de tamaño 4 * 4, estos 2 últimos elementos sirven para interactuar con el usuario, mediante el Display el usuario puede leer instrucciones o información y con el teclado de matriz puede elegir que acciones realizar. Por último, las 16 matrices de leds se controlan mediante un módulo Joystick, con este elemento será posible ubicarse en el punto deseado dentro del plano cartesiano, y bastará solo con deslizarse hacia la dirección deseada que puede ser izquierda, derecha, arriba o abajo; al mismo tiempo al presionarlo permitirá que el usuario pueda encender un led o si así lo desea podrá dibujar (Ver Figura 4). Sobre el mismo plano cartesiano, también se cuenta con un botón de envío de datos, el cual procesará la información, por ejemplo, si el dispositivo da la instrucción de situarse sobre un punto específico, lo primero que se deberá de hacer es ubicar la coordenada y después presionar el botón, después de esto en el Display podremos verificar si la acción realizada fue correcta o no.

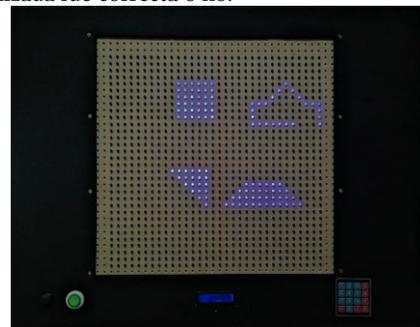


Figura 4: Dibujos Geométricos en el Prototipo Beta

4 Resultados Previos

En la tabla 1 se muestran los resultados en porcentajes de satisfacción de algunas IUT en donde se puede observar la efectividad en el proceso de enseñanza y aprendizaje

implementando el uso de IUT, esto según los resultados arrojados en la literatura consultada.

Tabla 1: Efectividad de las IUT en el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje

Herramienta	Referencia	Área	% Acuerdo
Fractangi	[10]	Matemáticas	100
ARCat	[5]	Algoritmos DFS	83.3
TLogic	[4]	Programación	100
Chemtouch	[7]	Química	100
TangiNet	[7]	Redes	90
		Informáticas	
Virtual Touch	[8]	Matemáticas	84.6

4.1 ¿Por qué usar una interfaz tangible y no una interfaz virtual?

En base a la revisión del estado del arte se observó que el hecho de que los estudiantes puedan comprobar la aplicación de diferentes conceptos en el área de matemáticas y algunas otras áreas, a través de manipular la información con las manos, ayuda a desarrollar más el proceso cognitivo en el proceso de la enseñanza y aprendizaje, de esta manera se estimula el desarrollo de razonamiento en los estudiantes. Además, las IUT son fáciles de transportar, resistentes y ligeras. Igualmente, estas pueden ser manipuladas por pequeños grupos de estudiantes y no requieren que los estudiantes cuenten con dispositivos personales como son computadoras, tabletas electrónicas o teléfonos inteligentes y que además de ser agentes distractores tampoco son accesibles por sus costos elevados y además requieren de comprar una aplicación y adquirir un servicio de internet.

4.2 Pruebas de la versión Beta

Las circunstancias sanitarias por la pandemia de COVID-19 nos han limitado de manera drástica, por tanto, las pruebas no se han podido realizar, sin embargo, en el futuro estas se aplicarán con el objetivo de conocer los alcances de nuestra IUT, en su momento podremos validar su efectividad contra software de computadoras, aplicaciones para tabletas, móviles y la enseñanza tradicional, y así concluir que método de enseñanza es más efectivo. Además, algunos de los temas que podríamos implementar en nuestra IUT son la recta numérica, plano cartesiano, Números negativos y positivos, geometría, pendiente de una recta, etc.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

En este artículo se ha descrito la implementación de una interfaz de usuario tangible que simula un plano cartesiano, y podemos concluir que está podría ser una herramienta de apoyo para usar en las clases diarias. El proceso de implementación y diseño del prototipo alfa, nos indicaron que características no son viables y por ello dejarlas de lado, mejorando de manera significativa la

versión beta, así mismo la incorporación de módulos de temas de matemáticas, gamificación y pruebas con alumnos se deberán de desarrollar más adelante cuando las circunstancias sanitarias por la pandemia de COVID-19 lo permitan.

AGRADECIMIENTOS

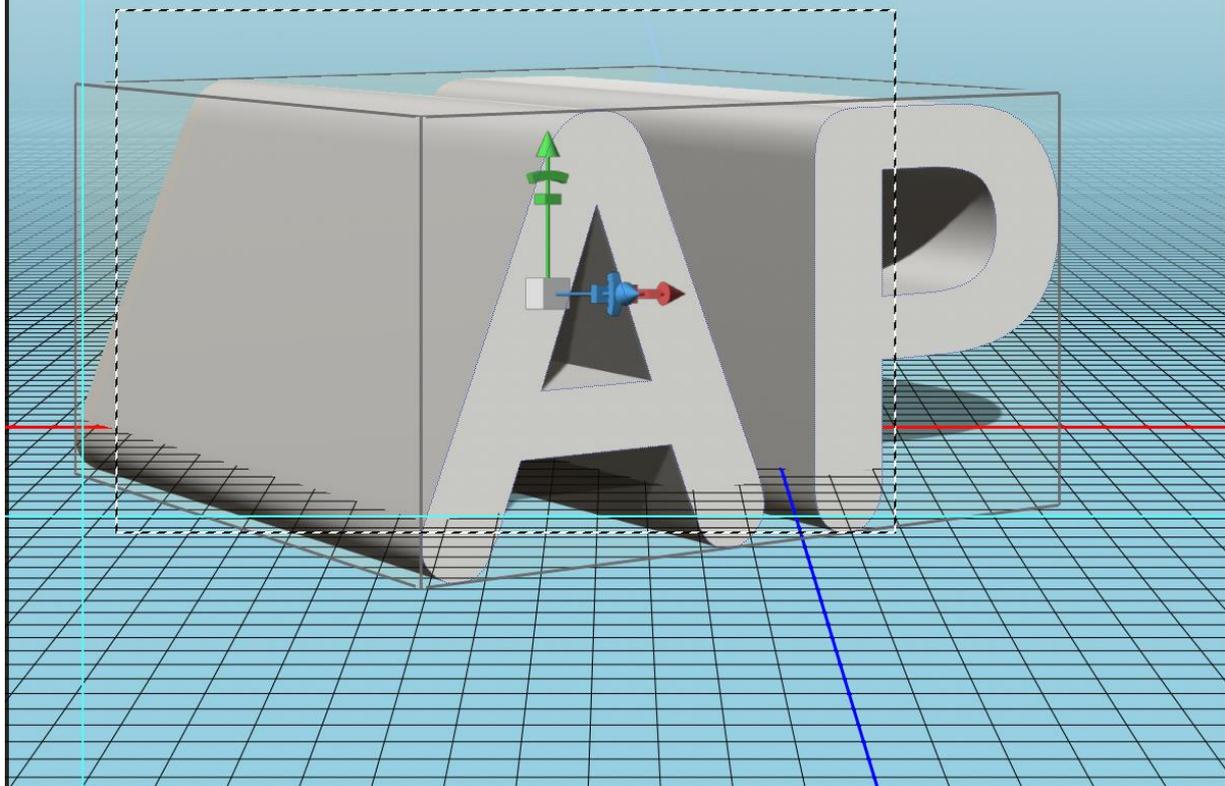
Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACYT) y al tecnológico Nacional de México campus Apizaco por todo el apoyo brindado para realizar este proyecto

REFERENCIAS

- [1] Dimitra Anastasiou and Kirsten Bergmann. 2015. A Gesture - Speech Corpus on a Tangible Interface. 2005 (2015).
- [2] Maxime Cordeil, Benjamin Bach, Yongchao Li, Elliott Wilson, and Tim Dwyer. 2017. Design space for spatio-data coordination: Tangible interaction devices for immersive information visualisation. *IEEE Pacific Vis. Symp.* 2017, (2017), 46–50. DOI:https://doi.org/10.1109/PACIFICVIS.2017.8031578
- [3] Suman Deb, Tutan Nama, and Sandipan Saha. 2018. Designing a Tangible User Interface (TUI) using Leap Motion for Elementary Math Learning. (2018), 702–705.
- [4] Xiaozhou Deng, Danli Wang, and Qiao Jin. 2019. *TLogic: A Tangible Programming Tool to Help Children Solve Problems*. Springer International Publishing. DOI:https://doi.org/10.1007/978-3-030-23712-7_35
- [5] Xiaozhou Deng, Danli Wang, Qiao Jin, and Fang Sun. 2019. ARCat: A tangible programming tool for DFS algorithm teaching. *Proc. 18th ACM Int. Conf. Interact. Des. Child. IDC 2019* (2019), 533–537. DOI:https://doi.org/10.1145/3311927.3325308
- [6] Suraksha Devi and Suman Deb. 2017. Exploring the potential of tangible user interface in classroom teaching-Learning. *3rd IEEE Int. Conf.* (2017), 1–7. DOI:https://doi.org/10.1109/CIAC.2017.7977368
- [7] Michele La Ferla and Tamara Marie Deguara. 2016. CHEMTOUCH Using a Tangible User Interface to Help Students Understand Chemical Compound Formation. January (2016).
- [8] Graciela Guerrero, Andrés Ayala, Juan Mateu, Laura Casades, and Xavier Alamán. 2016. Integrating virtual worlds with tangible user interfaces for teaching mathematics: A pilot study. *Sensors (Switzerland)* 16, 11 (2016). DOI:https://doi.org/10.3390/s16111775
- [9] Anastasios Karakostas, George Palaigeorgiou, and Yiannis Kompatsiaris. 2017. WeMake: A framework for letting students create tangible, embedded and embodied environments for their own steam learning. *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)* 10673 LNCS, (2017), 3–18. DOI:https://doi.org/10.1007/978-3-319-70284-1_1
- [10] Magda Mpiladeri, George Palaigeorgiou, and Charalampos Lemonidis. 2016. Fractangi: A tangible learning environment for learning about fractions with an interactive number line. *Proc. 13th Int. Conf. Cogn. Explor. Learn. Digit. Age. CELDA 2016 Celda* (2016), 157–164.
- [11] Sam Nemeth and Ben Salem. 2017. The values of tangible user interfaces: How to discover, assess and evaluate them? *HCI 2017 Digit. Make Believe - Proc. 31st Int. BCS Hum. Comput. Interact. Conf. HCI 2017* 2017-July, (2017), 1–4. DOI:https://doi.org/10.14236/ewic/HCI2017.11
- [12] Clifford De Raffaele and Geoffrey Buhagiar. 2017. 2017 - Designing a table-top tangible user interface system for higher education. (2017), 285–291.
- [13] Clifford De Raffaele, Serengul Smith, and Orhan Gemikonakli. 2017. Explaining multi-threaded task scheduling using tangible user interfaces in higher educational contexts. *IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON* (2017), 1383–1390. DOI:https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7943028
- [14] Alexander Skulmowski, Simon Pradel, Tom Kühnert, Guido Brunnett, and Günter Daniel Rey. 2016. Embodied learning using a tangible user interface: The effects of haptic perception and selective pointing on a spatial learning task. *Comput. Educ.* 92–93, (2016), 64–75. DOI:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.10.011
- [15] Francisco Zamorano Urrutia, Catalina Cortés Loyola, and Mauricio Herrera Marin. 2019. A tangible user interface to facilitate learning of trigonometry. *Int. J. Emerg. Technol. Learn.* 14, 23 (2019), 152–164. DOI:https://doi.org/10.3991/ijet.v14i23.11433

ARTÍCULOS RELEVANTES YA PUBLICADOS [AP]

El congreso INTERACCIÓN 20/21 ha seleccionado un número de artículos relevantes ya publicados en revistas de impacto para que sean presentados públicamente durante la conferencia. Estas actas locales recogen aquí una breve reseña de dichos artículos, bajo la coordinación de Luis Molina Tanco y Daniel González Toledo.



A summary of the article: Methodology for heuristic evaluation of the accessibility of statistical charts for people with low vision and color vision deficiency

Rubén Alcaraz Martínez
Departament de Biblioteconomia,
Documentació i Comunicació
Audiovisual Universitat de
Barcelona
Barcelona, Spain
ralcaraz@ub.edu

Mireia Ribera
Departament de Matemàtiques i
Informàtica.
Institut de Matemàtiques
Universitat de Barcelona
Barcelona, Spain
ribera@ub.edu

Toni Granollers Saltiveri
Departament d'Informàtica
i Enginyeria Industrial
Universitat de Lleida
Lleida, Spain
antoni.granollers@udl.cat

ABSTRACT

This contribution is a summary of the paper: R. Alcaraz Martínez, M. Ribera, T. Granollers (2021). Methodology for heuristic evaluation of the accessibility of statistical charts for people with low vision and color vision deficiency. Universal access in the information society. doi:10.1007/s10209-021-00816-0. The research presented in this paper aims to create a set of heuristics to evaluate the accessibility of statistical charts focusing on the needs of people with low vision (LV) and color vision deficiency (CVD). To do so, a set of heuristics was developed based on the methodology by Quiñones et al. [6]. Once created a first version set of heuristics (17 indicators) was applied on two evaluations. After the evaluations, the list has been amplified to 18 indicators and received other improvements: the scoring was simplified, and the authors created further documentation for evaluators. This research is a first step in the direction to create accessible charts for people with low vision, a user profile normally forgotten in digital accessibility research.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing • Accessibility • Accessibility design and evaluation methods

KEYWORDS

Charts, Data visualization, Accessibility, Heuristic evaluation, Low vision, Color blindness

1 Introduction and background

Statistical charts have an important role in conveying, clarifying and simplifying information, thus making information more accessible to everybody [1] because they improve the

understanding of big volumes of data very efficiently and reduce the cognitive load associated with reading and digesting textual and tabular information. Low vision (LV) is defined as the condition under which a person's vision could not be corrected completely with correcting lenses. LV difficulties may be classified under five different categories: visual acuity; light sensitivity; contrast sensitivity; field of vision; and color vision deficiency (CVD).

A previous literature research [2] unveiled an important lack of publications and guidelines focused on the accessibility of statistical charts for people with LV and CVD. This identified gap adds to the existing marginality of a user group representing the 97% of people with visual disabilities [3], in the field of accessibility research.

2 Methodology and results obtained

The research presented in this paper is based on the Heuristic Evaluation (HE) method, one of the most efficient usability evaluation techniques without users [4]. Although there is no a clear agreement on the best suitable process or methodology to develop heuristics within the literature [5], this research adopts the proposal by Quiñones et al. [6] of a formal and systematic methodology as the framework of reference and complements it with the metrics proposed by Jiménez et al. [7] to validate the efficiency of the proposed indicators compared to an existing heuristic list control. This methodology has eight stages. Each one is summarized below, and the results obtained are detailed: 1) **exploratory stage**: the focus of this stage is to do a literature review with the goal to collect information in order to develop the heuristic list thorough a review of WCAG 2.1 and concomitant documents and tried to gather all criteria related to the subject of this work. As a second step the authors carried out a literature review about charts accessibility for LV users [2]; 2) **experimental stage**: the objective of this stage is to analyze data obtained from previous experiments to retrieve additional

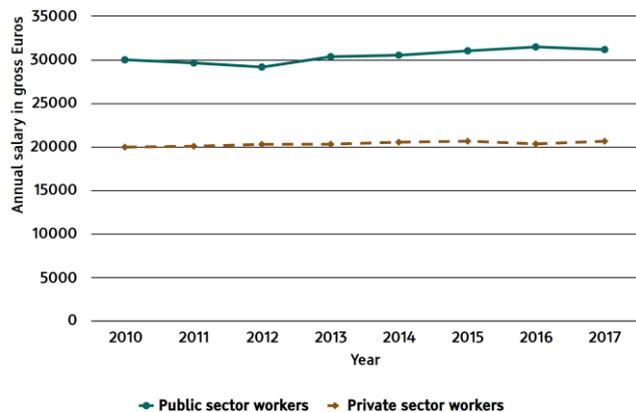
This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



information not identified during the first stage. However, the authors did not find any previous research with a focus on charts accessibility for users with LV; 3) **descriptive stage**: in this stage the focus was on selecting and prioritizing the most important questions within the collected information during stage 1 and 2; 4) **correlational stage** is used to map features and functionalities of the heuristic evaluation domain with attributes from the usability and user experience (UX) fields, as well as with additional pre-existing heuristics, in an attempt to reconcile domain features and functionalities with UX and attributes related. The features and functionalities were matched with other heuristics sets [8-12] and with WCAG 2.1 [13]. Many indicators, specific to charts and their elements did not find a counterpart in any other guidelines; 5) the objective of the **selection stage** is to review the list of indicators created up to this point and decide whether to keep, adapt or delete; 6) in the **specification stage** the heuristics were formally defined. As a result, a total of 17 heuristics were obtained: title, legend, axes, caption, abbreviations, print version, short text alternative, long description, safe colors, contrast, legibility, image quality, resize, focus visible and personalization. It was also established a 7-point Likert scale to score the heuristics and weighted depending on their impact or severity into 3 levels: low impact (1), average impact (2), high impact (3).

Average salary information for Spanish Workers, 2010-2017

Source: Ministry of Finance and Civil Service / Spanish Statistical Office (2017)



Zapatero cuts salaries of the public sector workers by 5% and freezes it in 2011. In 2013, they recover the Christmas bonuses and the other extra bonuses, between 2015 and 2016. highcharts.com

Figure 1: Accessible chart that meets the heuristics: Tiresias font family, font size between 16-20px, brief and descriptive title and axes titles, legend, safe colors and the use of different patterns for better differentiation, a contrast ratio of 6.9:1 and 6.4:1 for marks, information about the data source, short alternative text, a complementary caption with a brief comment, compatible with keyboard navigation, focus visible and tooltips with data associated, customizable (SVG format), and an equivalent data table. Chart developed with Highcharts Library. Available at: <http://rubenalcaraz.es/graficos/ejemplos/example.html>.

7) **validation stage**: in this stage the set of heuristics were validated through a heuristic evaluation [14]. At this point, the methodology was complemented by the calculation of four quality metrics [8]: ratio of unique problems; ratio of problem dispersion; ratio of severity; and ratio of specificity. The results show that the proposed heuristics identify more unique problems, problems are better distributed, more severe and specific than in the control set (a WCAG relevant success criteria selection), and therefore the new set of heuristics is much more suitable for evaluating the accessibility of charts; 8) **refining stage**: in this stage the Likert scale was reduced to 5 points; a new heuristic was added (With no disturbing elements), and the descriptions of all of the heuristics were improved to better understanding by evaluators.

3 Conclusions and future work

The research presented shows a proposal of 18 heuristic indicators for a quantitative evaluation of the accessibility of statistical charts on the Web. As a future work, the research team is working on the incorporation of users, to further validate the set of heuristics. Another future line of work, incorporated in another recent work [15] would be to complement the score obtained by calculating the severity (frequency, impact, and persistence) of the problems.

REFERENCES

- [1] C. McCarthieNeville; M. Koivunen (2000). Accessibility features of SVG. W3C. <https://www.w3.org/TR/2000/NOTE-SVG-access-20000807/>.
- [2] R. Alcaraz Martínez; M. Ribera; T. Granollers (2020). La accesibilidad de los gráficos estadísticos para personas con baja visión y visión cromática deficiente: revisión de alcance y perspectivas. *Interacción: revista digital de AIPO*, 1.
- [3] WHO (2018). Blindness and vision impairment. Fact sheets. World Health Organization, Geneva. <https://bit.ly/3uOyqJ8>.
- [4] C. Paddison; P. Englefield (2004). Applying heuristics to accessibility inspections. *Interact. Comput.* 16(3), 507-521 (2004). doi:10.1016/j.intcom.2004.04.007
- [5] G. Sim, et al. (2009). Evidence based design of heuristics for computer assisted assessment. *Proc. Hum. Comput. Interact.* 2009, 204-216.
- [6] D. Quiñones; C. Rusu; V. Rusu (2018). A methodology to develop usability/user experience heuristics. *Comput. Stand. Interfaces* 59, 109-129. doi:10.1016/j.csi.2018.03.002
- [7] C. Jiménez; H. Allende Cid; I. Figueroa (2017). PROMETHEUS: procedural methodology for developing heuristics of usability. *IEEE Lat. Am. Trans.* 15(3), 541-549. doi:10.1109/TLA.2017.7867606
- [8] J. Nielsen (1994). Enhancing the explanatory power of usability heuristics. In: *Proceedings ACM CHI'94 Conf.*, pp. 152-158.
- [9] M. Koivunen; & C. McCarthieNeville (2001). Accessible graphics and multimedia on the Web. World Wide Web Consortium (W3C)/MIT. <https://www.w3.org/2001/05/hfweb/heuristics.htm> (2001).
- [10] S. Evergreen (2018). Presenting data effectively: communicating your findings for maximum impact. SAGE, Thousand Oaks.
- [11] D. Boudreau (2019). Supporting the design phase with accessibility heuristics evaluations. <https://bit.ly/3whToAP>.
- [12] G. Brajnik (2011). Barrier walkthrough. <https://bit.ly/3hoUg2h>.
- [13] W3C (2018). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>.
- [14] R. Alcaraz Martínez; M. Ribera; T. Granollers; A. Pascual (2020). Accesibilidad para personas con baja visión de los gráficos estadísticos en la prensa digital: una propuesta metodológica basada en indicadores heurísticos. *Prof. Inform.* 29(5) (2020). doi:10.3145/epi.2020.sep.15.
- [15] R. Alcaraz Martínez; R.; M. Ribera (2020). An evaluation of accessibility of COVID-19 statistical charts of governments and health organisations for people with low vision. *Prof. Inform.* 29(5). doi:10.3145/epi.2020.sep.14.

A summary of the article: Mobile music recommendations for runners based on location and emotions: The DJ-Running system

Sandra Baldassarri, F.Javier Zarazaga-Soria, Pedro Álvarez
Computer Science and Systems Engineering Department
University of Zaragoza
Zaragoza, Spain
{sandra,javy,alvaper}@unizar.es

ABSTRACT

This contribution is a summary of the paper: "Mobile music recommendations for runners based on location and emotions: The DJ-Running system", ÁLVAREZ P., ZARAZAGA-SORIA FJ., and BALDASSARRI S. 2020. *Pervasive and Mobile Computing* 67 (September). DOI:10.1016/j.pmcj.2020.101242.

In the paper, a context and emotion-aware system for the recommendation and playing of *Spotify* songs is presented. It consists in a location-based mobile application that interacts with a novel emotional wearable and a recommendation service that predicts the next song to be recommended. These predictions are performed by an intelligent system that combines artificial intelligent techniques with geodata and emotionally-annotated music. A wide variety of location-based services and music services available in Internet have been integrated into the recommender in order to support the decision-making process in a real environment. The final solution has been customised to be tested in the city of Zaragoza.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Human computer interaction (HCI)**; *Interaction devices*; Ubiquitous and mobile computing; Interactive systems and tools.

KEYWORDS

Context-aware applications and services, music recommendation, emotions, geodata integration, running

1 INTRODUCTION

Many people listen to music while running. Different studies conclude that music can produce a motivational effect and can help to mitigate the fatigue and to improve the runners' performance. These effects vary depending on the user's location, the emotions that she/he feels at each moment or the type of training session. Therefore, playing songs without considering the runner's context or the particularities of training reduces the benefits that could be obtained through the music. *Context-aware music recommendation systems* arise as an interesting solution to the above problem by predicting dynamically the next song to be played based on different variables, as location, time, weather, physiological state or

physical activities. Although most systems consider the physical user location, however they do not take all advantages of other important information related to the users' environment and the effects that it can generate in the users.

DJ-Running is a research project which goal is to address some of the above challenges in order to develop a new generation of context and emotion-aware mobile applications for runners.

In the paper "Mobile Music Recommendations for Runners based on Location and Emotions: the DJ-Running System" [1] we present a novel location-based system that consists of (1) a mobile application that interacts with the emotional wearable and plays music from the *Spotify* streaming service, (2) a music recommendation service based on geographic knowledge, emotions and personalized training plans for runners, and (3) a software infrastructure of geographic services and data providers that supports the decision components integrated into the system.

2 THE DJ-RUNNING MOBILE APPLICATION

The mobile application plays personalised music considering the runner emotions and the environment in which she/he is running. It interacts with three external systems: an emotional wearable for runners designed previously as part of the project, a *music recommendation service* and the *Spotify* streaming service. The wearable integrates a set of physiological sensors that monitor to the runner during the physical activity. The sensor data are sent periodically to the runner's mobile phone and, then, locally processed by an emotion interpretation system for determining the user's emotion in real time.

The mobile application is initialized with a User Profile service that asks the user about the type of runner (beginner, half-marathon and marathon runner), demographic data and musical preferences. During the training sessions, the application offers different plans for each type of runner (beginner, half-marathon and marathon runner). Before starting to run, the runner must select a training session of the plan she/he is following. Besides, she/he must also introduce her/his emotional state at that moment (happy, relax, stressed, etc.). Each type of training consists of a different sequence of exercises and, therefore, requires different music recommendations for improving the runner's motivation and/or performance. After that, the application starts to play music provided by the recommendation service, considering the runner's profile, the data introduced before starting the activity and the data recorded during the activity (see Figure 1).

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



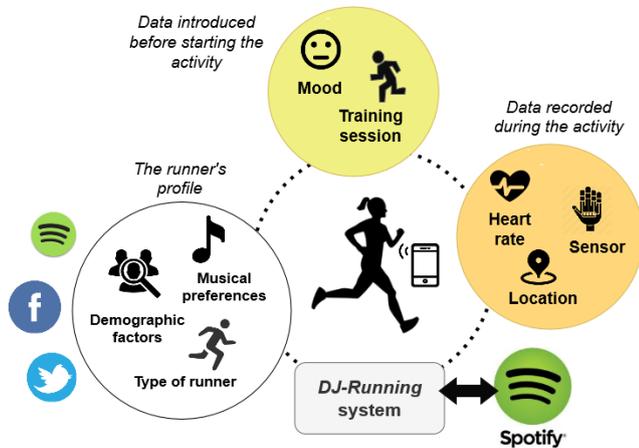


Figure 1: DJ-Running System and the factors considered related to the user's context

3 THE MUSIC RECOMMENDATION SYSTEM

The music recommendation service determines the next song to be played at each moment, considering the set of contextual factors previously mentioned (Figure 1). It is based in a Music Emotion Recognition (MER) system previously developed that consists of a set of machine learning models that annotate emotionally the songs, according to what the user feels when listens to a song. *Spotify* users' playlists and the emotional descriptions associated with these playlists have been used to determine the users' feelings, and from these to build and train the machine learning models. And, finally, the *Spotify* streaming service is used for playing remotely the recommended songs.

The prediction of the next song to play is based on the runner's context and emotions. The input parameters are processed for obtaining a set of variables that describe the environment in which the user is running and what she/he is feeling. Then, the variables are interpreted by a rule engine for deciding the emotion to induce to the runner through the music at that moment. And, finally, that emotion is translated to the system in order to search the music that satisfies the requirements.

Before implementing the prediction process, it was needed to select the set of variables of interest. Three kinds of variables have been considered: the contextual variables based on the user's location, the emotional variables and the runner model variables. The contextual variables describe the characteristics and conditions of the environment in which the user is running. As this description can be complex and involve a wide variety of variables, we organised *discussion groups* with runners and published a *Web-accessible survey* for discovering the contextual variables that can affect runners' motivation and performance. The emotional variables describe the affective state of the runner at that moment and the evolution of this state during the training session. The current version of the system only considers the emotion that the runner is feeling at each moment. This emotion is determined from the user's affective state which is an input parameter, and it will be changing and capturing through the wearable during the training. And, finally, the runner

model variables consist of the user's genre and the range of age, her/his preferred musical genres, the type of runner (beginner, half marathon or marathon runner) and the type of training session that she/he is doing.

Following, a rule engine has been used for determining the emotion to provoke in the runner through the music. The engine receives, as input, the values of variables obtained in the previous step. Internally, the engine integrates a corpus of knowledge composed by two sets of rules that are evaluated using those input values: the contextual rules (C-rules) and the training rules (T-rules). The C-rules determine how the environment in which the user is running affects her/his emotions. These rules were created from the conclusions of the discussion groups and the Web questionnaire, and are evaluated using, as inputs, the values of contextual and emotional variables. On the other hand, different T-rules have been defined for each type of training session with the help of running coaches. The values related to the runner profile (in particular, the type of training session that she/he is doing and the type of runner) are used to select the concrete T-rules to be evaluated.

4 INSTALLATION OF THE SYSTEM IN THE CITY OF ZARAGOZA

The testing of the music recommendation system has been carried out in the city of Zaragoza, Spain. The main goal of this testing has been to customize the proposed technological architecture in order to be deployed in the selected area and to evaluate the system's operation in a real scenario.

5 CONCLUSIONS

In this paper, a location-based mobile application that monitors the runner's physical activity and plays *Spotify* songs during the training sessions is presented. The recommendation of songs is based a set of contextual and emotional variables that describe the environment in which the user is running and what she/he is feeling at each moment. A rule-based system evaluates these variables from the perspective of each particular type of training and predicts the songs to be recommended. In these predictions geodata play a relevant role, and for this reason it was necessary to integrate an infrastructure of the geographic services and providers into the solution. The resulting system is a complete solution that combines proposals of different engineering fields.

ACKNOWLEDGMENTS

This work has been partially supported by the Aragon regional Government (projects DisCo-T21-20R, AffectiveLab-T60-20R, IAAA-T59-20R) and the Spanish Government (projects TIN2017-84796-C2-2-R, TIN2017-88002-R, RTI2018-096986-B-C31).

REFERENCES

- [1] P Álvarez, FJ Zarazaga-Soria, and S Baldassarri. 2020. Mobile music recommendations for runners based on location and emotions: The DJ-Running system. *Pervasive and Mobile Computing* 67 (2020), 101242.

Reseña del artículo: 3D Tune-In Toolkit: An open-source library for real-time binaural spatialisation

Maria Cuevas-Rodríguez

Daniel González-Toledo

Carlos Garre*†

Ernesto de la Rubia-Cuestas

Luis Molina-Tanco

Arcadio Reyes-Lecuona

Departamento de Tecnología Electrónica,

Universidad de Málaga, Málaga, Spain

{mariacuevas; dgonzalez}@uma.es

carlos.garre@gmail.com

{ernestodelarubia; lmtanco; areyes}@uma.es

Lorenzo Picinali
Dyson School of Design Engineering,
Imperial College London,
London, United Kingdom
l.picinali@imperial.ac.uk

ABSTRACT

Esta contribución es un resumen del trabajo: *3D Tune-In Toolkit: An open-source library for real-time binaural spatialisation*, M. Cuevas-Rodríguez, D. González-Toledo, C. Garre, E. de la Rubia-Cuestas, L. Molina-Tanco, A. Reyes-Lecuona, PLoS One, vol. 14, no. 3, p. e0211899, Mar. 2019,

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211899>.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing • Interaction paradigms • Virtual Reality

KEYWORDS

Audio binaural, Realidad Virtual, Psicoacústica.

1 Introducción

La espacialización binaural se refiere a la habilidad que tiene nuestro sistema auditivo para interpretar todas las características del sonido que llega a nuestros oídos y percibir la localización de las fuentes sonoras en el espacio tridimensional. Estas características del sonido se agrupan en: indicios binaurales, basados en las diferencias entre las señales que llegan a cada oído, y que a su vez se dividen en diferencias en tiempo (ITD) y en nivel (ILD); y los indicios monoaurales, basados en las modificaciones del sonido al entrar en contacto con el torso, los hombros, la cabeza y el pabellón auditivo del oyente. Todos estos indicios forman un conjunto de filtros dependientes de la dirección de la que provenga el sonido, conocido como HRTF (Head Related Transfer Function). Una dirección determinada

*La afiliación utilizada es la misma que la del artículo al que se hace la reseña.

†Afiliación y dirección actual: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Spain.

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



viene caracterizada por una repuesta al impulso o HRIR (Head Related Impulse Response). La HRTF es individual para cada oyente y representa una caracterización completa de los indicios utilizados por este para localizar una fuente en un entorno anecoico, donde el sonido viaja por un camino directo desde la fuente hasta el canal auditivo del oyente. En un entorno cerrado, como una habitación, al camino directo se le añaden una serie de reflexiones del sonido en las diferentes paredes y obstáculos. Al conjunto de filtros que caracterizan este caso se les conoce como BRIR (Binaural Room Impulse Response).

La simulación de audio binaural consiste en, dado un estímulo de audio mono y anecoico, procesarlo añadiendo los indicios auditivos descritos anteriormente. El audio se entregará al oyente mediante unos auriculares, y éste será capaz de interpretar la dirección de la que proviene fuente, así como ciertas características de la sala en la que se encuentra.

Este artículo presenta la librería 3DTI Toolkit, que lleva a cabo la simulación de audio binaural dentro de entornos virtuales dinámicos. Aunque que existen numerosas herramientas para la simulación de audio binaural, la principal motivación para el desarrollo de una librería desde cero fue la necesidad de ofrecer varias características que, en conjunto, no estaban disponibles en otras herramientas: soporte multiplataforma (incluido web), código abierto, simulación de fuentes estáticas y en movimiento en todo el entorno 3D (incluyendo distancias muy cercanas y lejanas), transiciones suaves en situaciones dinámicas sin artefactos audibles, carga y personalización de HRTFs personalizados y simulación de sonido reverberante espacializado.

2 Componentes y algoritmos de renderizado del 3DTI Toolkit

El 3DTI Toolkit espacializa cada fuente de sonido de forma separada para el camino directo (anecoico) y el camino de reverberación que recorre la señal desde la fuente hasta el oyente. Los algoritmos que se han implementado en cada uno de los caminos se muestran en la Figura 1.

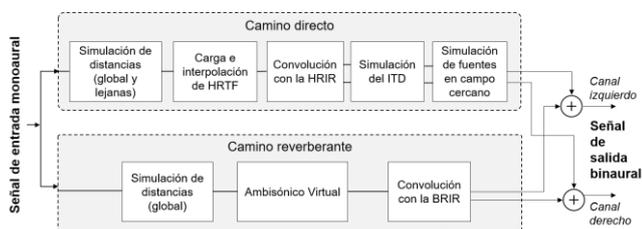


Figure 1: Estructura del 3DTI Toolkit para el espacializado binaural de una fuente de audio mono.

Simulación de distancias. Para simular la distancia de la fuente, el Toolkit implementa un algoritmo de atenuación de la señal para el desplazamiento de una onda esférica, donde ésta es atenuada 6dB cada vez que se dobla la distancia entre la fuente y el oyente. Para distancias muy grandes (mayores de 15 m.), el 3DTI Toolkit simula la atenuación producida por la absorción del aire con un filtrado paso bajo, diseñado siguiendo el estándar ISO9613-1.

Carga, interpolación y convolución de HRTF. El Toolkit permite la carga de una HRTF medida en posiciones arbitrarias en formato SOFA. Para poder simular una fuente proveniente de cualquier punto del espacio 3D, en primer lugar, se hace una corrección del efecto de paralaje que ocurre cuando una fuente no está posicionada a la misma distancia donde se midió la HRIR. Esta corrección se basa en la modificación de los ángulos relativos entre la fuente sonora y cada uno de los dos oídos. En segundo lugar, se lleva a cabo una interpolación baricéntrica que calcula la HRIR en el punto deseado utilizando las tres HRIRs conocidas más próximas. Finalmente, se convoluciona cada fuente con su correspondiente HRIR.

Simulación del ITD. Las HRIRs deben ser cargadas en el Toolkit con el retardo inicial (o ITD si tenemos en cuenta la diferencia de retardo entre los dos oídos) eliminado de la respuesta al impulso y almacenado en un campo diferente. Así, la interpolación presentada anteriormente se lleva a cabo entre HRIRs alineadas, reduciendo el efecto de filtro de peine. Tras la interpolación, el Toolkit añade el ITD, bien calculado con una interpolación baricéntrica de los ITDs de las HRIRs más cercanas, o bien calculado en base al radio de la cabeza del oyente, utilizando la fórmula de Woodworth. Además, se implementa un algoritmo para evitar los artefactos auditivos que se producen cuando el ITD cambia, lo que ocurrirá en entornos dinámicos. Este algoritmo implementa una compresión o expansión de las muestras del buffer de audio según el cambio de valor del ITD.

Simulación de fuentes en el campo cercano. El 3DTI Toolkit realiza una corrección de la HRIR para simular fuentes que se encuentran en el campo cercano (distancias menores a 2 m.), donde el ILD tiene un efecto diferente a otras distancias. Para ello implementa un algoritmo basado en un *filtro de diferencias*, el cual sigue el modelo de cabeza esférica presentado por Duda & Martens. Este filtro predice las diferencias espectrales entre una fuente de campo cercano y una fuente situada en la misma dirección, pero a la distancia en que se midió la HRIR

(generalmente 2 m.). En este caso, para minimizar los artefactos auditivos que se producen en entornos dinámicos, se lleva a cabo un cross-fading lineal de los coeficientes del filtro de diferencias.

En el camino de reverberación, la simulación de distancias y la convolución con el BRIR (sin incluir el camino directo) se lleva a cabo con los mismos algoritmos descritos anteriormente para el camino directo. En este caso las fuentes no se espacializan de forma separada, como en el camino anecoico, sino que se procesan todas juntas como se explica a continuación.

Ambisónico Virtual. Haciendo uso de una aproximación virtual Ambisónica, las señales de audio se codifican juntas en un formato Ambisónico de primer orden. Esto mantiene parte de la información espacial de las fuentes, aunque con una baja resolución. Seguidamente, se convoluciona cada canal Ambisónico con una respuesta al impulso codificada también en éste espacio. El 3DTI Toolkit implementa un algoritmo de convolución uniformemente particionada con Overlap-Save (UPOLS). Esta técnica, basada en FFTs, particiona la respuesta al impulso del filtro en un conjunto de bloques del mismo tamaño que el buffer de entrada de audio, lo que permite que las operaciones de convolución se realicen de manera muy eficiente, lo que es importante en el caso de las BRIRs, que pueden ser muy largas. Finalmente, estas señales se decodifican en una serie de altavoces virtuales que se encuentran en unas posiciones conocidas, para las que previamente se han cargado las BRIRs. De este modo, se reduce el número de convoluciones necesarias.

3 Conclusiones

Este artículo presenta muy brevemente el 3DTI Toolkit, una librería C++ de código abierto para la espacialización binaural, disponible en https://github.com/3DTune-In/3dti_AudioToolkit. Esta herramienta tiene como objetivo ser utilizada como base para la creación de experimentos de psicoacústica. Para ello cumple una serie de requisitos como son su modularidad, gran control a bajo nivel, ser multiplataforma y de código abierto y su buen funcionamiento en situaciones dinámicas, con simulaciones muy realistas de baja latencia y fuentes en movimiento con transiciones suaves entre diferentes posiciones de la fuente donde no aparecen artefactos audibles. La implementación de todas las funcionalidades incluidas en la librería, dentro de una herramienta disponible bajo una licencia GPL, proporciona el control total sobre el proceso de espacialización, así como abre la posibilidad a futuros desarrollos dentro de la comunidad científica de investigación en audio 3D.

ACKNOWLEDGMENTS

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención nº 644051.

A summary of the paper: Combining Software Engineering and Design Thinking Practices in the Ideation Process of Augmented Digital Experiences

Paloma Díaz and Ignacio Aedo
Computer Science Department
Universidad Carlos III de Madrid
Leganés, Spain
pdp@inf.uc3m.es, aedo@ia.uc3m.es

ABSTRACT

This manuscript is a summary of Díaz, P., & Aedo, I. (2020). Combining Software Engineering and Design Thinking Practices in the Ideation Process of Augmented Digital Experiences. *Interacting with Computers*, 32(3), 279-295. The original paper describes a codesign tool called CoDICE to combines design thinking and software engineering practices to support multidisciplinary and distributed teams in the ideation process of augmented experiences. CoDICE extends co-design events through a distributed virtual space that makes it possible to document and elaborate further design constituents some of which push reflection upon technological interventions from different perspectives including the scenarios of use, goals or potential users. The utility of the tool was assessed both in a long-term project and short-term events.

CCS CONCEPTS

Human-centered computing-Participatory design • Human-centered computing-Collaborative and social computing devices

KEYWORDS

Design thinking; codesign; software engineering

1 Introduction

Ubiquitous and augmented computing are creating a rich technological substratum to improve human experiences whose design intertwines human practices and expectations, spaces (virtual and physical), and complex digital artifacts [1]. The first step consists of framing the problem and understanding the interaction ecosystem, made up where people, technologies and spaces coexist and interrelate. With this purpose different types

of professionals, including hci experts, developers, designers, stakeholders and end users, engage in co-design, that is, in a participatory, long-term, open, exploratory and iterative process [2] where creativity, deliberation and argumentation are essential to justify all the design decisions. The heterogeneity of participants brings richness of perspectives as well as some challenges that are analyzed in the depth in the original paper. We posit that combining design thinking and software engineering practices can contribute to face some of such challenges without compromising the required flexibility and richness of expression [3]. Based on this approach the CoDICE tool to support co-designers in the ideation process of augmented tangible experiences is presented. The design principles and process are described thoroughly in the original paper [1] as well as its evaluation in different types of events. In this summary we highlight the main contributions of this work.

2 Related works

This section starts by reviewing the challenges of co-design events focusing on 6 that are specifically addressed in this work: (C1) support for multiple spaces since design happens in different places and at different moments; (C2) support the exploration of multiple ideas to enable a social process of creativity; (C3) generate a shared representation of the outcomes to improve communication in multidisciplinary teams; (C4) make explicit the process, the goals of design outcome and their relationships so each participant understands the purpose and value of her contribution; (C5) support documentation and information processing to be able to transmit design knowledge; and, (C6) justify the design decisions the and product evolution to learn from the experience. There are software tools that support experienced designers to share and comment their outcomes [4]. Compared to them CoDICE provides a shared design space that is structured according to the semantics of the domain of application, and offers a systematic approach to guide expert and novice designers through a process that is fuzzy and unstructured.

3 CoDICE design and evaluation

CoDICE is a virtual co-design space that supports documentation and further elaboration of ideas and early designs. The tool deals with both divergent and convergent design as shown in Figure 1:

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



the mobile app is used to capture resources in situated design that are further developed in the desktop application. The system was developed following an iterative approach in which co-design events were used to inform the design decisions. It was connected with an early-prototyping tool to test ideas as described in [5].

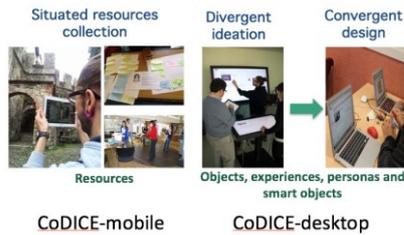


Figure 1: CoDICE design support [1]

Ideas and designs are documented using Design Boundary Objects (DBOs) organized in a conceptual model (see figure 2) that defines relationships used for traceability and validation purposes. Divergent thinking is documented in the Ideas co-design space where “Physical objects can be enhanced through encounters that make use one or more augmented concepts to improve the experience of one or more personas”. Similarly, in the Convergent Design space “Personas experience scenarios in which prototypes are used. Prototypes might be evolutions of other prototypes and they satisfy a number of requirements”. DBOs can include different multimedia items and can be commented and voted by participants. Control version is also supported as well as the traceability of ideas through direct linking.

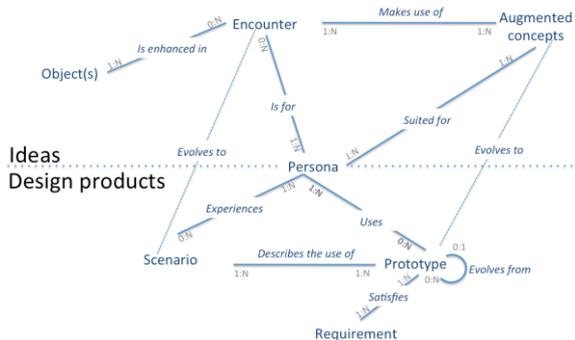


Figure 2: CoDICE conceptual model [1]

Two types of evaluations are reported: short-term co-design workshops in which the tool enabled multidisciplinary teams of novice designers to explore and structure ideas; and a long-term co-design project where the tool facilitated traceability, documentation, the reuse of design components, and the shared elaboration of the design rationale and evolution of prototypes.

4 Discussion

The last section of the paper discusses the tool utility by describing how it combines software engineering and design

thinking practices, and introducing two different scenarios of use that focus on how it helped expert and novice designers. The challenges identified in section 2 are revisited to show how they are addressed (see Table 1).

Table 1: CoDICE design support [1]

Challenge	CoDICE approach
C1	Situated design and free ideation are supported whether using CoDICE-mobile or directly uploading files to CoDICE-desktop. CoDICE-desktop supports synchronous and asynchronous documentation of and reflection upon the design outcomes, going beyond the limits of colocated meetings
C2	All ideas are kept in the tool as well as the reasons why they did or didn't evolve into design concepts
C3	DBOs are organized in a conceptual model of the domain that has been tested through formative evaluations. Co-designers document their outcomes using any kind of information resource (from text to pictures, videos, files..). DBOs can be revisited and commented by all participants at any time
C4	DBOs are related in order to make explicit the relationship among design tasks. Validation rules force to follow a certain process
C5	DBOs document the design outcomes in a flexible, meaningful and evolutionary way. Links in the tool interface facilitate also traceability of the relations among outcomes as well as of their evolution
C6	Ideas cannot be moved to the design space till they are not explored enough and have at least a SWOT matrix DBOs include comments and votes from the co-designers. Prototypes include known uses to provide evidence on their empirical evaluations

5 Conclusions

This is a summary of a paper already published [1] that is relevant for the INTERACCIÓN conference since it introduces a holistic process that takes profit from the flexibility and expressivity of generative methods and, at the same time, provides means to softly structure and document the process to facilitate communication about why and how digital and interactive artifacts were created and how they evolved.

ACKNOWLEDGMENTS

meSch is funded by EC FP7 'ICT for access to cultural resources' (ICT Call 9: FP7-ICT-2011-9) under the Grant Agreement 600851.

REFERENCES

- [1] Díaz, P., & Aedo, I. (2020). Combining Software Engineering and Design Thinking Practices in the Ideation Process of Augmented Digital Experiences. *Interacting with Computers*, 32(3), 279-295.
- [2] Sanders, E. B.-N. and B. Westerland (2011). Experiencing, exploring and experimenting in and with co-design spaces. *Proc. Nordic Design Research Conference*
- [3] Bernal, M., Haymaker, J. R., & Eastman, C. (2015). On the role of computational support for designers in action. *Design Studies*, 41, 163-182.
- [4] Junttoo (2019) <http://blog.junttoo.co/design-collaboration-tools/> last accessed on June 2019
- [5] Díaz, P., Aedo, I., & Bellucci, A. (2017). Integrating End Users in Early Ideation and Prototyping: Lessons from an Experience in Augmenting Physical

A summary of the article: Digitizing the Txalaparta

Computer-Based Study of a Traditional Practice

Enrique Hurtado

Arte y Tecnología, Bellas Artes,
University of the Basque Country,
UPV/EHU,
48940 Leioa, Spain
enrique.hurtado@ehu.eus

Thor Magnusson

Department of Music, University of
Sussex, Falmer, Brighton, BN1 9QJ,
United Kingdom
T.Magnusson@sussex.ac.uk

Josu Rekalde

Arte y Tecnología, Bellas Artes,
University of the Basque Country,
UPV/EHU,
48940 Leioa, Spain
josu.rekalde@ehu.eus

ABSTRACT

This contribution is a summary of the paper: Digitizing the Txalaparta. Computer-Based Study of a Traditional Practice.

Enrique Hurtado, Thor Magnusson, and Josu Rekalde. 2020. Digitizing the Txalaparta: Computer-Based Study of a Traditional Practice. *Comput. Music J.* 43, 2–3 (June 2020), 125–141. DOI: https://doi.org/10.1162/comj_a_00522 This article describes a software implementation dealing with the ancient Basque musical tradition of the txalaparta. The research is different from earlier studies of the txalaparta in that, by digitizing the instrument and its performance rules, we have had to formalize and make explicit conventions that hitherto have been tacit knowledge of improvisational practice. Analysis through software development is an unusual case of musicological analysis as it demands clarity and precision, and often requires multidisciplinary approaches to understand the studied subject. We have developed software in order to analyze and understand a practice that has received little musicological analysis. By expounding musical patterns and performers' behaviors that have hitherto been difficult to analyze, we reveal the social and cultural aspects of performance practice.

The txalaparta constitutes a percussion tradition that originates from the rural areas of the Basque Country. The instrument belongs to the category of struck idiophones and consists of thick planks of wood placed horizontally on two trestles, and beat vertically with heavy wooden batons.



Figure 1: The Ugarte Brothers playing a txalaparta. (Photo by Xabier Eskisabel. Creative Commons BY-SA.)

The txalaparta was an obscure tradition of unknown origins that was not integrated into the mainstream tradition of Basque folk music until the last few decades. In the mid-1960s the practice of txalaparta playing had almost disappeared and was unknown to most people in the Basque Country. The recovery of txalaparta during the 1960s, and its evolution since then, is an interesting process for two key reasons. First, like other traditional music, the txalaparta has custom and unique sets of formal rules that have proved inspiring to practitioners of experimental music. Second, the process of its recovery happened under a strong influence of avant-garde artists in the Basque Country during the 1960s and 1970s.

The renewed interest in the txalaparta in the 1960s was concurrent with globally emerging compositional trends in experimental music that emphasized process-based and nonlinear compositions which sometimes embraced improvisation and the use of semi-open rules. It was at the 1972 Encounters Festival in Pamplona that both Reich and Cage expressed their interest on the txalaparta.

This can be explained analyzing the old txalaparta characteristics, some of them close to music made by experimental music authors in those days, such as the lack of defined rhythm and tonality; the use of collaborative

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



improvisation defined by generative rules; the exploration of timbre; the economy of the language; the use of repetition and pulse; and the process of using alternation in the construction of the rhythm.

A key objective of the Digital Txalaparta was to understand and formalize the rules manifested in txalaparta playing, such that we could develop software applying those rules and possibly understand the practice from a different perspective. We also wanted to understand why did the txalaparta catch the interest of artists and musicians in the 1960s and 1970s. Finally, we were interested in reflecting on the reactions of the musicians who worked with our software.

Our aim was to create software that would produce generative txalaparta rhythms and that could run on standard laptops without the use of expensive sound interfaces or sensors. The result was the Digital Txalaparta, software in two parts: the Autotxalaparta and the Interactive Txalaparta. The first is a semiautomatic generative software that produces txalaparta rhythms. It can both generate a complete txalaparta rhythm or just the part of one of the players allowing this way a single performer to improvise using a real txalaparta on top of the generative rhythm the software produces. The second one, the Interactive Txalaparta, listens to the txalaparta play and analyses it using machine listening techniques. It responds to the play reacting, adapting and learning from the human play. Therefore, it allows a human to play txalaparta with the machine acting as second player.

music, given the multiplicity and richness of the aspects we found, ranging from human collaboration, unique performance style, and improvisation to issues of invented tradition and formalized software development. By attempting to formalize the rules of the software, latent knowledge became explicit, and practitioners described how the process of contributing in this participatory design development changed their own understanding of their practice. They also remarked that the formalization brought in fresh perspectives.

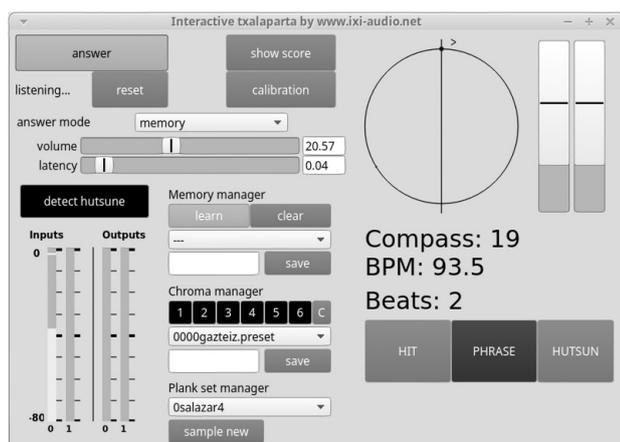


Figure 2: Screen capture of the Interactive Txalaparta software

We have worked together with txaparta performers who used the software and were generally positive about the experience. They became more aware of the tacit rules they apply when playing, and for some of them it opened up a space for a more “outside-the-box” way of playing that explored the limits of the current txalaparta.

We find that this research is really a starting point for further investigations on txalaparta from the viewpoint of experimental

Reseña del artículo: UrbanRehab: a virtual urban scenario design tool for rehabilitating instrumental activities of daily living

J. Juan-González,
A.S. García
Inst. Inv. Informática
U. Castilla-La Mancha
Albacete, España
Jorge.JGonzalez@uclm.es
ArturoSimon.Garcia@uclm.es

J.P. Molina
V. López-Jaquero
E. Navarro
P. González
Depto. Informática
U. Castilla-La Mancha
Albacete, España
JPMolina@dsi.uclm.es
VictorManuel.Lopez@uclm.es
Elena.Navarro@uclm.es
Pascual.Gonzalez@uclm.es

D. Romero-Ayuso
Depto. Fisioterapia
U. de Granada
Granada, España
DulceRomero@ugr.es

Resumen

Esta contribución es un resumen del trabajo: *UrbanRehab: a virtual urban scenario design tool for rehabilitating instrumental activities of daily living*. Juan-González, J., García, A.S., Molina, J.P. et al. *J Ambient Intell Human Comput* (2021). <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03061-8>. UrbanRehab es una herramienta diseñada en colaboración con especialistas y destinada a crear experiencias de rehabilitación personalizadas, especialmente para las Actividades Instrumentales de la Vida Diaria, que se ejecuta en un entorno urbano virtual (EUV) que el especialista puede construir visualmente añadiendo nuevos edificios, cruces de calles, semáforos o incluso objetos dinámicos como personas o coches. En el escenario virtual se pueden colocar carteles que ofrecen ayuda al usuario cuando lo necesita. El usuario interactúa con el EUV moviéndose de manera natural. Para valorar la herramienta, se realizó una evaluación de aceptación inspirada en el modelo UTAUT2. Treinta especialistas participaron en esta evaluación, dando a la herramienta una puntuación superior a 5 sobre 7 en Intención de Comportamiento, lo que demuestra el interés de estos especialistas por utilizar esta herramienta en un entorno clínico.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing ~ Human computer interaction (HCI) ~ Interaction paradigms ~ Virtual reality

KEYWORDS

Realidad Virtual, Actividades Instrumentales de la Vida Diaria

1 Introducción

Las actividades de la vida diaria (AVD) requieren un conjunto de habilidades motoras, cognitivas y socioemocionales. Unas son de tipo básico (ABVD), relacionadas con el autocuidado (lavarse, vestirse, etc.). Otras son de tipo instrumental (AIVD), más

complejas, que implican una mayor interacción e imponen mayores demandas cognitivas.

Algunas AIVD, como hacer recados o ir de compras, requieren salir de casa y desplazarse por la ciudad. Interactuar en este entorno requiere el uso de habilidades como la orientación, evitar obstáculos y estar atento a los objetos en movimiento para evitar accidentes. En este sentido, la Realidad Virtual (RV) puede utilizarse para crear un EUV simulado que puede adaptarse mejor a las capacidades y necesidades individuales, y evita los riesgos inherentes al mundo real. Igualmente, la RV cumple con los principales requisitos para el éxito de los programas de rehabilitación: intensidad, orientado a la tarea, motivación y bio-retroalimentación. Todas estas características proporcionan un nuevo escenario para sustituir las herramientas de evaluación psicológica más tradicionales por otras basadas en el uso de RV.

En este contexto, la herramienta UrbanRehab ayuda a los especialistas a diseñar actividades de rehabilitación de las AIVD, como cruzar calles o hacer recados, que pueden adaptarse a las necesidades del paciente. No sólo incluye la adaptación de la actividad de rehabilitación, sino también la creación de un entorno virtual que recrea lugares urbanos conocidos por el usuario para mejorar la transferibilidad entre el mundo virtual y el real. Este entorno virtual puede personalizarse aún más con objetos estáticos y dinámicos con los que el usuario puede interactuar.

2 UrbanRehab: creación de espacios urbanos para la rehabilitación de las AIVD

Uno de los principales obstáculos para la adopción de la tecnología de RV es que los especialistas no tienen acceso a sistemas que: (1) sean fáciles de configurar; (2) personalizables; (3) no requieran conocimientos de programación; y (4) no utilicen solo tareas preestablecidas y conocidas. Teniendo en cuenta estas consideraciones y con el apoyo de especialistas en rehabilitación de AIVD, se realizó un grupo de discusión, en el que se definieron las características que debería incluir la

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



herramienta. Se introdujeron algunos requisitos clave, como tener un entorno familiar para el usuario, tener objetos dinámicos y estáticos, o la posibilidad de proporcionar ayuda en situaciones específicas, pero sobre todo que fuese personalizable a las necesidades de cada paciente. Considerando todo ello, apoyándonos en el motor Unity, creamos UrbanRehab, una herramienta destinada a proporcionar a los terapeutas y otros especialistas la capacidad de diseñar AIVD urbanas, en las que no sólo se puede definir la actividad, sino también el espacio en el que ésta tendrá lugar. Ésta es una de las principales diferencias con otras propuestas presentadas anteriormente, en las que las actividades están predefinidas y/o se realizan siempre en el mismo escenario. Como hemos indicado, en UrbanRehab el especialista puede diseñar todo el espacio urbano, situando en un mapa aquellos edificios relevantes para las actividades (panadería, supermercado, etc.). También permite especificar el tráfico en las calles o los peatones con los que se cruzará el paciente mientras camina por este mundo virtual.

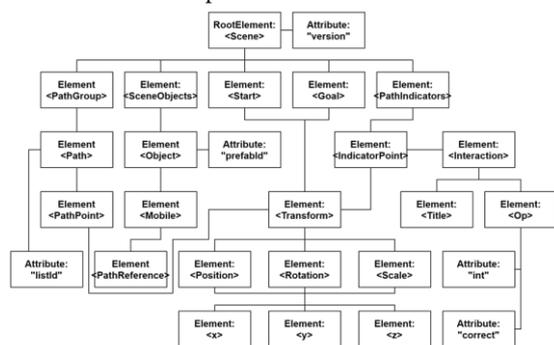


Figure 1. Estructura XML de una escena

A medida que la escena es creada, cada objeto obtiene un modelo asociado (*prefab*), etiquetado con un *prefab-Id* y un componente de transformación (véase la Figure 1). En Unity, un *prefab* es un objeto o conjunto de objetos preconfigurados -con componentes adjuntos- que pueden ser añadidos a la escena. En nuestra herramienta, el *prefab-Id* se utiliza para establecer una conexión entre el objeto y su representación interna en Unity y la estructura *Transform* se utiliza para definir las transformaciones necesarias para situar un objeto específico en el espacio virtual 3D creado por el motor de Unity

Dado que UrbanRehab está diseñado para crear AIVD implicadas en la realización de recados, la definición de la actividad de rehabilitación se realiza en dos pasos. En primer lugar, el especialista define el camino que debe seguir el paciente para llegar al objetivo (p.e. una tienda donde debe comprar algo). En segundo lugar, el especialista puede proporcionar información mediante carteles sobre la tarea que el paciente debe realizar (p.e. una lista de la compra).

Para ayudar al usuario y orientarlo a llegar a su destino, el especialista puede incluir dicha información en carteles distribuidos por el escenario o habilitar algunas pistas visuales destinadas a proporcionar recomendaciones sobre el camino a seguir (p.e. mostrar una flecha indicando el camino), las cuales se

activarán si el usuario se desvía una determinada distancia del camino definido. La herramienta también proporciona retroalimentación multimodal (visual y sonora) adicional que informa al paciente cuando choca con un objeto.

Dado que el espacio virtual a recorrer es mayor que el espacio físico real, es necesario utilizar técnicas como “arm-swinging” que faciliten dicho desplazamiento virtual sin necesidad de realizar un desplazamiento real. Para ello, utilizamos los controladores del sistema HTC VIVE, que admiten el seguimiento en tiempo real de los movimientos de las manos. Así, para mover el avatar en el entorno virtual y definir la velocidad del movimiento, hacemos un seguimiento de la frecuencia del movimiento de los brazos. La dirección de la marcha se define mediante una dirección perpendicular a la línea que une ambos brazos, de modo que los brazos controlan la dirección y la velocidad. Igualmente, estos controladores también se utilizan para interactuar con el entorno virtual.



Figure 2. Vista general de la herramienta de diseño de escenarios urbanos

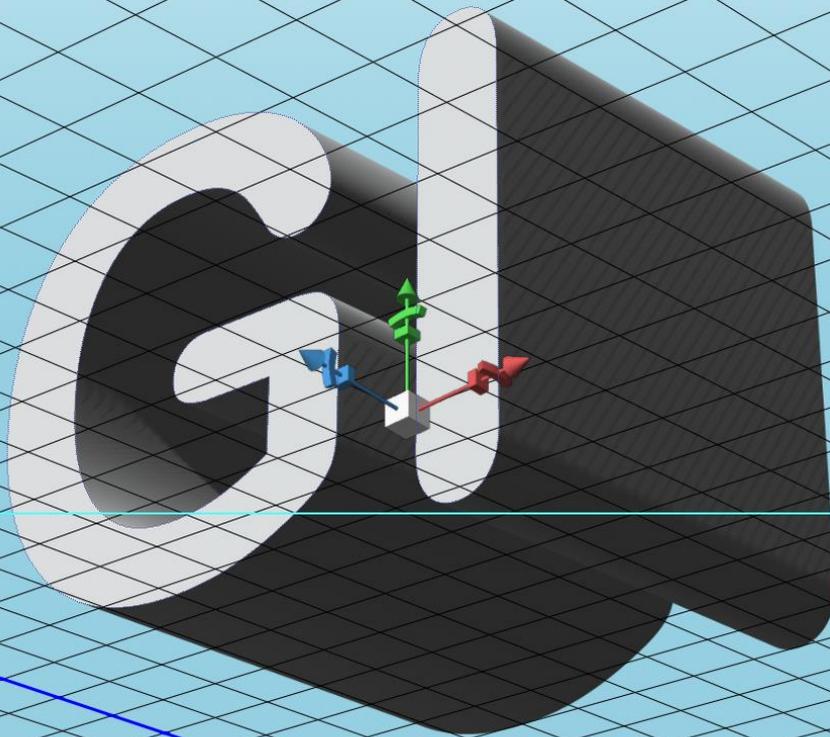
3 Evaluación de la aceptación de UrbanRehab por los especialistas

Cuando se desarrolla una nueva tecnología, es bastante frecuente evaluarla según varios criterios. Uno de ellos intenta analizar el grado de aceptación que tiene la tecnología entre los especialistas que la utilizarán. Se han propuesto diferentes modelos para evaluar la probabilidad de aceptación de una tecnología, los cuales utilizan constructos para medir sistemáticamente factores psicológicos y organizativos. En nuestro caso hemos utilizado el modelo UTAUT2. Este modelo mide la intención de uso de una tecnología a través de varios constructos clave independientes: la expectativa de rendimiento (PE), la expectativa de esfuerzo (EE), la influencia social (SI) y las condiciones facilitadoras (FC) como determinantes directos de la intención de comportamiento (BI).

Para ello se diseñó un experimento en cuya ejecución participaron 30 especialistas, los cuales tras ver un vídeo con la descripción del sistema contestaron a las preguntas propuestas en UTAUT2. El uso de un vídeo facilitó llegar a un mayor número de especialistas y redujo notablemente el tiempo que éstos debían dedicar para conocer el sistema que se les presentaba. Este estudio reveló una alta aceptación de UrbanRehab entre los especialistas.

PRESENTACIÓN DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN [GI]

En el congreso INTERACCIÓN 20/21 se dedica una sesión a la presentación de grupos de investigación en el campo de la Interacción Persona Ordenador con objeto de conocer sus principales líneas de trabajo, así como las actividades de investigación pasadas, presentes y planes para el futuro, incluyendo las posibilidades de colaboración con otros grupos. Estas actas locales incluyen aquí un resumen de estas presentaciones, bajo la coordinación de Arcadio Reyes Lecuona y María Cuevas Rodríguez.



Grupo de investigación IKERSOINU

Arte sonoro e interacción

Josu Rekalde, Enrique Hurtado, Mikel Arce
Escultura y Arte y Tecnología
University of the Basque Country EHU/UPV
Leioa, Spain
{josu.rekalde, enrique.hurtado, mikel.arce}@ehu.eus

ABSTRACT

IKERSOINU (investigación sonora) es un grupo de investigación, del departamento de Arte y Tecnología de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco. Ikersonu se sitúa entre las artes plásticas y las sonoras y parte del sonido como principal materia artística posibilitando de este modo el desarrollo de nuevas herramientas técnicas y conceptuales para la creación.

El grupo parte de un largo proceso de investigaciones que tienen que ver con el espacio tecnológico y el espacio sonoro. Esta investigación ha mantenido un carácter eminentemente experimental, con el propósito de definir y contribuir a la creación sonora contemporánea en la intersección que se establece entre el ámbito musical y el de las artes plásticas.

KEYWORDS

Arte sonoro, sonido, tecnología, performatividad

1 Trayectoria del grupo de Investigación.

IKERSOINU es un grupo de investigación, del departamento de Arte y Tecnología de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco, que se sitúa entre las artes plásticas y las sonoras. Ikersonu parte de un largo proceso de desarrollo de investigaciones, así como de prácticas artísticas, tanto individuales como colectivas, surgidas del terreno de hibridación entre el espacio tecnológico y el espacio sonoro. Estas investigaciones tienen un carácter eminentemente experimental, y nacen con el propósito de definir primero y contribuir después a la creación sonora contemporánea, en ese terreno de intersección que se establece precisamente entre el ámbito musical y el de las artes plásticas: intersección que empezó a gestarse ya en los tiempos de las vanguardias históricas de

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



comienzos del siglo XX.

En su breve historia hasta la fecha habría que destacar el aspecto colectivo y colaborativo del grupo de investigación, dedicado entre otras cosas a fomentar las sesiones de escucha, el intercambio de material, así como la producción colectiva y la participación en proyectos específicos.

Las principales líneas de investigación del grupo son:

1. Investigación en torno a la escucha, intercambio y colaboración. La escucha como consciencia del sonido del presente.
2. Investigación en torno a la praxis sonora, individual y colectiva.
3. Divulgación y transferencia a través de exposiciones, conferencias y congresos.

El grupo ha organizado dos Simposios en torno a la investigación de lo sonoro en el arte. El primero, "Entre la escucha y el ruido" en 2015 en Bizkaia Aretoa Bilbao, y el segundo, "Sonido y acción" en Azkuna Zentroa Bilbao. Estos resultaron en un monográfico de Revista Ausart (Investigación en Arte contemporáneo): Entre la Escucha y el Ruido.

La parte experimental de la investigación ha sido expuesta y diseminada en una serie de exposiciones organizadas por el grupo y denominada "Ecoiconoclastas". Estas exposiciones han sido realizadas en espacios expositivos tales como Espacio Tangente (Burgos); Sala de Exposiciones de la Universidad de Málaga (Málaga) y Espacio Museo Huarte (Huarte Navarra). El punto de partida es una extensión del concepto de "iconoclasia" (el rechazo a las representaciones visuales) para llegar así hasta el de "ecoclasia" ("Eco" es sonido en griego); de tal modo que se establece un diálogo entre la actitud de rechazo a ciertas representaciones visuales y una actitud de rechazo también a las representaciones sonoras más convencionales. Este rechazo será de hecho, en la mayoría de los casos de los artistas experimentales sonoros, el punto de partida para un trabajo de creación que se aleja de los relatos musicales o meramente narrativos. Tras la exposición en Espacio Tangente, de Burgos,

cada uno de los artistas miembros del grupo propone aquí una obra diferente, que se mueve entre la performatividad y el juego interactivo, oscilando muchas veces entre las imágenes que pueden ser producidas por la física del sonido y los sonidos que pueden ser producidos por los movimientos de la imagen.

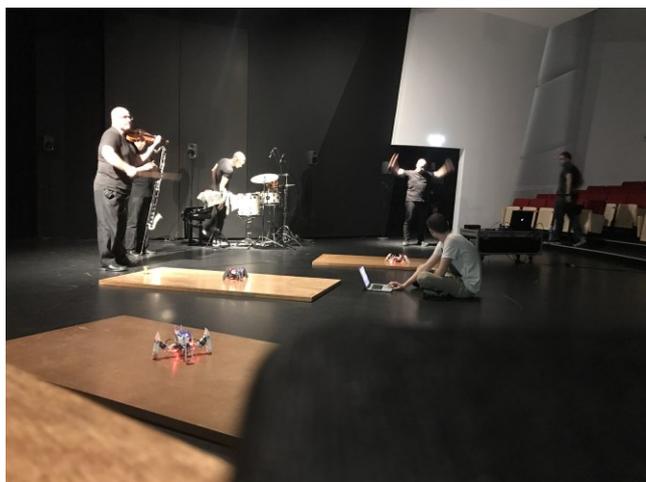


Fig. 2. Rain of Music. Journées d'Informatique Musicale (JIM) Cité des Arts – Bayonne, du 13 au 15 mai 2019

Internacionalización: El grupo participa en varias redes:

-Red estratégica UPV/EHU –Université Bordeaux

-Euskampus- IdEx Bordeaux - Euro-regional Campus of International Excellence organizaron durante el año 2014 y 2015 un simposio con el objetivo de lograr una intensificación en la colaboración transfronteriza. Intentando principalmente dar un paso más en los actuales proyectos cooperativos e identificar otros nuevos y prometedores. Nuestros objetivos en el polo de conocimiento en EUSKAMPUS son: Convertir el grupo en el Living Lab del CEI Euskampus para explorar procesos creativos que redunden en beneficio de la modernización de la propia UPV/EHU y del liderazgo que ésta debe impulsar en el marco de los retos sociales y globales a los que se enfrenta la sociedad a la que sirve y compartir con el resto de Polos de Conocimiento el objetivo de movilizar a la comunidad investigadora y tecnológica de la agregación Euskampus en torno a los retos sociales y globales, activando para ello sus capacidades para diseñar y ejecutar actuaciones de formación, investigación y transferencia a la sociedad.

1.1 Capacidad formativa, tesis defendidas dirigidas por los miembros del grupo

El investigador principal y la mayor parte de los miembros del grupo de investigación pertenecen al departamento de Arte y Tecnología, de la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea. Este departamento tiene una amplia experiencia en la formación de becarios de investigación. En su conjunto, los miembros del proyecto han dirigido al menos 16 tesis doctorales,

varias de estas financiadas por programas de formación de personal investigador del Gobierno Vasco y de la UPV/EHU. Algunos exdoctorandos son actualmente miembros del grupo de investigación. Los integrantes del grupo participan como profesores en diversos cursos tanto en el Grado de Arte y de Creación y Diseño como en diferentes cursos de postgrado y másteres oficiales. Algunos de los doctorandos/as formados/as por algunos de los miembros del grupo de investigación son: Ruben Diaz de Corcuera, Samuel Gonzalez Gallastegi; Sandra Margarete Abello; Jaime Valverde Rodriguez, Enrique Hurtado Mendieta, Mikel Arce Sagarduy; Mikel Ochoteco Olazabal; Ignacio Rodriguez Arcaute;

Grupo de investigación: Laboratorio interuniversitario para el procesamiento de señales biomédicas y de fijación de la mirada

Gonzalo Joya Caparrós
Dpto. Tecnología Electrónica
Instituto Universitario de
Investigación en
Telecomunicación (TELMA)
Universidad de Málaga
Málaga, España
gjoya@uma.es

Rafael M. Ávila Ávila
Dpto. de Licenciatura
en Matemática
Universidad de Holguín
Holguín, Cuba
ravilaa62@gmail.com

Rodolfo V. García
Bermúdez
Dpto. de Informática y
Electrónica
Universidad Técnica de
Manabí
Portoviejo, Ecuador
rodgarberm@gmail.com

Jacqueline Medrano Montero
Centro Investigación y Rehabilitación de
Ataxias Hereditarias
Hospital Clínico Quirúrgico "Lucía
Íñiguez Landín"
Holguín, Cuba
jacobita64@gmail.com

ABSTRACT

El grupo *Laboratorio Interuniversitario para el Procesado de Señales biomédicas y de Fijación de la Mirada* está formado por el Laboratorio de Procesamiento de Datos Biomédicos (GPDB) de la Universidad de Holguín (Cuba), el Laboratorio de Investigación en Inteligencia Artificial y sus Aplicaciones de la Universidad Técnica de Manabí (Ecuador), y el Laboratorio de Computación Neuronal y Señales Biomédicas (Grupo ISIS) de la Universidad de Málaga (España). Cuenta, como institución colaboradora y de referencia, con el Centro para la Investigación y Rehabilitación en Ataxias Hereditarias (CIRAH) de Cuba.

El objetivo principal del grupo es la investigación y docencia orientada al desarrollo de herramientas hardware y software para la detección temprana y evaluación de enfermedades neurodegenerativas (especialmente de la Ataxia Espinocerebelosa tipo 2) y a la detección de problemas en la atención y el aprendizaje en línea, y su monitorización, mediante el uso de técnicas estadísticas y de aprendizaje automático. Este objetivo se concreta tanto en el desarrollo de *hardware* portable y de bajo coste para la captación y procesamiento de señales, como en el desarrollo de modelos computacionales de aprendizaje automático para la clasificación de los patrones obtenidos.

CCS CONCEPTS

• Applied computing • Human-centered computing

KEYWORDS

Electrooculografía, Seguimiento de la mirada, Inteligencia Computacional, Señales Biomédicas

1 Introducción

El Laboratorio Interuniversitario para el Procesado de Señales Electrooculográficas y de Fijación de la Mirada está formado por el Laboratorio de Procesamiento de Datos Biomédicos (GPDB) de la Universidad de Holguín (Cuba), el laboratorio de Investigación Inteligencia Artificial y sus aplicaciones de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), y el Laboratorio de Computación Neuronal y Señales Biomédicas (Grupo ISIS) de la Universidad de Málaga. Cuenta, como institución colaboradora y de referencia, con el Centro para la Investigación y Rehabilitación en Ataxias Hereditarias (CIRAH) de Cuba.

Actualmente, nuestras principales líneas de trabajo son: i) Investigación y docencia orientada a la detección temprana y evaluación de la Ataxia Espinocerebelosa tipo 2; ii) Investigación y docencia en la monitorización de la atención y el aprendizaje en línea.

La Ataxia Espinocerebelosa tipo 2 (SCA2) es una enfermedad hereditaria neurodegenerativa de gran incidencia en la región del Oriente de Cuba (tasas de 47,86 casos por 100.000 habitantes frente a 0.4 para el resto del mundo [1]). Su detección temprana es una prioridad para el Sistema de Salud Cubano, ejemplarizada en la creación del Centro de Investigación y Rehabilitación de Ataxias Hereditarias (CIRAH). Miembros de nuestro grupo, distribuidos en entre todos los equipos que lo conforman llevan desde 2011 centrados en este problema, en colaboración con el CIRAH y la Academia de Ciencias de Cuba (ACC), con el objetivo de desarrollar un sistema de captación y procesamiento de las señales electrooculográficas que automatice la obtención de los indicadores clínicos, así como el desarrollo de técnicas de aprendizaje profundo para la clasificación de patrones para la identificación precoz de la enfermedad.

Por otra parte, el equipo UTM inició recientemente la línea de investigación basada en Técnicas de seguimiento de la mirada, para la monitorización de distintas actividades, especialmente el entrenamiento de deportistas de alto nivel. La irrupción mundial de la enseñanza on-line, imponiendo como soporte de la información la pantalla electrónica individual, consecuencia de la pandemia de COVID-19, ha reorientado su investigación a detección de problemas de aprendizaje y su monitorización.

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



En lo que sigue de este documento se analizan nuestras fortalezas y debilidades en ambas líneas de trabajo, así como la situación actual en relación con recursos materiales y humanos.

2. Análisis de las líneas de trabajo: electrooculografía y seguimiento de la mirada

Como ha sido dicho, la línea de trabajo de captación y procesado de señales electrooculográficas comenzó a desarrollarse en 2011 financiada por sucesivos proyectos PCI de la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo (AECID). Está centrada tanto el diseño hardware para la captación de señales, como el desarrollo de técnicas de inteligencia computacional para su procesado. En este tiempo, podemos decir que el equipo ha adquirido un considerable dominio tanto de los requerimientos del problema médico de fondo como de los recursos hardware y computacionales implicados en su tratamiento. Así, la colaboración inicial entre miembros de UHO, UMA y CIRAH, incluye ahora a miembros de la UTM y de la Universidad de Craiova (UCV, Rumania). Entre los resultados de esta colaboración, podemos destacar los siguientes: dotación de instrumentación para la puesta en marcha del Laboratorio Procesamiento de Datos Biomédico en UHO; la publicación de al menos 5 trabajos en revistas internacionales de primer nivel (Neurocomputing, Sensor, Plos ONE, o Mathematics entre otras) [2]; 6 capítulos en LNCS; numerosos TFG y TFM [3], en las universidades participantes y 1 tesis doctoral codirigida en la UMA en trámite de evaluación [4]. Finalmente, gracias a un proyecto del Plan Propio de la Universidad de Málaga, hemos desarrollado un prototipo del equipo de captación y procesado portable y de bajo coste que será testeado por CIRAH.

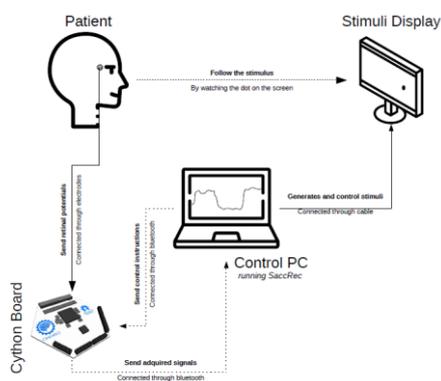


Figura 1: Esquemático de dispositivos y su interacción en el equipo de captación y procesado de registros electrooculográficos

Respecto a la segunda línea, debemos reconocer que nuestra experiencia es bastante limitada. Prácticamente, estamos en una fase de estudio del estado del arte, aunque contamos con el apoyo de personal experto en psicología del aprendizaje y de empresas del sector (ENESO). Nuestro objetivo se orienta a la evaluación del proceso de aprendizaje en línea; identificación de patrones que

puedan considerarse predictores de buen rendimiento o del dominio de la materia; e identificación de pautas comunes en el proceso de análisis de la información por parte de los estudiantes.

3 Situación actual. Recursos

Actualmente, con financiación de la Agencia Andaluza de Cooperación Internacional para el Desarrollo, el grupo está llevando a cabo una fuerte renovación de equipamiento en sus tres laboratorios (con especial incidencia en los de UHO y UTM), y en nuestro centro colaborador CIRAH. Esta renovación afecta por igual a dispositivos de registro de señales electrooculográficas, a dispositivos de seguimiento de la mirada y a sistemas informáticos para el procesado de datos y la simulación de modelos de inteligencia computacional. Esperamos que esta actuación produzca un avance en las tareas de investigación y docencia en las tres universidades implicadas, así como en la línea asistencial de CIRAH.

Por otra parte, se han iniciado dos tesis doctorales codirigidas cuyos doctorandos pertenecientes a la UHO y UTM, respectivamente.

Reconocimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Agencia Andaluza de Cooperación Internacional para el Desarrollo a través del proyecto "Red universitaria para la investigación y docencia en técnicas de captación y procesado de señales electrooculográficas y de fijación de la mirada orientadas a la detección de enfermedades neurodegenerativas y a la monitorización del aprendizaje", y las Universidades de Málaga – Anadalucía Tech., Holguín (Cuba), Técnica de Manabí (Ecuador), y el Centro para la Investigación y Rehabilitación de Ataxias Hereditarias.

REFERENCIAS

- [1] Velázquez-Pérez, L., Medrano-Montero, J., Rodríguez-Labrada, R., et al., Cuban Hereditary Ataxias Network (2020). Hereditary Ataxias in Cuba: A Nationwide Epidemiological and Clinical Study in 1001 Patients. *The Cerebellum* 19(2); <https://doi.org/10.1007/s12311-020-01107-9>
- [2] Stoean, R.; Stoean, C.; Becerra-García, R.; García-Bermúdez, R.; Atencia-Ruiz, M. A.; García-Lagos, F.; Velázquez Pérez, L.; Joya-Caparrós, G.. 2020. A Hybrid Unsupervised - Deep Learning Tandem for Electrooculography Time Series Analysis. *PloS One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236401>
- [3] Becerra-García, R. 2014. Plataforma de procesamiento electrooculograma. Caso de estudio: pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2. Tesis de Maestría en Informática Matemática aplicada a la Administración. Universidad de Holguín, Cuba.
- [4] Becerra-García, R. Technology for processing saccadic electrooculograms in people suffering with Spinocerebellar Ataxia type 2 (SCA2) (2021) Tesis doctoral. Dpto. Tecnología Electrónica. Universidad de Málaga (En proceso de revisión)

Interacciones y perversiones entre nuevos (viejos) medios desde el Laboratorio de Creaciones Intermedia (LCI)

Miguel Molina-Alarcón
Departamento de Escultura
Universitat Politècnica de València
Valencia (España)
mmolina@esc.upv.es

Stefano Scarani
Departamento de Escultura
Universitat Politècnica de València
Valencia (España)
stefano@tangatamanu.com

Griselda Morales
Departamento de Escultura
Universitat Politècnica de València
Valencia (España)
griseldagrani@gmail.com

Francisco Martí-Ferrer
Departamento de Escultura
Universitat Politècnica de València
Valencia (España)
fmarti@upvnet.upv.es

Leonardo Gómez-Haro
Departamento de Escultura
Universitat Politècnica de València
Valencia (España)
leogoha@esc.upv.es

Jaume Chornet-Roig
Departamento de Escultura
Universitat Politècnica de València
Valencia (España)
jaichoro@esc.upv.es

Daniel T. Marquina
Departamento de Escultura
Universitat Politècnica de València
Valencia (España)
datomar@bbaa.upv.es

Angelica Rodriguez Chavez
Departamento de Escultura
Universitat Politècnica de València
Valencia (España)
angelicarodriguez441@hotmail.com

Elia Torrecilla
Unidad predepartamental de Bellas Artes
Universidad de Zaragoza
Teruel-Zaragoza (España)
mtorrecilla@unizar.es

André Ricardo do Nascimento
Ciências Sociais Aplicadas, Educação, Artes e Humanidades
Universidade Anhembi Morumbi
São Paulo (Brasil)
arnascimento@anhemi.br



Figura 1: Evento geolocalitivo *LocativeAudio 2013 (Valencia + Network)*. Paseo sonoro por Valencia en geo-transmisión con otras ciudades, según el trayecto de *Circuito Perifónico de Valencia* creado en 1939 por Val del Omar y la geolocalización sonora por noTours. Organizado por el Centro de Investigación NOVARS (Universidad de Manchester) y la colaboración de la UPV.

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



ABSTRACT

Se recoge diferentes proyectos de investigación I+D y de otras iniciativas de investigación/creación surgidas de miembros del grupo de investigación Laboratorio de Creaciones Intermedia (LCI) del Dpto. de Escultura de la Facultad de Bellas Artes de la Universitat Politècnica de València, así como de su vínculo con

otros grupos de investigadores de diferente procedencia científica, artística y social. De todas estas iniciativas se centrarán especialmente en sus estrategias y resultados de investigación producidos desde un enfoque multidimensional del concepto “interacción”, tanto desde el propio arte interactivo entre nuevos y antiguos dispositivos tecnológicos, como las interacciones simultáneas entre el espacio urbano físico y el virtual, y el producido en interacción entre grupos artísticos, científicos o de colectivos sociales. Estas diferentes interacciones han servido para generar reflexiones y prácticas no habituales de los medios utilizados y su relación entre ellos, de ahí que se ha denominado “perversiones”, en sus diferentes sentidos de “perturbar” un concepto o uso diferente al que estaba destinado y creado, así como de “provocar” un acercamiento y participación activa del espectador a otros usos tecnológicos/ideológicos de los nuevos (viejos) medios.

KEYWORDS

Media Archeology, media disturbance, media perversion, social interaction, artists-scientists interaction

1 ¿Quién es el grupo de investigación LCI?

El grupo de investigación Laboratorio de Creaciones Intermedia (LCI) [1] se encuentra inscrito oficialmente desde febrero de 2001 dentro de las Estructuras de Investigación de la Universitat Politècnica de València y del Departamento de Escultura de la Facultad de Bellas Artes San Carlos de Valencia. Lleva por tanto funcionando 20 años activo y constituido actualmente cerca de 40 investigadores entre profesores, técnicos y personal contratado predoctoral, que han ido cambiando en este periodo.

Las líneas de investigación del LCI han sido varias según el perfil de sus componentes y que han ido evolucionando, señalar algunas preferentemente: Arte Intermedia, Arte Sonoro, Estudios Artísticos de Género, Arte Público, Artes Escénicas y de la Performance. Todas estas líneas de investigación se han ido desarrollando en distintos proyectos de investigación I+D y en otras iniciativas extra-académicas.

El LCI ha empleado un sentido expandido del concepto de “interacciones”, no solo en su acepción tecnológica, sino también interacciones con otros grupos de investigación de campos diversos no-artísticos, así como de lugares y contextos distintos. Las estrategias con las que ha trabajado el LCI, se expondrán bajo los conceptos de “interacciones” y “perversiones”, como una doble metodología investigadora y creativa, con las que el grupo ha decidido muchas veces de abordar singularmente.

2 Interacciones entre nuevas (viejas) tecnologías y sus perversiones

Una de líneas de investigación del LCI ha sido la recuperación de los antecedentes del arte sonoro de obras de autores a nivel nacional e internacional del periodo de las vanguardias históricas, que pudo desarrollarse a través de dos proyectos I+D: “Reconstrucción de obras artístico-sonoras pertenecientes a la vanguardia histórica europea, 1913-1945” (ref. PPI06-02-01-

003329) durante el periodo de ejecución 2002-2005 y financiado por la UPV; y el proyecto “Recuperación de obras pioneras del arte sonoro de la vanguardia histórica española y revisión de su influencia actual” (Ref. HAR2008-04687), ejecutado entre 2009-2012 y financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

Se restituyeron algunas obras maquinistas ruidistas del Futurismo italiano, a partir de planos y maquetas, para acercarnos a su sentido real plástico-ruidista, al permitir ser accionados por el público en la exposición *Ruidos y susurros de las vanguardias (1909-195)* [2]

Del ámbito español, se recuperó un archivo de la familia Llobet sobre el desaparecido *Circuito Perifónico de Valencia (1939-1945)* creado por José Val del Omar, que consistía en altavoces instalados en el exterior por toda la ciudad de Valencia del centro a la plaza, empleado para propaganda y publicidad de la posguerra española. Esta finalidad la subvertimos durante el año 2012 recolocando altavoces portátiles en sus lugares originales transmitiendo mensajes de entonces con los actuales. Un año después participamos en el evento *LocativeAudio 2013 (Valencia + Network)*, con un paseo sonoro geolocalizado por Valencia en el recorrido del antiguo *Circuito Perifónico de Valencia* mediante la geolocalización sonora proporcionada por noTours [Figura 1] interactuando nuevas con viejas tecnologías auditivas.

Otro de los dispositivos reconstruidos ha sido el *Aparato Electrocompositor Musical (1933)* de Juan García Castillejo, que ha sido emulado virtualmente por Stefano Scarani, investigador del LCI, que permite una interacción y creación sonoro-musical azarosa de la propia máquina musical inventada por Castillejo y la interacción de los usuarios. Este dispositivo es descargable, como otros *Teclado Fototónico* y *Luminófono Venusiano* imaginados en 1921 por el Coronel Igotus, de la proto-ciencia ficción española [3]

Esta interacción de nuevos y viejos medios también se ha aplicado en contextos de arte popular como las Fallas, donde miembros del LCI Leonardo Gómez y Jaume Chornet han aplicado a las fallas que han realizado piezas interactivas sonoras, así como Daniel T. Marquina y Ximo Ortega aplicado a un contexto social y combativo de las fallas.

También ha habido una interacción entre los artistas investigadores del LCI y un grupo de matemáticos que trabajan en ingeniería y arquitectura del Dpto. de Matemática Aplicada de la UPV, realizando conjuntamente un proyecto interdisciplinar I+D y una exposición *A+M Proyecto de Arte y Matemáticas (2016-2017)*.

Otras colaboraciones con otros grupos las ha realizado Stefano Scarani a través de *Soundcool*, que es un proyecto nacido y desarrollado por el Grupo PerformingARTEch, un grupo de colaboradores heterogéneos dirigido por el Dr. Jorge Sastre (UPV), y que involucra la Universitat Politècnica de València y la Universitat de València, con la colaboración del Group of Computer Music, de la Carnegie Mellon University (Pittsburgh, EE.UU.).

En definitiva, estas interacciones y perversiones, han permitido un uso diferente al que estaba destinado y creado, así como una relación inusual entre investigadores de diferentes

ámbitos, así como un acercamiento a un público y colectivos diferentes.

REFERENCES

- [1] Web del Laboratorio de Creaciones Intermedia:
<https://www.upv.es/intermedia/>
- [2] Vídeos de algunos de los resultados de restituciones realizadas por el LCI:
<https://www.youtube.com/user/intermedia0/videos>
- [3] Dispositivos descargables realizados por Stefano Scarani del *Aparato Electrocositor Musical, Teclado Fototónico y Luminófono Venusiano*:
<http://www.tangatamanu.com/>

Proyecto Indigo! Grupo de investigación en tecnologías educativas y de asistencia a personas con diversidad funcional intelectual

Xavier Alamán, Rosa Carro,
Ruth Cobos, Javier Gómez,
Francisco Jurado, Germán
Montoro, Jaime Moreno,
Álvaro Ortigosa, Pilar
Rodríguez
Departamento de Ingeniería
Informática
Universidad Autónoma de Madrid

Estefanía Martín
Departamento de Ciencias de la
Computación, Arquitectura de
Computadores, Lenguajes y
Sistemas Informáticos y Estadística
e Investigación Operativa
Universidad Rey Juan Carlos

José Luis Cuesta, Raquel De
la Fuente
Departamento de Ciencias de la
Educación
Universidad de Burgos

Miguel Gea, Dulce María
Romero
Departamento de Lenguajes y
Sistemas Informáticos
Departamento de Fisioterapia
Universidad de Granada

Gerardo Herrera
Instituto de Robótica, Tecnologías
de la Información y las
Comunicaciones
Universitat de València

ABSTRACT

En esta comunicación presentamos al grupo de investigación del proyecto Indigo! Ecosistema educacional para el desarrollo continuo e independiente de personas con TEA. Este proyecto está financiado dentro del plan Retos por el Ministerio de Ciencia e Innovación entre junio de 2020 y mayo de 2023.

El proyecto está coordinado por Pilar Rodríguez y Germán Montoro, investigadores de la Universidad Autónoma de Madrid e intervienen investigadores de la propia Universidad Autónoma de Madrid, además de la Universidad Rey Juan Carlos, Universidad de Granada, Universidad de Burgos y Universitat de València.

El objetivo de este proyecto es avanzar en la investigación de las tecnologías educativas y de asistencia para las personas con diversidad funcional intelectual, con especial enfoque en las personas con trastorno del espectro autista (TEA).

Además, más allá de este proyecto cabe destacar la consolidación de un grupo de investigación formado por investigadores de diferentes universidades. Este equipo presenta experiencia previa en proyectos y trabajos conjuntos de investigación y se abre a nuevas colaboraciones dentro del ámbito de las tecnologías educativas y la asistencia de personas con necesidades especiales.

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



KEYWORDS

Tecnologías educativas, Educación especial, Tecnologías para la asistencia

1 Descripción del proyecto

El nombre del proyecto se refiere a uno de nuestros principales objetivos: Índigo es un color entre azul y violeta, y azul es el color que simboliza al Trastorno del Espectro Autista (TEA). A su vez, IndiGo! es una acrónimo de Independiente y Go, lo que completa el cuadro: nuestro objetivo es mejorar la vida de las personas con TEA, y también sus familiares y cuidadores, al proveerles de mejores habilidades, más autonomía y mayor conocimiento personal.

Este desorden afecta aproximadamente al 1% de la población mundial. Los programas de educación especial y las terapias del comportamiento son fundamentales para ayudarles a lograr la autodeterminación y habilidades sociales y laborales.

Tradicionalmente, esta asistencia la han proporcionado expertos en educación especial y cuidadores. Pero no siempre es accesible a todo el mundo ya que la cantidad de recursos humanos y económicos disponibles es habitualmente muy limitada. La tecnología ha demostrado ser una herramienta apropiada para mejorar tanto el proceso de aprendizaje como la autonomía y la autorregulación de personas con TEA.

Siguiendo estas ideas este proyecto propone diseñar, desarrollar y evaluar un ecosistema educacional para personas con TEA. La aproximación educacional considerará múltiples perspectivas. Así, la adquisición de competencias curriculares se verá acompañada por el desarrollo de otras capacidades, como son las habilidades socio-comunicativas, cognitivas y de autorregulación.

Como resultado, esperamos que los usuarios de las técnicas y herramientas desarrolladas en el proyecto mejoren su integración social y laboral. A su vez, los profesionales, familiares y educadores tendrán un apoyo a sus tareas, lo que les permitirá proporcionar una asistencia más eficaz.

El objetivo de este proyecto es mejorar la vida de las personas con TEA. Esto solo es posible con la colaboración de diferentes profesionales y expertos en el área. Trabajando juntos diseñamos, desarrollamos y evaluamos un ecosistema de aplicaciones para fomentar la autonomía e independencia de las personas con TEA. Este ecosistema les permitirá mejorar su proceso de aprendizaje, conocimiento personal y autorregulación. Y como resultado final les ayudará a integrarse en la sociedad en condiciones más igualitarias.

Esperamos hacer disponibles los resultados de este proyecto a toda la comunidad, de modo que pueda llegar y beneficiar al mayor número de personas posible.

2 Grupo de investigación

El grupo de investigación cuenta con la colaboración multidisciplinar de ingenieros, psicopedagogos y educadores, expertos en el área de la diversidad funcional intelectual y el TEA. Como equipo investigador tenemos amplia experiencia desarrollando tecnologías innovadoras para personas con necesidades especiales, y más particularmente para personas diversidad funcional intelectual y TEA. Consideramos que esta experiencia y colaboración multidisciplinar es esencial para el éxito de nuestro trabajo.

Junto a este equipo de investigación también colaboran varios educadores y cuidadores especialistas en este tema. Esto permite no solo mejorar el impacto de la investigación que se realiza, sino también probar el ecosistema desarrollado con usuarios reales en diferentes centros de educación especial.

Los miembros de este grupo de investigación tenemos amplia experiencia en el desarrollo de tecnología para personas con necesidades especiales, y más particularmente discapacidad intelectual.

Germán Montoro, Estefanía Martín y Javier Gómez han trabajado en el desarrollo de tecnología para personas con diversidad funcional intelectual desde el año 2010. En este tiempo han colaborado además con numerosos expertos en discapacidad intelectual y TEA.

Pilar Rodríguez, Rosa Carro y Álvaro Ortigosa han trabajado en el área de sistemas de e-learning mediante hipermedia adaptativa desde el año 2003. Durante los últimos nueve años se han centrado en la asistencia de niños con necesidades especiales.

Miguel Gea tiene amplia experiencia en el desarrollo de tecnologías para personas con TEA y otras diversidades funcionales intelectuales.

Xavier Alamán ha dirigido dos proyectos previos dentro de este grupo de investigación relacionados con el desarrollo de tecnologías para personas con necesidades especiales. Su investigación se orienta en el uso de nuevas tecnologías, como realidad aumentada, para la educación de jóvenes con problemas de aprendizaje.

Dulce Romero, José Luis Cuesta y Raquel De la Fuente son especialistas en educación inclusiva y enseñanza de personas con discapacidad intelectual.

Gerardo Herrera es responsable del grupo de tecnologías y autismo del IRTIC de la Universitat de València.

Ruth Cobos, Jaime Moreno y Francisco Jurado trabajan en el área del e-learning, tanto con propósitos generales como orientada a personas con discapacidad intelectual.

Este grupo de investigación tiene amplia experiencia en el trabajo conjunto en proyectos de investigación y sistemas para la educación y asistencia de personas con necesidades especiales. Algunas de sus publicaciones relevantes se pueden encontrar en la sección referencias.

Dentro de este proyecto también ha habido nuevas incorporaciones al equipo investigador y este grupo de investigación está abierto a la interacción y la suma de sinergias con otros investigadores o grupos de investigación que trabajen en el área de la enseñanza, las necesidades especiales, las tecnologías para el aprendizaje, así como la asistencia de personas con diversidad funcional intelectual.

ACKNOWLEDGMENTS

Este Proyecto ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación con referencia PID2019-105951RB-I00 / AEI / 10.13039/501100011033.

REFERENCES

- [1] Carmona-Serrano, N., López-Belmonte, J., Cuesta-Gómez, J.-L. y Moreno Guerrero, A.-J. (2020). Análisis documental de la literatura científica sobre autismo y tecnología en Web of Science. *Ciencias del cerebro*, 10 (12), 985. doi: 10.3390 / brainsci10120985
- [2] Lopez-Herrejón, R.E., Poddar, O., Herrera, G., & Sevilla, J. (2020) Customization Support in Computer-Based Technologies for Autism: A Systematic Mapping Study. *International Journal of Human Computer Interaction*. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1731673>
- [3] Martín, E., Cupeiro, C., Pizarro, L., Roldán-Álvarez, D. & Montero-de-Espinosa, G. (2019) "Today I Tell" A Comics and Story Creation App for People with Autism Spectrum Condition. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35:8, 679-691, DOI: 10.1080/10447318.2018.1550178
- [4] Torrado, J. C., Gomez J. & G. Montoro. 2020. Hands-On Experiences With Assistive Technologies for People With Intellectual Disabilities: Opportunities and Challenges, *IEEE Access*, vol. 8, pp. 106408-106424, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3000095...

Grupo CHICO – UCLM

Computer-Human Interaction and Collaboration

Miguel Á. Redondo

Dept. Tec. y Sist. de Información
Univ. de Castilla – La Mancha
Ciudad Real. España
miguel.redondo@uclm.es

Manuel Ortega

Dept. Tec. y Sist. de Información
Univ. de Castilla – La Mancha
Ciudad Real. España
manuel.ortega@uclm.es

Crescencio Bravo

Dept. Tec. y Sist. de Información
Univ. de Castilla – La Mancha
Ciudad Real. España
crescencio.bravo@uclm.es

Ana I. Molina

Dept. Tec. y Sist. de Información
Univ. de Castilla – La Mancha
Ciudad Real. España
anaisabel.molina@uclm.es

Carmen Lacave

Department Name
Institution/University Name
Ciudad Real. España
carmen.lacave@uclm.es

Yoel Arroyo

Dept. Tec. y Sist. de Información
Univ. de Castilla – La Mancha
Ciudad Real. España
yoel.arrollo@uclm.es

ABSTRACT

Este artículo pretende servir de presentación del Grupo CHICO de la UCLM. Su actividad se organiza en una serie de líneas generales de trabajo y unas acciones derivadas de las mismas. Para cada una de estas líneas se apuntan las personas de contacto y de referencia. Por último, se mencionan las perspectivas de futuro con las que se plantea su actividad.

CCS CONCEPTS

- Human-centered computing

KEYWORDS

e-Learning, HCI, CSCW, CSCL, Usability, Interaction Analysis, User Interfaces, Eye-tracking, Awareness

1 Presentación

El Grupo CHICO [1] (*Computer-Human Interaction and Collaboration*) de la Universidad de Castilla-La Mancha tiene su sede en la Escuela Superior de Informática del campus de Ciudad Real (ESI) y está reconocido como Grupo Consolidado por la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. Su objetivo fundamental, en materia de investigación, se centra en la aplicación de nuevos métodos, técnicas, herramientas y procesos de Ingeniería Informática para la mejora de las tareas interactivas y colaborativas, especialmente en el contexto del aprendizaje de la Programación. En este contexto, juega un rol importante el diseño de experimentos y el análisis de datos, mediante la aplicación de técnicas estadísticas y de Inteligencia

Artificial.

El Grupo cuenta con un Laboratorio de Usabilidad ubicado en la ESI, con infraestructuras para captura de datos mediante técnicas de seguimiento ocular y biométricas basadas en herramientas *software* y *hardware* de TOBII. Además, dispone de equipamiento de realidad mixta (*Microsoft HoloLens*) e interacción natural (mesas interactivas *multitouch*) dirigido al soporte de experiencias de programación colaborativa, mediante el uso de varias metáforas visuales innovadoras.

Actualmente, los miembros permanentes del grupo son Manuel Ortega, Crescencio Bravo, Carmen Lacave, Ana I. Molina y Miguel Á. Redondo, además de Yoel Arroyo, actualmente adscrito a la Facultad de Ciencias Sociales del campus de Talavera de la Reina. No obstante, hay que destacar la colaboración mantenida en el tiempo con otros profesores formados en CHICO y que actualmente trabajan en otras universidades (Rey Juan Carlos, Cantabria, Zaragoza, Autónoma de Madrid, etc.).

2 Líneas de trabajo

El objetivo general del Grupo se orienta hacia las áreas o líneas de trabajo que se presentan a continuación.

2.1 Aplicación de técnicas de Ingeniería del Software al desarrollo de sistemas de eLearning

Bajo esta línea se abordan trabajos relacionados con el diseño de modelos computacionales en sistema de aprendizaje, diseño y desarrollo de técnicas y sistemas de soporte al aprendizaje en grupo y la integración de ontologías, estándares y objetos de aprendizaje en sistemas de *eLearning* [2]. Las personas de referencia para los temas relacionados con esta área de trabajo son Miguel Á. Redondo y Crescencio Bravo.

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



2.2 Desarrollo y aplicación de técnicas de Ingeniería del Software en IPO

Esta línea de actuación agrupa las dimensiones del diseño y especificación de interfaces de usuario cooperativas y colaborativas, la construcción de sistemas *groupware* independientes del dominio, mediante aproximaciones de MDA y MDD, el diseño y especificación de modelos, métodos y herramientas computacionales para modelado y análisis de la colaboración y del *awareness* [3], así como el diseño de la interacción mediante los paradigmas de computación móvil, ubicua y realidad aumentada [4]. Las personas de contacto sobre los trabajos de este campo son Ana I. Molina, Crescencio Bravo y Yoel Arroyo.

2.3 Análisis mediante técnicas de seguimiento ocular

El objetivo fundamental de esta línea es la de aplicar la técnica de *eye-tracking* para la evaluación del comportamiento del usuario, la usabilidad de sistemas y la carga cognitiva impuesta por notaciones para el modelado de sistemas [5], desde un enfoque más objetivo (fisiológico). Las personas de referencia para los temas relacionados con esta línea de trabajo son Ana I. Molina y Miguel Á. Redondo.

2.4 Diseño de experimentos y análisis de datos

Esta línea de trabajo es transversal a las demás, puesto que se centra en el diseño de experiencias para el abordaje de las distintas hipótesis de investigación del grupo, así como para la calibración de los instrumentos de medida (principalmente, cuestionarios) propuestos por los miembros de CHICO [6-8]. Las personas de referencia para los temas relacionados con esta área son Carmen Lacave y Ana I. Molina.

3 Acciones de investigación destacadas

La trayectoria del Grupo en materia de investigación [9] tiene su origen en 1999 y ha estado soportada con financiación de proyectos regionales, nacionales e internacionales con una destacada vinculación con grupos iberoamericanos, trabajando siempre en aspectos de soporte *software* a sistemas de *eLearning* y a la Interacción Persona-Ordenador. En los últimos proyectos (desde 2011) el trabajo se ha venido centrando en el desarrollo de modelos, métodos y herramientas para la mejora del aprendizaje efectivo de la Programación, en coordinación con el Grupo LITE de la URJC y más recientemente con la incorporación del Grupo M&CFLAI de la U. Cantabria.

4 Docencia

Es destacable la implicación de los miembros del Grupo CHICO en la docencia de materias relacionadas con IPO desde que empezaron a implantarse en España, particularmente en la UCLM allá por el año 1997 cuando se comenzó a impartir el plan de estudios de Ingeniería Informática. Esto sirvió para cimentar

una importante relación con el Prof. Ben Schneiderman que dio lugar a su nombramiento como Doctor Honoris Causa por esta universidad. Además, cabe mencionar el papel del Grupo en la fundación de la Asociación AIPO y como pioneros en la implantación del CHIJOOTE allá por el año 2005, convirtiéndose en un evento singular en la trayectoria de la docencia de IPO en España y todo un referente ampliamente citado.

5 Comentarios finales y planes futuros

En este artículo se hace una síntesis de lo más relevante del ámbito de trabajo del Grupo CHICO con objeto de situar al lector y de invitarle a contactar con sus miembros para cualquier actividad objeto de colaboración.

Por último, señalamos que la experiencia acumulada por el Grupo pretende aprovecharse para, en un futuro inmediato, plantear, desarrollar y evaluar aspectos relacionados con: la creación de representaciones y abstracciones algorítmicas adaptadas al perfil del estudiante, incluyendo como elemento fundamental el factor de género; la inclusión de técnicas de interacción natural y manipulativa y un mejor soporte a las tareas de programación en grupo. En relación con este último aspecto, se abordará la problemática de la configuración de equipos de trabajo eficaces (teniendo en cuenta el perfil individual de cada miembro), así como la incorporación de mecanismos de análisis e intervención en los procesos de aprendizaje en grupo.

ACKNOWLEDGMENTS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a las instituciones que han financiado sus proyectos (MINECO, JCCM, UCLM, CYTED), a los colaboradores con los que han trabajado y a los estudiantes que han sido partícipes de sus experiencias.

REFERENCES

- [1] M. Ortega *et al.*, "CHICO 2019 (Computer – Human Interaction and Collaboration), UCLM," *IE Comunicaciones*, vol. 2019, no. 30, pp. 60-68, 2019.
- [2] Y. Arroyo, A. I. Molina, M. A. Redondo, and J. Gallardo, "Learn-CIAM: A Model-Driven Approach for the Development of Collaborative Learning Tools," *Applied Sciences*, vol. 11, no. 6, 2021.
- [3] J. Gallardo, C. Bravo, and A. I. Molina, "A framework for the descriptive specification of awareness support in multimodal user interfaces for collaborative activities," *Journal on Multimodal User Interfaces*, vol. online, pp. 1-15, 2017.
- [4] S. Sánchez *et al.*, "A modern approach to supporting program visualization: from a 2D notation to 3D representations using augmented reality," *Multimedia Tools and Applications*, 2020.
- [5] A. I. Molina, M. A. Redondo, M. Ortega, and C. Lacave, "Evaluating a graphical notation for modeling collaborative learning activities: A family of experiments," *Science of Computer Programming*, vol. 88, pp. 54-81, 2014.
- [6] C. Lacave, J. Á. Velázquez, M. Paredes, and A. I. Molina, "Analyzing the influence of a visualization system on students' emotions: An empirical case study," *Computers & Education*, vol. 2020, no. 149, 2020.
- [7] C. Lacave, A. I. Molina, and M. A. Redondo, "A Preliminary Instrument for Measuring Subjective Perception of Students about Difficulties in Learning Recursion," *IEEE Transactions on Education*, vol. 61, no. 2, pp. 119-126, 2018.
- [8] C. Lacave, A. I. Molina, and J. A. Cruz, "Learning Analytics to identify dropout factors of Computer Science studies through Bayesian networks," *Behaviour & Information Technology*, vol. 37, no. 10-11, pp. 993-1007, 2018.
- [9] M. Ortega, "Computer-Human Interaction and Collaboration: Challenges and Prospects," *Electronics*, vol. 10, no. 5, p. 616, 2021.

CD

COLOQUIO DOCTORAL [CD]

El Coloquio Doctoral es un foro en el que los doctorandos pueden discutir su trabajo entre ellos y con expertos en su área. Los estudiantes presentan y discuten su tesis y pueden recibir comentarios para ayudarles con sus planes de investigación. Estas actas locales incluyen aquí un resumen de las propuestas presentadas en el coloquio doctoral de esta edición de INTERACCIÓN 20/21.

Esta actividad ha sido coordinada por Lourdes Moreno, de la Universidad Carlos III de Madrid (España), Víctor M. López Jaquero, de la Universidad de Castilla-La Mancha (España) y César Collazos, de la Universidad del Cauca (Colombia).

Ecosistema Digital para la Rehabilitación Combinada de Niños en Educación Inicial con Déficit Psicomotor Leve

Caso de Estudio

Libertad Aguilar Carlos
Departamento de Sistemas de Información
Universidad Autónoma de Aguascalientes, Ags., México
liberi.aguck@gmail.com

Jaime Muñoz Arteaga
Departamento de Sistemas de Información
Universidad Autónoma de Aguascalientes, Ags., México
jaime.munoz@edu.uaa.mx

José Eder Guzmán Mendoza
Departamento de Sistemas de Información
Universidad Autónoma de Aguascalientes, Ags., México
eder.guzman@edu.uaa.mx

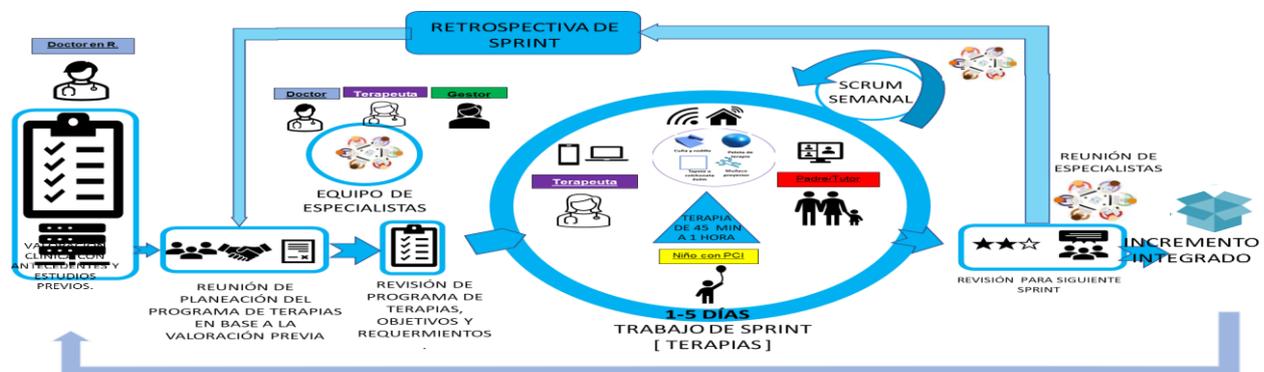


Figura 1: Modelo de Ecosistema Digital para la Rehabilitación de Niños con Déficit Psicomotor.

ABSTRACT

En este trabajo analizamos los cambios que ha hecho el sistema educativo en conjunto con la rehabilitación infantil de niños con déficit psicomotor ante la pandemia del COVID-19, explicando la importancia de una atención temprana integral que puede ser apoyada con tecnologías computacionales. Se muestra una solución creando un ecosistema digital que incorpore la metodología ágil Scrum, permitiendo la interacción entre todos los actores del contexto. Además de la mención de algunos trabajos relacionados, la propuesta ha iniciado pruebas con un caso de estudio en la Asociación Pro Parálítico Cerebral (APPAC) de la ciudad de Zacatecas, México en el grado de educación inicial, dando a conocer resultados relevantes con el uso de recursos tecnológicos que está dando información sobre el mundo de la estimulación temprana en infantes a distancia.

CCS CONCEPTS

• Human Centered Computing → Human Computer Interaction (HCI) • HCI Design and Evaluation Methods → User models

KEYWORDS

Ecosistema Digital, Rehabilitación Combinada, Educación Inicial, Déficit Psicomotor.

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



1 Introducción

El uso de plataformas de reuniones virtuales a los que se accede desde medios tecnológicos como computadoras de escritorio o portátiles, teléfonos móviles y tabletas, ha comenzado a ser utilizada con gran popularidad como un software que permite la comunicación en tiempo real, sobre todo en materia de educación y rehabilitación a distancia a niños con discapacidad; lo que ha permitido llevar a cabo una forma de trabajar denominada teletrabajo, mayormente conocido a nivel mundial como "telehealth", ocasionado primordialmente a raíz de la pandemia del COVID-19, pero que sobre todo ha establecido una nueva dinámica tanto de trabajo como de relaciones sociales, logrando que instituciones educativas, compañías empresariales y personas se adapten cada vez más a estas tecnologías. Justamente como el Modelo de Gestión de un Proyecto para la Inserción de Tecnología Educativa en un Centro de Atención Múltiple, el cual utilizó aplicaciones lúdicas en dispositivos como tablets o computadoras de escritorio y empleando también en conjunto el m-Learning como forma educativa para niños con discapacidad múltiple para desarrollar habilidades de lectura y escritura [1], así también la ingeniería de software debe crear espacios que permitan la comunicación, educación, rehabilitación e inclusión de niños con déficits psicomotor. Cabe mencionar además que sobre todo en países europeos se están desarrollando artefactos robóticos con ayuda de conocimientos en ingeniería de software y tecnologías que pretenden ayudar a la rehabilitación de niños con este déficit.

2 Problemática

Desde el año 2020, el COVID-19 ha interrumpido significativamente los tratamientos de rehabilitación como la terapia física, ocupacional, sensorial o de lenguaje a niños con déficit psicomotor. Esta interrupción afecta a niños y sin duda a los padres, derivándose las siguientes situaciones:

a) Falta de conocimiento de enfoques contemporáneos para terapias que ayudan a la restauración cerebral y el aprendizaje motor [2], como el uso de recursos tecnológicos.

b) Restricción total o parcial de asistir a instituciones para rehabilitación, ya que muchos servicios de salud para niños con discapacidad fueron cancelados [3].

c) Falta de apoyo del gobierno, con menor acceso de intervenciones de rehabilitación para pacientes con déficit psicomotor, así como la eliminación de terapias grupales [4].

d) El modelo de Educación Especial e Inclusiva a distancia de la Secretaría de Educación Pública en México por televisión no transmite de forma personalizada un programa guiado por terapeutas [5].

e) Hay límites y barreras tecnológicas en los niveles de paciente, clínico, organizacional y sistémico que no permiten implementar una adopción efectiva de tele salud para niños con déficit psicomotor [3].

f) La función de la plasticidad cerebral en los niños se ve afectada a falta de experiencias que modifiquen los circuitos neuronales, los cuáles con plásticos y con rehabilitación en la mayoría de los casos, la eficacia y el número de conexiones cambian [6].

Ante esta problemática, surge la siguiente pregunta: **¿Un ecosistema digital que favorezca la realización de terapias de fisio rehabilitación en línea ayuda a mejorar el neurodesarrollo en niños de educación inicial con déficit psicomotor?**

La figura 2 muestra un marco de referencia para diferenciar la dinámica de trabajo antes y después de la pandemia de COVID-19, lo cual es un claro ejemplo de la incorporación necesaria de tecnología en este proceso.

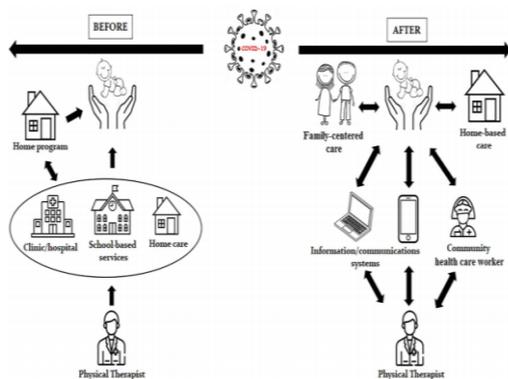


Figura 2: Marco de referencia del cuidado de niños con discapacidad antes y después del COVID-19. Tomado de [7].

3. Ecosistema Digital

Se ha realizado un modelo de ecosistema digital, el cual es un campo de investigación emergente que oferta recursos y servicios

digitales bajo una arquitectura que requiere modelos de procesos de desarrollo de software, con producción, organización, consumo y evaluación de recursos educativos con base en perfiles de usuario y adoptando las Tecnologías de la Información y la Comunicación [8]. La figura 1 muestra el modelo propuesto con seis fases, basado además en la metodología ágil Scrum, que se basa en la gestión de procesos, asumiendo la existencia de un proyecto [9] para desarrollar software de forma iterativa y con retroalimentación continua [10]. Cada iteración se denomina "sprint", cuyo objetivo es proporcionar entregables factibles de forma dinámica en el proceso. Las fases son: 1) Valoración Clínica; 2) Reunión de Programación de Terapias; 3) Revisión de Objetivos y Requerimientos; 4) Sprint; 5) Revisión para Siguiente Sprint; y la de 6) Incremento Integrado. En este sentido, el enfoque en tecnología en rehabilitación va apoyado de un sistema de tele salud con terapias combinadas estudiando el proceso de trabajo con este modelo y diseñando una solución con investigación multidisciplinar en la ingeniería de software, la rehabilitación física, neurociencia y gestión de Tecnologías Informáticas.

4. Caso de estudio y Resultados.

Se ha avanzado recabando información con un caso de estudio en la asociación civil de APPAC, pretendiendo realizar una investigación empírica, aplicada, no experimental, con propósitos descriptivo, exploratorio y de diseño, y una dimensión de tiempo longitudinal al hacer una medición antes y varias después de aplicado el modelo del ecosistema, dando como resultados que el modelo del ecosistema digital: 1) permite comunicar a los actores tales como padres, niños, terapeutas, gestores, médicos y otros especialistas en el proceso de servicios de terapias para niños con déficit psicomotor, 2) asiste a los padres o tutores para el manejo de una atención integral con terapias para sus hijos, 3) cubre la función de guía en temas de rehabilitación y temas importantes sobre diagnósticos de niños condicionados con déficit psicomotor, 4) Posibilita llevar a cabo terapias a distancia utilizando plataformas de reuniones virtuales y sistemas informáticos interactivos para lograr un efecto-espejo o sincrónico para que los padres vayan siguiendo las indicaciones. 5) Proporciona agendas para entremezclar evaluaciones periódicas y terapias presenciales, siendo un tipo de rehabilitación combinada.

REFERENCIAS

- [1] M. L. Aguilar Carlos, Modelo de Gestión de Proyectos con Inserción de Tecnología Educativa en un Centro de Atención Múltiple, Aguascalientes, 2018.
- [2] L. Sakzewski, J. Ziviani and R. Boyd, "Delivering evidence -based upper limb rehabilitation for children with cerebral palsy: Barriers and enablers identified by three pediatric teams," *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 34:4, pp. 368-383, 2014.
- [3] C. Camden and M. Silva, "Pediatric Telehealth: Opportunities created by the COVID-19 and suggestions to sustain its use to support families of children with disabilities," *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 41:1, pp. 1-17, 2021.
- [5] S. Laxe, J. C. J. Miangolarra Page, L. Gil Fraguas, A. Gómez, F. Luna, R. Llavona, P. Sánchez Tarifa, M. Santandreu y R. Garreta, «La rehabilitación en los tiempos de COVID-19,» *Rehabilitación*, vol. 54, nº 3, pp. 149-153, 2020.
- [6] N. Berardi y A. Sale, Ambiente, plasticidad y desarrollo cerebral, 1 ed., vol. 54, Madrid: Emse Edapp S.L. y Salvat, S.L., 2020, p. 143.
- [7] P. T. Rao, «A Paradigm Shift in the Delivery of Physical Therapy Services for Children With Disabilities in the Time of the COVID-19 Pandemic,» *Physical Therapy & Rehabilitation Journal*, vol. 101, nº 1, pp. 1-3, 2020.
- [8] G. Briscoe y P. De Wilde, «Digital ecosystems: evolving service-orientated architectures,» de Proceedings of the 1st international conference on Bio inspired models of network, information and computing system., 2006.

- [9] Näftänäilä, I., Critical Analysis of the scrum project management methodology, *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series*. 2008, Vol. 17 Issue 4, p435-441. 7p. Research Article.
- [10] Cui,Y.; Zada, I.; Shahzad, S.; Nazir,S.; Ullah Khan,S.; Hussain, N.; Asshad, M.; "Analysis of Service-Oriented Architecture and Scrum Software Development Approach for IIoT," *Scientific Programming*, vol. 2021, p. 6611407, 23 Enero 2021. Journal.

Contributions from the HCI to support autism treatments through a framework for inclusive software design

Gustavo E. Constain M.
ECBTI, UNAD
Popayán, Colombia
gustavo.constain@unad.edu.c

César A. Collazos
FIET, Universidad del Cauca
Popayán, Colombia
ccollazo@unicauca.edu.co

Susana Bautista
U. Francisco de Vitoria
Madrid, España
susana.bautista@ufv.es

Fernando Moreira
Universidade Portucalense
Porto, Portugal
fmoreira@uportu.pt

o

ABSTRACT

This document presents the current advances of the research carried out up to the third year of the Doctorate in Electronics Sciences at the University of Cauca (COL), co-directed by professionals from the Francisco de Vitoria University (ESP) and the Portucalense University (POR), which based on the analysis of the lack of inclusive software that allows to support therapeutic activities, based on management around the behavior and communication of children with Autism Spectrum Disorder -ASD, it seeks to obtain a proposal for a framework for the design of inclusive applications that allow the development of software based on accessibility and focus on autism, and also improve social interaction through the use of developed applications. The study is based on the use of computer applications focused on strengthening social and motivational skills, as well as characteristics related to the treatment processes of children with ASD. All this is validated through metrics and qualitative and quantitative analysis with evaluation indicators on the appropriation or strengthening of emotional skills in children with ASD and the definition of the characteristics of the software identified with co-design techniques that includes the same children. The tools considered are instruments for collecting non-invasive information, filming activities and analyzing emotions through the recognition of their facial expressions. Among the main advances, the results of the systematic review of the literature and of a case study are presented, where the identification of the most relevant functional and non-functional characteristics of the software applied in the treatment of ASD is obtained, as well as the proposal of framework for the design of inclusive computer applications focused on users with this cognitive disability and the design of remote interaction and usability tests.

CCS CONCEPTS

- ASD: Autism Spectrum Disorder.
- UCD: User Centered Design.
- RUT: Remote Usability Testing

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



KEYWORDS

Autism Spectrum Disorder, User Centered Design, Framework, Inclusive Software, Accessibility.

1. Introduction

From the Human-Computer Interaction and User-Centered Design approach, this project seeks to propose a framework that contributes to the community of professionals dedicated to the development of computational applications in the design of inclusive software that contributes to the development of social skills, typical of emotional intelligence, in children with Autism Spectrum Disorder (ASD) [1]. In this context of work, a "framework" is understood to be a conceptual and computer support structure for developers, defined with artifacts and specific software modules, which can serve as a basis for the organization and development of inclusive computational applications. For this, an experimental strategy of inclusive software application development framework is proposed that facilitates the promotion of collaborative work as an important aspect for the improvement in communication and behavior, within social skills in people with autism [2].

2. The research problem

According to the state of the art in relation to the use of technology to support current ASD treatments, it is found that in the world there are more than one billion people suffering from some type of disability, where 22.3% of them are of the Cognitive-Intellectual type with limitation in the execution of their routine activities of between 75% and 84% [3]. Likewise, the World Health Organization presents the percentage relationship of existing technological tools to support different types of disabilities, where it is highlighted that the applications of technology for intellectual and developmental disorders are less frequent compared to other types of conditions [4].

Similarly, in the use of computer applications to support the treatment of autism there are still some gaps in knowledge that are convenient to address, such as the existence of innovative and

successful methodologies in the treatment or management of the spectrum disorder (GEEMPA + TEACCH), the relevance of the use of formal gambling techniques (gamification or serious games) within inclusive applications (for the improvement or development of emotional or social skills; and especially, if it is possible to define a framework and specific development (framework) for the design and implementation of inclusive computer applications useful for the development of this type of skills, especially collaboration between children with ASD [5]. That is why thinking about the design of inclusive computational applications that allow the integration of some pictographic elements in the work processes of children with ASD, can result in a significant improvement in the way they acquire skills for emotional intelligence / social [6], and therefore the research question is whether it is possible that the use of a standard framework for the design of inclusive software, focused on autism, could result in obtaining computational applications that improve social skills in children with ASD?

3. Project Status

Among the activities carried out there is the state of the art of skills of emotional intelligence, especially Self-knowledge and Social Skills; the characteristics of Autism Spectrum Disorder [4]; what treatment and education programs exist and their level of effectiveness; notions of User Centered Design (UCD) and Accessibility [7]; Typology of existing mobile applications for the treatment of autism; Metrics and Heuristics that can be applied to evaluate the usability and interaction of inclusive applications [7]; and finally the design of remote interaction and usability tests (RUT) focused on users with ASD. In the same way, an exploration was carried out in the databases of Apple and Google to identify Apps focused on the pictographic management for people with ASD and the identification of emotional changes in people through appropriate non-invasive techniques to be applied in children with this condition, especially in Latin America and other Spanish-speaking countries. On the other hand, heuristic evaluation metrics were defined to evaluate each of the selected or developed App in relation to its importance within the treatment of ASD.

4. Research methodology

This is an interdisciplinary project with a mixed methodological approach that includes a quasi-experimental study through case studies. The activities are organized in three phases: Definition of conditions for the study, Design, and methodological development and finally the Validation and design of inclusive development recommendations for software oriented to the treatment of autism. The activities focused on the design and validation of inclusive apps have been directed through models and instruments of heuristic evaluation of usability of Nielsen and interaction of Tognazzini. Therefore, all this is validated through metrics and qualitative and quantitative analysis with evaluation indicators on the appropriation or strengthening of emotional skills in children with ASD and the

definition of the characteristics of the software identified with co-design techniques that include them kids.

5. Results achieved

In defining the design elements of the framework for the development of inclusive applications for ASD, the identification of some validated computational tools for their formal link to clinical autism treatments, the design of a base of user-centered design recommendations for inclusive applications (Elements and process of app design for autism, Gamification model for inclusive apps, and an inclusive software architecture proposal), in addition to the generation of new knowledge related to the HCI area in clinical contexts. Likewise, there is the knowledge obtained from a case study in which a heuristic evaluation model is designed and applied for inclusive applications focused on ASD that allowed to identify the most relevant functional characteristics for this type of software and the emotional reactions of These users during their interaction with the Apps, the foregoing was achieved through a technique for evaluating emotional changes through facial recognition software.

Regarding the architecture of Apps for use in ASD treatments, the state of the art allows the identification of inclusive software frameworks proposed for generic designs (such as the Engineering Process Model for Usability and Accessibility MPI u + a) and its articulation with others for mobile app designs (For example, the Facade and View-Controller patterns), which allows us to generate a framework of recommendations and the establishment of a general model for software design focused directly on the autism and the consequent possibility of developing emotional skills in its users. All the above has facilitated the development of eight articles that have been published and presented in different journals and international events with a direct relationship on human-computer interaction and its application in clinical contexts.

6. Contributions from the HCI and importance for health

The socialization of the results achieved to date, in different Latin American countries and other countries with Spanish-speaking professionals, have been of interest to therapeutic communities that work with ASD, due to the innovation demonstrated in the processes of use of technology and for achievements in the development of emotional and social skills especially in children with autism.

Similarly, the software development communities have shown interest in linking inclusive software as one of their current lines of work and with the possibility of a market for their products. Likewise, parents of children with ASD have expressed the need for these developments to improve the quality of life of these people through emotional improvement and levels of social interaction.

The above has been compiled through open web surveys that have been socialized and shared among different communities of

clinical institutions that have expert therapists in the management of cognitive disabilities and Autism Spectrum Disorder, relatives of people with ASD and recognized communities of developers of software in computer application development companies or universities that have software developers in training.

It is expected to validate the results of the project with these same communities, especially with those who have openly expressed their initiative to link to the project in its results validation phase.

REFERENCES

- [1] G. E. Constain M., C. A. Collazos, H. M. Fardoun and D. M. Alghazzawi, "Heuristic Evaluation for the Assessment of Inclusive Tools in the Autism Treatment," *Universal Access and Inclusive Design - HCI International 2020*, vol. 12426, 2020.
- [2] G. E. Constain M., F. Moreira and C. A. Collazos, "Recommendations for the design of inclusive apps for the treatment of autism : An approach to design focused on inclusive users," *15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pp. 1-6, 2020.
- [3] G. E. Constain M., "Study of functional characteristics of inclusive software to support the treatment of autism spectrum disorder.," *CLEI*, p. 13, 2020.
- [4] G. E. Constain M., F. Moreira and C. A. Collazos, "Use of HCI for the development of emotional skills in the treatment of Autism Spectrum Disorder: A systematic review," *Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información*, 2018.
- [5] G. E. Constain M., C. A. Collazos, H. Fardoun and D. Alghazzawi, "Architecture Models for Inclusive Computational Applications, in the Treatment of Autistic Spectrum Disorder-ASD," *International Conference on Learning and Collaboration Technologies*, pp. 40-57, 2018.
- [6] G. E. Constain M., F. Moreira, C. A. Collazos and H. Fardoub, "Recommendations for the design of inclusive apps for the treatment of autism: An approach to design focused on inclusive users," *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pp. 1-6, 2020.
- [7] G. E. Constain M., C. Collazos and H. Fardoun, "Use of HCI for the development of emotional skills in the treatment of Autism Spectrum Disorder: A systematic review," *Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, p. 17, 2018.
- [8] G. E. Constain Moreno and C. A. Collazos, "Architecture Models for Inclusive Computational Applications, in the Treatment of Autistic Spectrum Disorder -ASD," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. NA, no. NA, p. 40, 2018.
- [9] G. E. Constain Moreno, C. A. Collazos and F. Moreira, "Recomendaciones para el diseño de aplicaciones informáticas inclusivas como apoyo al tratamiento del trastorno de espectro autista," Universidad del Cauca, Popayán, 2020.
- [10] G. E. Constain Moreno, "Recomendaciones para el diseño de aplicaciones informáticas inclusivas como apoyo al tratamiento del trastorno de espectro autista," in *CLEI 2020*, Montevideo - Uruguay, 2020.
- [11] G. E. Constain Moreno and C. A. Collazos, "Use of HCI for the development of emotional skills in the treatment of Autism Spectrum Disorder: A systematic review," *Cisti Occasional Paper*, vol. NA, no. NA, p. 425, 2018.
- [12] O. d. D. Física, "Informe de Observatorio de Discapacidad Física," 2019. [Online]. Available: <https://www.observatoriodiscapacitat.org/es>. [Accessed 2020].

Adaptive gamification of citizen science projects

María Dalponte Ayastuy
mdalponte@unq.edu.ar

Departamento CyT, Universidad Nacional de Quilmes
Bernal, Buenos Aires, Argentina
LIFIA, Fac. de Informatica, Universidad Nac. de La Plata
La Plata, Buenos Aires, Argentina

Diego Torres

diego.torres@lifia.info.unlp.edu.ar
LIFIA, CICPBA-Fac. de Informatica, Universidad Nac. de
La Plata
La Plata, Buenos Aires, Argentina
Departamento CyT, Universidad Nacional de Quilmes
Bernal, Buenos Aires, Argentina

ABSTRACT

This article presents the doctoral proposal whose main objective is to develop an adaptation device for the game elements and mechanics in citizen science projects, based on the user behaviour and the community ecosystem. Gamification is a strategy to convene participants to citizen science projects. However, it cannot be generalized because of the different users' profiles, and so it must be tailored to the users and playing contexts. Specifically, this article introduces the main and secondary objectives, the methodology and the expected results of these doctoral proposal.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Human computer interaction (HCI)**; • **Computing methodologies** → **Machine learning**.

KEYWORDS

Human computer interaction (HCI), Machine learning, User profiling, Adaptive gamification, Collaborative location collecting systems

1 INTRODUCTION

Citizen science encompasses a range of methodologies that encourage and support the contributions of the public to the advancement of scientific and engineering research and monitoring in ways that may include co-identifying research questions; co-designing/conducting investigations; co-designing/building/testing low-cost sensors; co-collecting and analysing data; co-developing data applications; and collaboratively solving complex problems [10].

Citizen science has become widely known in recent years thanks to the ubiquity of technology through communication technologies and the mass use of smartphones. There is a growing number of scientific projects and volunteers that collect data through their daily used resources, and consequently a research interest is awakened for the design, development and implementation of the technologies that are needed for the exercise of citizen science [9].

The objective of allowing access to the greatest number of people, considering the multiple cultural characteristics (origin, language,

gender, age, etc.) can be approached by scientific developments in the area of HCI (human-computer interaction), and particularly gamification [9]. Gamification is the application of game strategies in spaces or areas whose nature is not playful [3]. A natural use of gamification is in citizen science projects [5] and there are already examples of gamified experiences. In some of these approaches, the same related game mechanisms are found to have different impacts on different people, the use of gamification elements may be more valued by some volunteers than by others. Some found it motivating and rewarding while others ignored it or made them stop participating in the project. For some time, the HCI has been working on the formalization of *playability* heuristics and models of the components of games and game experiences [3].

Despite the rapid growth of the gameful design research area, and the actual level of success in the user's engagement that it reveals, these findings are not general in terms of domain, and they cannot be generalized to all users. The one-size-fits-all approach presents several limitations because of the different motivations, personalities, needs, or values of the users [2]. The design of game environments that are appropriate for everyone must consider a personalization or adaptation of the game elements and mechanics that are offered for each volunteer in each case, and this adaptation should recognize cultural aspects of the people and the interaction between them. Currently, the research stream on adaptive gamification is taking care of the gamification that each particular user needs in a particular moment, tailoring the gamification to the users and contexts [6]. For example, adaptation can be made on many aspects: the game storytelling, the game difficulty, the content generation, the guidance or hinting on the goals, the presentation, the curriculum sequencing, among others [4]. Nevertheless, the existing **adaptive gamification** approaches are not directly applicable to citizen science, given that they do not necessarily focus on the community aspect.

2 OBJECTIVES AND METHODOLOGY

The main objective of this PhD project is to develop and design an adaptive gamification approach in the context of citizen science projects. This objective can be decomposed into other finer-grained objectives. Firstly, to build a conceptual framework as a set of modeling elements and relationships that can describe the users behaviour by means of their interaction activity (among them and with the system); the citizen science community ecosystem; and the game elements and mechanics that are applicable to these collaborative projects. Lastly to design an adaptation strategy based on machine



learning techniques, to tailor the game experience by means of the user behaviour, community and game elements models.

The research methodology is process with the following steps: 1) to survey the state of the art in the the game elements adaptability research area, related to collaborative collecting projects and citizen science in particular, 2) Development of an approach over the conceptual framework and the adaptation strategy, 3) testing the approach on historical data of large scale datasets from Location Based Social Networks (LBSN) or Collaborative Location Collecting Systems projects (CLCS), 4) to evaluate results by applying machine learning quality heuristics, 5) to consider these partial results for giving place to new concerns and the potential writing of a scientific article, 6) to develop a prototype for end users where this adaptation strategy is incorporated to a citizen science application, 7) to conduct heuristic evaluations for usability in HCI [7]. Steps 2 to 7 are part of an iterative process.

3 STATE OF THE ART

To identify representative studies related to adaptive gamification and CLCS, a systematic mapping was carried out [8]. The review allowed identifying different proposals for the scope (standard, ad-hoc or flexible) and the versatility (dynamic vs. static) of the user model, but it was found that in most of the cases, the model is neither defined nor explicitly specified.

There were found, as a result of the evaluation, different adaptation points of view, such as difficulty adaptation, storytelling adaptation, community-based adaptation, or gamification elements adaptation, where the goals/challenges and points are the most used. The user modeling is also important for an adaptation strategy, and must be considered the scope of the model (standard, ad-hoc or flexible) and the versatility (dynamic vs. static). The aspect that deserves further research is the adaptability taking into account the community, focusing on features that have not yet been worked on, such as cultural diversity, gender, and multiplicity of knowledge. Also, it is interesting to develop an approach of community modeling in community-aware adaptive gamification. These findings are compiled in [1].

The project has reached the following milestones:

- *Adaptive Gamification in Collaborative systems, a Systematic Mapping Study*: a study of the published research on the application of adaptive gamification to collaborative systems. The study focuses on works that explicitly discuss an approach of personalization or adaptation of the gamification elements in this type of system. It employs a systematic mapping design in which a categorical structure for classifying the research results is proposed based on the topics that emerged from the papers review. Published [1]
- *Adaptive gamification in collaborative location collecting systems: a case of traveling behavior detection*
This work is focused on the first steps to detect users' behavioral profiles related to spatial-temporal activities in the context of collaborative location collecting systems. Accepted in *IX Conference on Cloud computing, Big Data and Emerging Topics*.
- *Relevance of non-activity representation in traveling user behavior profiling for adaptive gamification*

This work presents two approaches of traveling user behavior pro-filing: a raw series built up with categorical data that describes the activity of the user in a period of time, and a timed series that is an enhanced version of the first that includes a representation of the non-activity time frames. To describe user behavior categories to offer a tailored gamification strategy, this article seeks to analyze what aspects the different representations can contribute.

4 CONTRIBUTIONS

The contributions of this PhD project should include: a) a state of the art research, b) a conceptual framework modeling user behaviour profile as well as the citizen science ecosystem and the game elements and mechanics applicable to these projects, c) an adaptation device based on machine learning techniques, to tailor the gamification to the users and community.

REFERENCES

- [1] Maria Dalponte Ayastuy, Diego Torres, and Alejandro Fernández. 2021. Adaptive gamification in Collaborative systems, a systematic mapping study. *Computer Science Review* 39 (2021), 100333. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100333>
- [2] Martin Böckle, Jasminko Novak, and Markus Bick. 2017. Towards adaptive gamification: a synthesis of current developments. In *Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS)*. Guimarães, Portugal. https://aisel.aisnet.org/ecis2017_rp/11
- [3] Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, and Lennart Nacke. 2011. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (Tampere, Finland) (MindTrek '11)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- [4] Stefan Göbel and Viktor Wendel. 2016. Personalization and adaptation. In *Serious Games*. Springer, 161–210.
- [5] Karl M. Kapp. 2013. *The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practice* (1st ed.). Pfeiffer & Company, Bloomsburg, Pennsylvania.
- [6] Ana Carolina Tomé Klock, Lucas Felipe Da Cunha, Mayco Farias de Carvalho, Brayan Eduardo Rosa, Andressa Jaqueline Anton, and Isabela Gasparini. 2015. Gamification in e-learning systems: A conceptual model to engage students and its application in an adaptive e-learning system. In *International Conference on Learning and Collaboration Technologies*. Springer, 595–607.
- [7] Jakob Nielsen and Rolf Molich. 1990. Heuristic Evaluation of User Interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (Seattle, Washington, USA) (CHI '90)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 249–256. <https://doi.org/10.1145/97243.97281>
- [8] Kai Petersen, Sairam Vakkalanka, and Ludwik Kuzniarz. 2015. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology* 64 (Aug. 2015), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>
- [9] Jennifer Preece. 2016. Citizen Science: New Research Challenges for Human–Computer Interaction. *International Journal of Human–Computer Interaction* 32, 8 (2016), 585–612. <https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1194153> arXiv:<https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1194153>
- [10] Katrin Vohland, Anne Land-zandstra, Luigi Ceccaroni, Rob Lemmens, Josep Perelló, Marisa Ponti, Roeland Samson, and Katherin Wagenknecht (Eds.). 2021. *The Science of Citizen Science*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4>

Detección de anomalías y clasificación en registros electrooculográficos de pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2 (SCA2)

Detection of anomalies and classification in electrooculographic recordings of patients with spinocerebellar ataxia type 2 (SCA2)

Camilo Mora Batista[†]
Grupo de Procesamiento de Datos
Biomédicos
Universidad de Holguín
Holguín, Cuba
cmorab@uho.edu.cu

Daniel Gálvez Lio
Facultad de Física Matemática
Computación
Universidad Central Marta Abreu
de las Villas
Santa Clara, Cuba
dgalvez@uclv.edu.cu

Gonzalo Joya Caparros
Departamento de Tecnología
Electrónica
Universidad de Málaga
Málaga, España
gjoya@uma.es

RESUMEN

Los registros electrooculográficos ayudan a comprender los movimientos oculares específicos y generales, entre los que están los de persecución suave, los de fijación y las sácadas. Tales movimientos catalogados como finos, no se pueden percibir con facilidad en su mayoría. Algunos estudios han reportado la afectación del sistema motor visual humano por diversos desórdenes neurológicos como en el caso de los pacientes con Ataxia Espinocerebelosa de tipo 2 (SCA2) [1]. En estos, el mecanismo biológico experimenta afectaciones, incluso antes de producirse el debut de la enfermedad, por lo que la detección de alteraciones en las magnitudes biomecánicas que lo caracterizan despiertan el interés en la comunidad científica [1]. Las investigaciones de los movimientos sacádicos asociados con la manifestación y evolución de la SCA 2, han avanzado en los últimos años [2,3] dada la importancia de establecer procedimientos diagnósticos alternativos para detectar síntomas tempranos y con ello, iniciar el adecuado proceso de rehabilitación en función de mejorar la calidad de vida de los referidos pacientes. En este reporte se expone una propuesta doctoral centrada en la investigación de las anomalías y su clasificación a partir del análisis de registros electrooculográficos procedentes de pacientes atáxicos.

CCS CONCEPTS

- Applied computing -Physical sciences and engineering

KEYWORDS

Reg. electrooculográficos Detección y Clasif. Aprendizaje Automático, Ataxia Espinocerebelosa 2

1 Introducción

La provincia cubana de Holguín es la región con mayor tasa de prevalencia de la SCA 2 a nivel nacional e internacional [1]. El Centro para la Investigación y la Rehabilitación de las Ataxias Hereditarias (CIRAH), enclavado en la capital holguinera, es el encargado de focalizar todo el accionar en materia de investigación científica acerca de la SCA2, la búsqueda y puesta en práctica de programas destinados a la rehabilitación física-motora, psicológica y del lenguaje así como el desarrollo de ensayos clínicos con el propósito de crear protocolos de tratamiento, a pesar del carácter incurable de la enfermedad que afecta el cerebelo [1]. Sin embargo, existen tratamientos farmacológicos y terapéuticos que han permitido mejorar la calidad de vida de los pacientes, demorando el debut de la enfermedad. Tal mejora es susceptible de iniciarse en fase temprana, en dependencia de la determinación del inicio de la enfermedad, lo cual constituye un problema complejo.

Entre las líneas de investigación promovidas conjuntamente por el CIRAH y la Universidad de Holguín (UHo) se encuentra la caracterización de los trastornos de los movimientos oculares, a partir de las velocidades y amplitudes de sácadas. La colaboración temprana entre estos dos centros junto a las Universidades de Granada (UGR) y Málaga (UMA), posibilitaron el avance en la caracterización electrofisiológica de los movimientos asociados a la enfermedad [3]. Un resultado esencial se condensó en la tesis doctoral "Procesamiento de registros oculares sacádicos en pacientes de ataxia SCA2. Aplicación del Análisis de Componentes Independientes". Más adelante, la creación del Grupo de Procesamientos de Datos Biomédicos (GPDB) en la UHo, se benefició con la colaboración del Ministerio de Asuntos Exteriores de la Unión Europea y Cooperación así como de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (MAEC-AECID) y gracias al proyecto A2/038418/11 coordinado por la UMA "Creación de un grupo interuniversitario

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



para la investigación y la docencia en técnicas bio-inspiradas y de inteligencia computacional. Aplicación al estudio de epidemias y enfermedades raras de especial incidencia en Cuba y al control de sistemas”. Esto permitió profundizar en las concepciones teóricas en relación con el software necesario para la utilización de un dispositivo de captación de señales EOG-Eyetracker, utilizando una interfaz cerebro-máquina OpenBCI.

El resultado de tales búsquedas consiste en la creación de un prototipo gracias a un proyecto perteneciente al Plan Propio de la Universidad de Málaga para la captación y procesado de registros electrooculográficos. Actualmente se ejecuta el proyecto internacional “Red universitaria para la investigación y docencia en técnicas de captación y procesado de señales electrooculográficas y de fijación de la mirada orientadas a la detección de enfermedades neurodegenerativas y a la monitorización del aprendizaje” (PRedUMA-UTM-UHo), auspiciado por Agencia Andaluza de Cooperación Internacional para el Desarrollo, coordinado por la UMA, con participación de la UHo y la Universidad Técnica de Manabí en Ecuador (UTM). La investigación de los movimientos oculares mediante registros electrooculográficos capturados con ayuda de un dispositivo diseñado tomando como base la plataforma tipo OpenBCI, ha comenzado a rendir los primeros frutos (ver figura 1). Una de las ventajas del mismo reside en su portabilidad, lo que permite realizar estudios sin tener que trasladar los pacientes a un lugar especializado y con ello, obtener una mayor cantidad de registros. Algunas investigaciones [2,4] se han restringido a la búsqueda de la condición preclínica utilizando el conocimiento de expertos, de manera que hacen uso de datos ya clasificados para entrenar modelos de Inteligencia Artificial.

2 Objetivo

El objetivo general de la investigación doctoral consiste en: identificar anomalías en los movimientos oculares sacádicos como parte de la caracterización electrofisiológica de los pacientes con SCA2 así como establecer las diferentes clases a partir del análisis de los registros electrooculográficos.

Objetivos parciales:

- Obtener nuevos registros electrooculográficos de pacientes con SCA 2 (Obj-1).
- Aplicar técnicas de clusterización para la búsqueda de patrones (Obj-2).
- Aplicar modificaciones en técnicas de clasificación que enriquezcan los resultados hasta ahora obtenidos [2] (Obj-3).
- Implementar algoritmos para sistemas inteligentes, útiles en el proceso de toma de decisiones en el CIRAH (Obj-4).



Figura 1: EOG-Eyetrackers. [Foto elaboración propia]

3 Plan de tesis

La investigación se desarrolla en el ámbito del proyecto (PRedUMA-UTM-UHo). El plan para ejecutarla es el siguiente:

1. 2021-2022 Análisis del estado del arte, reproducción y estudio de experimentos de interés ya publicados
2. 2021 – 2022 Captura de registros electrooculográficos de pacientes SCA 2 y preprocesamiento de los datos (Obj-1).
3. 2022-2023 Estudio de rendimiento de diferentes técnicas de clusterización y estudio específico de los modelos computacionales más eficientes para las distintas bases de datos disponibles (Obj-2-3).
4. 2023-2024 Aplicación de los algoritmos desarrollados a la detección de anomalías en pacientes reales en el CIRAH.(Obj. 4). Memoria y publicaciones.
5. 2024. Defensar la tesis doctoral

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los coordinadores del proyecto PRedUMA-UTM-UHo) y a la Dra. Jacqueline Medrano Directora del CIRAH. Esta tesis está parcialmente sustentada por el proyecto “Red universitaria para la investigación y docencia en técnicas de captación y procesado de señales electrooculográficas y de fijación de la mirada orientadas a la detección de enfermedades neurodegenerativas y a la monitorización del aprendizaje” financiado por la (AACID),

REFERENCIAS

- [1] Roberto Rodríguez-Labrada, Jacqueline Medrano-Montero, Luis Velázquez-Pérez, 2019. Hereditary ataxias in Cuba: results and impact of a comprehensive, multidisciplinary project. *MEDICC review* (21), 39-45. <https://www.scielo.org/article/medicc/2019.v21n4/39-45/>.
- [2] Stoean R, Stoean C, Becerra-García R, García-Bermúdez R, Atencia M, García-Lagos F, L. Velázquez y G. Joya. (2020) A hybrid unsupervised—Deep learning tandem for electrooculography time series analysis. *PLoS ONE* 15(7): e0236401. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236401>
- [3] Becerra-García. 2014. Plataforma de procesamiento electrooculograma. Caso de estudio: pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2. Tesis de Maestría en Informática Matemática aplicada a la Administración. Universidad de Holguín, Cuba.
- [4] Catalin Stoean, Ruxandra Stoean, Roberto Antonio Becerra-García, Rodolfo García-Bermúdez, Miguel Atencia, Francisco García-Lagos, Luis Velázquez-Pérez, Gonzalo Joya. 2019. Unsupervised learning as a complement to convolutional neural network classification in the analysis of saccadic eye movement in spino-cerebellar ataxia type 2. *International Work-Conference on Artificial Neural Networks*. Springer, Cham, 26-37. https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/17824/IWANN_2019__Sacades.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Producción de Ambientes con Realidad Mixta para Asistir a la Demencia Senil

Montes Chaparro, Erwin B.
Universidad Autónoma de
Aguascalientes
Av. Universidad #940,
Ciudad Universitaria, CP.20131
Aguascalientes, Ags., México
+52 1 449 383 9167
erwin.montes@edu.uaa.mx

Muñoz Arteaga, Jaime
Universidad Autónoma de
Aguascalientes
Av. Universidad #940,
Ciudad Universitaria, CP.20131
Aguascalientes, Ags., México
+52 1 449 365 6732
jaime.munoz@edu.uaa.mx

Muñoz Zavala, Angel E.
Universidad Autónoma de
Aguascalientes
Av. Universidad #940,
Ciudad Universitaria, CP.20131
Aguascalientes, Ags., México
+52 1 33 1121 9464
eduardo.munoz@edu.uaa.mx

ABSTRACT

Los adultos mayores son una parte importante de nuestras comunidades y es nuestro deber como sociedad hacer su día a día una experiencia más fácil para que puedan conservar su independencia como individuos en medida de lo posible. Gracias a los costos reducidos de dispositivos móviles y el incremento en potencia con cada nueva generación es más sencillo traer gráficos en 3D en dispositivos de gama media para el uso de Realidad Aumentada con la inserción del visor *cardboard*. Además del auge en el que se encuentran actualmente tecnologías de hardware abierto como Arduino, es posible encontrar variedad de artículos científicos que crean dispositivos de bajo costo para múltiples tareas de monitoreo, tanto visual como físico, lo que ayuda a que sea posible realizar un seguimiento de personas de edad avanzada utilizando *wearables* poco intrusivos. Es nuestro deber como sociedad, acercar a nuestros adultos mayores a herramientas adecuadas para continuar con su rutina diaria, sin perder su independencia; brindándoles la oportunidad de realizar actividad física para mantener su salud y movilidad con la menor participación posible de personal de rehabilitación especializado en sitio. El personal médico especializado puede dar seguimiento de manera remota usando *Internet of Things* (IoT) para notificar cambios en la rutina de los pacientes de forma temprana. En este trabajo se propone un proyecto de asistencia geriátrica, enfocado en la demencia senil, utilizando Internet of Things con la aplicación de modelos y arquitectura; en conjunto con herramientas de diseño de Ingeniería de Software para una implementación más consistente y detallada de los procesos en cuestión de interconectividad, software y uso de periféricos.

CCS Concepts

• Human Centered Computing → Human Computer Interaction (IHC) • HCI Design and Evaluation Methods → User Experience

Keywords

Vejez Digna, Realidad Mixta, Demencia Senil, Experiencia de Usuario.

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



1. INTRODUCCIÓN

La tecnología forma parte de nuestra rutina diaria en gran medida, de manera directa o indirecta, y hemos aprendido a relacionarnos con ella desde que tenemos uso de razón; las nuevas generaciones se adaptan rápidamente a la evolución tecnológica, que está creada de tal forma que, sea fácil la adaptación para los usuarios. El diseño de la experiencia de usuario (UX) es un área relativamente nueva en el desarrollo de aplicaciones y dispositivos. Es posible detectar a simple vista las diferencias con productos de hace 20 años o más y su interacción con los usuarios objetivo. A pesar de que la tecnología avanza y es fácilmente adoptada por cada vez más personas a nivel mundial [1], en general, el sector de los actuales adultos mayores (Baby Boomers) no tuvo la oportunidad de vivir la transición tecnológica hasta nuestros días de manera activa.

2. PROBLEMATICA

Es inusual que las grandes empresas de productos tecnológicos tengan un enfoque comercial sobresaliente en la interacción con adultos mayores para dispositivos de consumo cotidianos, eso sin mencionar el diseño de interfaces gráficas que sean legibles para usuarios de este tipo; pues en aplicaciones modernas suelen ser los usuarios quienes se adaptan a la tecnología, y no la tecnología la que se adapta a los usuarios [2]. Por lo tanto, los adultos mayores deben ser provistos con dispositivos que manejen un lenguaje visual y una interacción simple, que les permita adoptar dichos productos con poca o nula asistencia externa; dado que es difícil encontrar entusiasmo tecnológico de su parte [1,3].

La demencia senil está catalogada como la tercera causa de muerte en adultos mayores, después de las enfermedades cardíacas y el cáncer [4], pero puede ser disminuida su repercusión en la salud mental gracias al ejercicio físico aeróbico [5]. Se ha comprobado que los pacientes geriátricos muestran un mayor interés por la actividad física, si se combina con entornos virtuales, debido a baja interacción social que incrementa las posibilidades de una baja estimulación cognitiva [2].

Gran parte de los trabajos de investigación relacionados con la Realidad Aumentada para adultos mayores [2,3,4,5,6] se centran en el enfoque práctico, el diseño físico de los dispositivos involucrados y el diseño de experimentos según los escenarios.

3. TRABAJOS RELACIONADOS

El diseño de sistemas para terapia ocupacional [7] muestra resultados positivos con respecto a la interacción de pacientes en rehabilitación motriz, a través del uso de entornos virtuales y periféricos de uso intuitivo como lo es LeapMotion.

La combinación de entornos virtuales con la ejercitación permite a los adultos mayores salir de su rutina habitual y “visitar” otros lugares fuera de la estancia de manera virtual [3], lo que logra una respuesta positiva por parte de los usuarios; incluso al grado de querer pasar más tiempo ejercitándose al día que el tiempo establecido oficial de la estancia a la que pertenece. Este trabajo se enfoca en el diseño de hardware, adaptando un ejercitador para manos y pies para que interactúe con un entorno virtual, desarrollado en el motor de juegos Unity.

El Proyecto CogARC [6] combina el uso de objetos reales en una tableta, modificados a través de la visión de Realidad aumentada, para que el adulto mayor use variedad de pequeños juegos. Aún teniendo resultados satisfactorios, las reacciones negativas indican que existen problemas en aspectos de interacción con algunos de los juegos desarrollados.

Sistemas como HalleyAssist [8] involucran un ecosistema complejo y que trata de prevenir la mayor cantidad de padecimientos posibles relacionados a la salud del adulto mayor, combinando grupos de sensores de múltiples tipos para lograr una detección óptima; buscando patrones anómalos según la información recabada por todo el sistema de sensores. Aún con la cantidad de información recabada, dejan de lado la parte de diseño de software y experiencia de usuario, que son vitales para que los adultos adopten los dispositivos y aplicaciones como parte de su rutina diaria [2,3,4].

4. PROPUESTA

Este trabajo requiere la formación de un equipo multidisciplinario con la ayuda de las herramientas de diseño de software como son UML y SysML; y diseño de Interfaces y Experiencia de Usuario (UI/UX), utilizando metodología de desarrollo ágil y arquitectura basada en modelos (MDA).

Las tecnologías propuestas para la prueba de concepto son Realidad Mixta (Aumentada y Virtual) [8] en combinación con Videojuegos [9] y Wearables [10].

Se planea realizar las pruebas de la implementación en adultos mayores que se encuentran en estancias geriátricas públicas, pertenecientes a la institución de “Desarrollo Integral de la Familia” (DIF) en la ciudad de Aguascalientes, México.

Es vital la participación de los distintos actores involucrados como el personal médico, el personal de asistencia y los pacientes geriátricos, para definir las rutinas de rehabilitación y tratamiento de los distintos trastornos relacionados con la demencia senil; y adaptarlas a aplicaciones basadas en Realidad Mixta.

Partiendo de una arquitectura genérica, se busca llevar a cabo un diseño de entornos que pueda ser fácilmente aplicable a distintos tipos de padecimientos cerebrales, con un seguimiento evolutivo de los participantes.

Una vez creada la metodología de diseño, se desea crear un modelo genérico para ser aplicado a otros trastornos de los adultos mayores, combinando más tecnologías que permitan atender múltiples padecimientos en un solo ecos

istema.

5. REFERENCIAS

- [1] H. Hwangbo, S. H. Yoon, B. S. Jin, Y. S. Han, y Y. G. Ji, «A Study of Pointing Performance of Elderly Users on Smartphones», *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 29, n.º 9, pp. 604-618, sep. 2013, doi: [10.1080/10447318.2012.729996](https://doi.org/10.1080/10447318.2012.729996).
- [2] R. Saracchini, C. Catalina-Ortega, y L. Bordoni, «A mobile augmented reality assistive technology for the elderly», *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, vol. 23, n.º 45, pp. 65-74, jul. 2015, doi: [10.3916/C45-2015-07](https://doi.org/10.3916/C45-2015-07).
- [3] J. R. Bruun-Pedersen, K. S. Pedersen, S. Serafin, y L. B. Kofoed, «Augmented exercise biking with virtual environments for elderly users: A preliminary study for retirement home physical therapy», en *2014 2nd Workshop on Virtual and Augmented Assistive Technology (VAAT)*, Minneapolis, MN, mar. 2014, pp. 23-27, doi: [10.1109/VAAT.2014.6799464](https://doi.org/10.1109/VAAT.2014.6799464).
- [4] H. Ro, Y. J. Park, y T.-D. Han, «A Projection-based Augmented Reality for Elderly People with Dementia», p. 4.
- [5] M. Felipe Salech, L. Rafael Jara, y A. Luis Michea, «Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento», *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 23, n.º 1, pp. 19-29, ene. 2012, doi: [10.1016/S0716-8640\(12\)70269-9](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70269-9).
- [6] C. Boletsis y S. McCallum, «Augmented Reality Cubes for Cognitive Gaming: Preliminary Usability and Game Experience Testing», *IJSG*, vol. 3, n.º 1, mar. 2016, doi: [10.17083/ijsg.v3i1.106](https://doi.org/10.17083/ijsg.v3i1.106).
- [7] H. Cardona Reyes y J. Muñoz Arteaga, «Multidisciplinary production of interactive environments to support occupational therapies», *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 63, pp. 90-99, oct. 2016, doi: [10.1016/j.jbi.2016.08.002](https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.08.002).
- [8] R. Saracchini, C. Catalina-Ortega, y L. Bordoni, «A mobile augmented reality assistive technology for the elderly», *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, vol. 23, n.º 45, pp. 65-74, jul. 2015, doi: [10.3916/C45-2015-07](https://doi.org/10.3916/C45-2015-07).
- [9] J. R. Bruun-Pedersen, K. S. Pedersen, S. Serafin, y L. B. Kofoed, «Augmented exercise biking with virtual environments for elderly users: A preliminary study for retirement home physical therapy», en *2014 2nd Workshop on Virtual and Augmented Assistive Technology (VAAT)*, Minneapolis, MN, mar. 2014, pp. 23-27, doi: [10.1109/VAAT.2014.6799464](https://doi.org/10.1109/VAAT.2014.6799464).
- [10] F. Qureshi y S. Krishnan, «Wearable Hardware Design for the Internet of Medical Things (IoMT)», *Sensors*, vol. 18, n.º 11, p. 3812, nov. 2018, doi: [10.3390/s18113812](https://doi.org/10.3390/s18113812).

Aprendizaje automático aplicado al estudio de los movimientos oculares de los estudiantes en la enseñanza en línea

Machine Learning applied to the study of eye movements in online teaching

Christian Torres Morán[†]
Grupo de Inteligencia Artificial
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador
christian.torres@utm.edu.ec

Rodolfo García Bermúdez
Grupo de Inteligencia Artificial
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador
rodolfo.garcia@utm.edu.ec

Gonzalo Joya Caparros
Dpto. Tecnología Electrónica
Universidad de Málaga
Málaga, España
gjoya@uma.es

ABSTRACT

La presente propuesta doctoral se orienta a la búsqueda de modelos de Inteligencia Computacional para el análisis de registros de movimientos oculares y la identificación de patrones en ellos que informen sobre el grado de dominio, grado de concentración o el grado de comprensión al realizar actividades de estudio en línea. El estudio se llevará a cabo sobre base de datos públicas, así como sobre nuevos registros obtenidos a partir de experiencias de diseño propio. Se analizará la aplicación de diversos paradigmas de Aprendizaje Automático clásico y se estudiará la viabilidad de aplicación de diferentes modelos de Redes Neuronales Profundas, tanto alimentadas hacia adelante (Redes Neuronales Convolucionales), como realimentadas (Echo State Networks, LSTM).

La tesis está encuadrada en el Programa de Formación Doctoral en Ingenierías y Ciencias Técnicas desarrollado por la Universidad de Málaga (España), y las Universidades Tecnológica Indoamérica, Técnica de Manabí y Técnica del Norte, con el auspicio de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP) y se lleva a cabo en el Programa de Doctorado en Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Málaga.

CCS CONCEPTS

• Applied computing ~ Physical sciences and engineering

KEYWORDS

Movimientos oculares, Aprendizaje Automático, Monitorización de la Atención y el Aprendizaje

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.



1 Introducción

En el contexto actual se amplía la inserción de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación, favoreciendo el uso masivo de las computadoras en el proceso de enseñanza aprendizaje. La convergencia de la disponibilidad de suficientes dispositivos tecnológicos con las posibilidades de interconexión y propagación actuales han impulsado el incremento de la enseñanza no presencial y el desarrollo de sistemas para su administración, conocidos como sistemas de gestión del aprendizaje (LMS por Learning Management System) [1], dentro de los cuales se reconocen a Blackboard, SWAD, Google Classroom y Moodle (siendo este último una alternativa *open source* que se ha convertido en una de las más utilizadas en muchos sistemas educativos).

Los LMS incluyen habitualmente funcionalidad para la evaluación de la adquisición de conocimientos por parte de los estudiantes, tal como preguntas de opciones de selección múltiple, respuestas de texto corto o largo, opciones tipo rejilla, opciones calculadas entre otras.

Así mismo existen herramientas que ayudan a evaluar el desempeño de los estudiantes a partir de la información generada acerca de su interacción con el sistema de gestión. En este sentido, los registros de las marcas de tiempo para cada una de las actividades pueden ser utilizados para monitorizar la gestión que el docente hace sobre el diseño de los cursos y las evaluaciones, incluyendo la forma, estructura y la impartición de contenidos [1]. La evidencia científica acerca de la relación entre los movimientos oculares y procesos cognitivos complejos es muy amplia, y puede investigarse la existencia de correlaciones significativas entre algunas características de estos movimientos y el nivel de concentración del estudiante, su dominio de la materia estudiada y las estrategias de procesamiento de la información que sigue tano en el proceso de estudio como en una prueba de evaluación en línea [2-10].

En nuestra revisión de la literatura hemos podido encontrar escasos trabajos de trabajos que aplican técnicas de aprendizaje automático al procesamiento de los datos visuales captados durante actividades de estudio o de evaluación, y ninguno que emplee técnicas más recientes de aprendizaje profundo.

Por otra parte, existen alternativas de bajo costo, que pueden utilizarse para la captación de los datos de movimientos oculares, bien mediante electrooculografía, videooculografía u otros métodos.

En consecuencia, nuestro objetivo es explorar estas herramientas de aprendizaje automático y profundo para monitorizar el desempeño de los estudiantes en tareas de análisis o estudio de contenidos en línea, así como obtener patrones de comportamiento que permitan un mayor rendimiento en estas tareas.

A pesar de que no sea el propósito fundamental de este trabajo, los resultados también podrían favorecer en la identificación de diferentes clases de comportamiento del estudiante en dependencia de si está realizando procesos de análisis, memorización o incluso si pudiese estar recibiendo ayuda de terceros en pruebas de evaluación.

El autor de esta propuesta es docente en la Universidad Técnica de Manabí. La captación de los datos, prueba de algoritmos y validación de los resultados es posible realizarla con estudiantes de esta institución, tanto en el marco de la realización normal de las asignaturas a través de la plataforma Moodle como por medio de escenarios experimentales diseñados especialmente para los intereses de esta investigación.

2 OBJETIVOS

El objetivo general de esta investigación doctoral consiste en: Estudiar la aplicación de diversos modelos de Aprendizaje Automático y Profundo para la monitorización y evaluación del desempeño de estudiantes en tareas de estudio y análisis de textos en línea, así para la predicción de resultados de aprendizaje.

Los objetivos específicos son:

- 1.- Analizar los modelos existentes que abordan el comportamiento de los movimientos oculares en ambientes controlados como los de aprendizajes.
2. Obtención de una base de registros de movimientos oculares propia durante la realización de exámenes.
3. Desarrollo de las técnicas computacionales de aprendizaje profundo que permitan la identificación de estrategias en el procesamiento de la información de los estudiantes y la predicción de sus resultados a partir de los patrones de movimientos oculares.
4. Aplicación de los modelos desarrollados, tanto a nuestra base de datos como a diferentes bases públicas. Comparación.

3 PLAN DE TESIS

La investigación se desarrolla con el siguiente plan:

1. 2021-2022 Análisis del estado del arte, reproducción y estudio de experimentos de interés ya publicados (Obj-1).
2. 2022-2023 Diseño y realización de diferentes experiencias para una base de datos propia y estudio de rendimiento de los diferentes paradigmas de aprendizaje automático (Obj-2-3).
3. 2023-2024 Estudio específico de los modelos computacionales más eficientes tanto para las distintas bases de datos disponibles
4. 2024. Defensa la tesis doctoral

A lo largo de la tesis debe generarse al menos dos publicaciones consideradas de nivel 1 o 2 por el programa doctoral seguido.

4 AUTORES

Christian Torres, Rodolfo García (Doctorando) por la Universidad Técnica de Manabí (Ecuador), Gonzalo Joya Caparrós (codirector) por la Universidad de Málaga (España) y Rodolfo García (codirector) por la Universidad Técnica de Manabí (Ecuador).

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis está soportada por el proyecto “Red universitaria para la investigación y docencia en técnicas de captación y procesado de señales electrooculográficas y de fijación de la mirada orientadas a la detección de enfermedades neurodegenerativas y a la monitorización del aprendizaje” financiado por la Agencia Andaluza de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AACID), y el doctorando cuenta con una beca de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP)

REFERENCIAS

- [1] C. Romero, J. R. Romero, y S. Ventura, «A Survey on Pre-Processing Educational Data», en *Educational Data Mining: Applications and Trends*, A. Peña-Ayala, Ed. Cham: Springer International Publishing, 2014, pp. 29-64. doi: 10.1007/978-3-319-02738-8_2.
- [2] A. Bayazit, P. Askar, y E. Cosgun, «Predicting Learner Answers Correctness Through Eye Movements with Random Forest», en *Educational Data Mining: Applications and Trends*, A. Peña-Ayala, Ed. Cham: Springer International Publishing, 2014, pp. 203-226. doi: 10.1007/978-3-319-02738-8_8.
- [3] A. Ben Khedher, I. Jraidi, y C. Frasson, «Static and dynamic eye movement metrics for students' performance assessment», *Smart Learn. Environ.*, vol. 5, n.º 1, p. 14, sep. 2018, doi: 10.1186/s40561-018-0065-y.
- [4] S.-C. Chen, H.-C. She, M.-H. Chuang, J.-Y. Wu, J.-L. Tsai, y T.-P. Jung, «Eye movements predict students' computer-based assessment performance of physics concepts in different presentation modalities», *Comput. Educ.*, vol. 74, pp. 61-72, may 2014, doi: 10.1016/j.compedu.2013.12.012.
- [5] K. Harezlak, P. Kasprowski, y S. Kasprowska, «Eye Movement Traits in Differentiating Experts and Laymen», en *Man-Machine Interactions 5*, Cham, 2018, pp. 82-91. doi: 10.1007/978-3-319-67792-7_9.
- [6] Y. Hu, B. Wu, y X. Gu, «An Eye Tracking Study of High- and Low-Performing Students in Solving Interactive and Analytical Problems», *J. Educ. Technol. Soc.*, vol. 20, n.º 4, pp. 300-311, 2017.
- [7] M. A. Lindner, A. Eitel, G.-B. Thoma, I. M. Dalehefte, J. M. Ihme, y O. Köller, «Tracking the Decision-Making Process in Multiple-Choice Assessment: Evidence from Eye Movements», *Appl. Cogn. Psychol.*, vol. 28, n.º 5, pp. 738-752, 2014, doi: <https://doi.org/10.1002/acp.3060>.
- [8] W. Liu, M. Yu, Z. Fan, J. Xu, y Y. Tian, «Visual attention based evaluation for multiple-choice tests in e-learning applications», en *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, oct. 2017, pp. 1-6. doi: 10.1109/FIE.2017.8190633.
- [9] Q. Lu, J. Zhang, J. Chen, y J. Li, «Predicting readers' domain knowledge based on eye-tracking measures», *Electron. Libr.*, vol. 36, n.º 6, pp. 1027-1042, ene. 2018, doi: 10.1108/EL-05-2017-0108.
- [10] T. T. Mai, H. D. Nguyen, T. T. Le, y V. T. Pham, «An Intelligent Support System for the Knowledge evaluation in high-school mathematics by Multiple choices testing», en *2018 5th NAFOSTED Conference on Information and Computer Science (NICS)*, nov. 2018, pp. 282-287. doi: 10.1109/NICS.2018.8606877.

6º CONCURSO DE TRABAJOS FINAL DE GRADO [TFG] Y TRABAJOS FINAL DE MÁSTER [TFM]



La Asociación de Interacción Persona Ordenador (AIPO) convoca estos premios para fomentar las actividades relacionadas con la I+D+i y la divulgación de la Interacción Persona-Ordenador desde el ámbito académico. Los trabajos (TFG o TFM) deben estar relacionados con la Interacción Persona-Ordenador, dentro de los tópicos de interés definidos en el Congreso INTERACCIÓN 20/21. El jurado que elige los trabajos ganadores está compuesto por la Junta Directiva de AIPO. Se han otorgado dos premios al mejor TFG y al mejor TFM respectivamente, así como dos accésits en sendas categorías, que se presentan durante el congreso. Estas actas locales recogen los resúmenes de estos cuatro trabajos premiados.

Premio al mejor Trabajo Fin de Grado: *STOPMiedo: Una herramienta para ayudar a pacientes que sufren amaxofobia.* Sergio González Velázquez, Universidad de Castilla-La Mancha. Tutores: Ana Isabel Molina Díaz, Iván González Díaz

Accésit TFG: *MyoHome: A smart home automation system integrating augmented reality with natural interfaces based on hand estures.* Óscar Osorio Giráldez, Universidad de Granada. Tutor: Juan Antonio Holgado Terriza

Premio al mejor Trabajo Fin de Máster: *Estudio de tecnologías de realidad mixta multimodal e integración en un ámbito de robótica colaborativa.* Andoni Rivera Pinto, Máster en Ingeniería Computacional y Sistemas Inteligentes, Universidad del País Vasco. Tutores: Elena Lazkano Ortega, Basilio Sierra Araujo, Johan Kildal Oquiñena.

Accésit TFM: *Diseño e implementación de juguetes interactivos para actividades educativas basadas en interacción tangible.* Mainor Alberto Cruz Alvarado, Magíster en Tecnología Informática Aplicada en Educación, Universidad Nacional de la Plata. Tutoras: Cecilia Verónica Sanz, Sandra Silvia Baldassarri, Verónica Artola.



Diseño e implementación de juguetes interactivos para actividades educativas basadas en interacción tangible*

Mainor Cruz[†]

Magíster en Tecnología
Informática Aplicada en Educación
Facultad de Informática,
Universidad Nacional de La Plata
mainor.cruz@ucr.ac.cr

Cecilia Sanz

III LIDI – CIC
Facultad Informática
Universidad Nacional de La Plata
La Plata, Argentina
csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

Sandra Baldassarri

Dpto. Informática e Ingeniería de
Sistemas, Universidad de Zaragoza
Zaragoza, España
sandra@unizar.es

Resumen

En este trabajo de tesis final de máster se realizó una investigación con el objetivo de indagar las posibilidades de los objetos activos (con capacidad de actuación y *feedback* al interactuar con información digital) en procesos educativos con actividades basadas en Interacción Tangible (IT). En el recorrido se elaboró un análisis a partir de una revisión sistemática de literatura, y se evidenció el escaso desarrollo de experiencias de IT con objetos activos en Latinoamérica. A partir de los hallazgos de la investigación teórica se abordó el diseño, desarrollo y evaluación de un juego serio con IT sobre una *tabletop* con juguetes activos. Los resultados permiten conocer que estudiantes y docentes valoran positivamente el uso de este tipo de juguetes, analizando cómo se perciben los diferentes tipos de *feedback* diseñados.

KEYWORDS

Objetos activos, Interacción Tangible, Actividades Educativas

1 Introducción

Este trabajo tiene como objetivo investigar las posibilidades de los objetos activos, específicamente juguetes interactivos, en actividades educativas basadas en IT.

La metodología empleada es de tipo descriptivo-experimental. En primer lugar, se elaboró una indagación y análisis de conceptos relacionados con objetos activos en IT y de experiencias educativas, considerando aquellas en la que los objetos activos son juguetes. Para llevar a cabo este proceso se utilizó el protocolo de revisión sistemática de literatura propuesto en [1]. Con las experiencias analizadas se abordó una discusión de los hallazgos encontrados para detectar carencias y potencialidades. En segundo lugar, se elaboró un trabajo experimental a través de un estudio de caso, el cual abarca el diseño de una actividad educativa que involucra un: juego de IT, juguetes interactivos y sesiones de

*Diseño e implementación de juguetes interactivos para actividades educativas basadas en interacción tangible

[†]Mainor Cruz Alvarado

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



trabajo con estudiantes de últimos años de primaria y primeros años de secundaria, así como docentes.

2 Análisis de experiencias educativas basadas en IT con uso de objetos activos

Por medio de una revisión sistemática se encontraron 40 trabajos, de los cuales se seleccionaron 10 casos que cumplieron con todos los criterios planteados para la indagación: documentos de texto completo, que abordaran experiencias educativas con la integración de objetos activos. Se buscó además conocer cómo se evaluaron esas experiencias para analizar sus resultados, específicamente en relación al uso de juguetes activos.

El análisis presentado se realizó a partir de la definición de un total de 9 criterios de análisis [2]. Estos criterios se orientaron a caracterizar los antecedentes en 4 categorías: (i) descripciones generales, (ii) interacción tangible, (iii) interfaces de usuario tangible y (iv) metodológico educativo. A partir del estudio se evidenció que las experiencias seleccionadas se orientan principalmente al nivel educativo superior seguido del primario, la mitad se enfocó en tipos de actividades de aprendizaje exploratorias y la otra en expresivas, usando principalmente objetos activos con *tabletops*. En cuanto a los tipos de *feedback* utilizados, se relacionan con la tarea y con la autorregulación.

En cuanto a la dinámica, se trata en general de actividades grupales y colaborativas, y las evaluaciones se enfocan en la usabilidad, utilidad y algunos aspectos de experiencias de usuario. Finalmente, se identificó que la utilización de los juguetes interactivos posibilita otorgar nuevas experiencias de juego y aprendizaje, y que aprovechan diferentes canales de *feedback*. Estos hallazgos se utilizaron para diseñar el estudio de caso que se llevó adelante como parte de este trabajo de tesis.

3 Estudio de caso

Los objetivos planteados para este estudio de caso fueron: (1) identificar fortalezas y debilidades de los juguetes interactivos diseñados en una actividad educativa concreta, (2) conocer la opinión de los estudiantes sobre estos, y (3) conocer la valoración que realizan los participantes de diferentes tipos de *feedback*.

Para llevar a cabo estos objetivos, se diseñó una actividad educativa basada en un juego de IT sobre *tabletop*, llamado El Conquistador [3] y que incluye el uso de juguetes interactivos. Se trata de un juego de preguntas y respuestas cuyo objetivo didáctico se orienta a la integración de temas trabajados en un proceso educativo. La dinámica del juego es una competencia entre dos jugadores o equipos. Cada jugador recibe un juguete interactivo y una tarjeta con un objetivo a cumplir para ganar. Por ejemplo, conquistar 5 países de Sudamérica.

El juego recorre las siguientes etapas: a) Configuración. Se apoya el juguete sobre la *tabletop* junto con el objetivo y así se asocian. El juguete enciende 5 luces led que representan 5 vidas. b) Inicio del juego. Se muestra sobre la *tabletop* un mapa de América con los países distribuidos entre los dos jugadores. c) Desarrollo del juego. Los jugadores tienen que conquistar los países que le faltan para lograr su objetivo. Para conquistar un país, el jugador lo ataca, y debe contestar a una pregunta de tres opciones, a través del juguete físico. Dependiendo de las respuestas de cada jugador el atacante gana o no el país deseado.

En la figura 1 se aprecia el diseño de los dos juguetes interactivos realizados, los cuales representan a los jugadores y funcionan como dispositivos de entrada y salida del juego.



Figura 1: Juguetes interactivos del juego El Conquistador.

Para poder cumplir con los objetivos del estudio de caso, se realizaron 3 sesiones de trabajo con 33 estudiantes (7 de primaria y 26 de secundaria) y 5 docentes. Además, se adaptaron instrumentos de recogida de datos para trabajar con los niños, que se basaron en el instrumento IMI [4] para analizar la motivación, y SUS [5] para evaluar la usabilidad. Al finalizar las sesiones también se realizó una entrevista y un cuestionario a los estudiantes, y un cuestionario a los docentes. Durante las sesiones se realizaron observaciones del uso y de los comentarios sobre los juguetes y su influencia en las interacciones sociales, las cuestiones relacionadas con el juego El Conquistador y los estudiantes. Todo fue documentado, y respaldado con material fotográfico siempre manteniendo el anonimato de cada uno.

4 Resultados y Conclusiones

En relación con los resultados obtenidos a partir del cuestionario IMI, se evidencia que los estudiantes de primaria tuvieron un muy alto interés y disfrute de los juguetes interactivos y el juego durante la actividad educativa. Se observó una alta competencia percibida en el uso del juego, indicaron tener una baja presión y tensión al utilizar los juguetes interactivos.

Además, los estudiantes de secundaria tuvieron un alto interés y disfrute de los juguetes interactivos y el juego durante la actividad educativa. Indicaron un nivel regular de competencia percibida

durante la actividad. Manifestaron tener una baja presión y tensión durante la actividad, utilizando los juguetes interactivos. En general, los estudiantes tuvieron una buena motivación intrínseca utilizando el juego y los juguetes interactivos.

Entre las principales conclusiones a partir de las evaluaciones del cuestionario SUS destaca la buena usabilidad de los juguetes percibida por los estudiantes de primaria y secundaria. Respecto a las entrevistas y cuestionarios a los estudiantes se observa que la mayoría pudo identificar y comprender los diferentes efectos de los juguetes, a través de los cuales se proveía *feedback*. A los estudiantes le gustaron y disfrutaron los juguetes interactivos, por presentar un diseño con personajes reconocidos, ser fáciles de usar e incluir diferentes componentes para generar *feedback* y les gustaría volver a jugar con otros juegos como El Conquistador. En general les gustaron más los efectos visuales (luces) que otros como los de texto, audio y/o háptico. Indicaron que les gusta la combinación de efectos audiovisual y háptica. El cuestionario aplicado a los docentes determinó que encuentran agradables las actividades educativas basadas en IT con juguetes interactivos, los consideraron atractivos y de interés, principalmente para el repaso de contenidos. Creen que podrían integrar juguetes interactivos en diferentes tipos de actividades, entre ellas actividades de repaso para afianzar conocimientos previos, siempre y cuando los juguetes sean acordes a las actividades. Opinan que los *feedbacks* audiovisuales son lo más atractivos para sus alumnos. Entre los beneficios indican la participación activa de los estudiantes.

Como conclusiones del trabajo, se ha podido determinar que los objetos activos permiten crear actividades educativas que fomenten el aprendizaje, la diversión y las habilidades sociales. Además, favorecen la generación de metáforas y mayor atención de los estudiantes en sus tareas. Cuando se los diseña como juguetes interactivos posibilitan otorgar nuevas experiencias de juego y aprendizaje, que aprovechan *feedback* visual, auditivo y háptico y anima a los estudiantes a estar activos, y a participar de las actividades.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Facultad de Informática de Universidad Nacional de la Plata por permitirme realizar este estudio de maestría, así como a la Universidad de Costa Rica, por la formación y apoyo para continuar con mi carrera académica y profesional.

REFERENCIAS

- [1] B. Kitchenham, "Procedures for performing systematic reviews," Keele Univ., vol. 33, no. TR/SE-0401, p. 28, 2004, doi: 10.1.1.122.3308.
- [2] M. Cruz, C. Sanz, and S. Baldassarri, "Análisis de experiencias con objetos activos en actividades educativas basadas en interacción tangible," INTERACCIÓN Rev. Digit. AIPO, vol. 1, no. 1, 2019.
- [3] C. Sanz, M. Cruz, M. Nordio, V. Artola, and S. Baldassarri, "The Conqueror: An Educational Game Based On Tangible Interaction," in International Conference of Education, Research and Innovation, 2019, pp. 8498–8505.
- [4] R. Ryan and E. Deci, "Intrinsic Motivation Inventory (IMI)," 2006.
- [5] J. Lewis and J. Sauro, "Item Benchmarks for the System Usability Scale," J. Usability Stud., vol. 13, no. 3, pp. 158–167, 2018, [Online]. Available: http://uxpajournal.org/wp-content/uploads/sites/8/pdf/JUS_Lewis_May2018.pdf.

STOPMiedo: Una herramienta para ayudar a pacientes que sufren amaxofobia

Sergio González Velázquez*
Universidad de Castilla-La Mancha
Ciudad Real, España
sergio.gvelazquez@uclm.es

Ana Isabel Molina Díaz
Universidad de Castilla-La Mancha
Ciudad Real, España
anaisabel.molina@uclm.es

Iván González Díaz
Universidad de Castilla-La Mancha
Ciudad Real, España
ivan.gdiaz@uclm.es

ABSTRACT

Aunque es normal que cualquier conductor sufra cierto grado de ansiedad en algún momento puntual durante la conducción, hay personas en las que dicha ansiedad es experimentada con frecuencia y está acompañada de una inquietud permanente que lleva a evitar conducir en determinadas situaciones o, incluso, a abandonar completamente esta práctica. En estos casos, se dice que se padece una fobia específica denominada amaxofobia o miedo a conducir.

Desde la perspectiva de la Psicología Cognitivo-Conductual, se propone la técnica de Desensibilización Sistemática (DS), que tiene como objetivo eliminar tanto las respuestas de ansiedad como las conductas de evitación. De manera resumida, su aplicación consiste en construir una jerarquía de situaciones temidas a las que el paciente se irá exponiendo de manera progresiva y gradual.

Combinando el problema de la amaxofobia con el método terapéutico de la DS, el presente proyecto pretende analizar, diseñar y desarrollar una herramienta que, apoyándose en mecanismos de sensorización e interacción natural, pueda ayudar a pacientes que sufren ansiedad y conductas de evitación en situaciones relacionadas con la conducción.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Ubiquitous and mobile computing**.

KEYWORDS

amaxofobia, terapia de exposición, ansiedad, conducción, m-Health

1 INTRODUCCIÓN

Distintos estudios han demostrado que el miedo a conducir puede tratarse eficazmente mediante la exposición graduada, de manera progresiva, a aquellos estímulos y situaciones que lo producen. El método terapéutico pionero para el tratamiento de las fobias y la ansiedad mediante la exposición a situaciones temidas se conoce como Desensibilización Sistemática (DS).

El proceso de aplicación de la DS se divide en una serie de actividades secuenciales que incluyen: (1) identificar entre 10 y 15

situaciones problemáticas para el paciente; (2) elaborar una jerarquía que ordene, de mayor a menor ansiedad, las situaciones previamente identificadas; (3) las sesiones de desensibilización propiamente dichas, en las que el paciente se expone progresivamente a los estímulos temidos. Generalmente, el orden de las situaciones se establece mediante una puntuación de 0 a 100 USAs (Unidades Subjetivas de Ansiedad) asignadas por el paciente, de forma que una puntuación de 0 significa ausencia de ansiedad mientras que una puntuación de 100 representa una ansiedad extrema. Esta jerarquía determina el orden de exposición a los estímulos temidos, ya que no se progresará hasta que el ítem al que se está exponiendo esté completamente desensibilizado.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el presente trabajo se ha diseñado y desarrollado una herramienta (a la que se ha llamado STOPMiedo) para ayudar al usuario a superar la ansiedad al volante, mediante la aplicación del método terapéutico de la Desensibilización Sistemática. El sistema desarrollado está formado por una plataforma *backend* y una aplicación cliente para *smartphone* que guía al usuario en las diferentes fases de la DS.

El tratamiento consiste en la exposición, de manera progresiva y gradual, a una serie de situaciones que producen ansiedad en el paciente. Para ello, la herramienta genera un conjunto de informes que permiten llevar un registro de los ejercicios de exposición que ha realizado el paciente, así como un control de la evolución de la ansiedad del usuario durante la exposición a cada situación temida.

2.1 Desensibilización Sistemática

Siguiendo los principios de aplicación de la DS, la herramienta desarrollada satisface los siguientes requisitos funcionales:

- Explica y justifica a los usuarios los fundamentos, objetivos y procedimientos de aplicación de la técnica terapéutica utilizada.
- Ayuda a identificar, para cada paciente, las situaciones que le provocan ansiedad durante la conducción.
- Permite al usuario elaborar una jerarquía de ansiedad con las situaciones ansiógenas identificadas, utilizando una escala de 0 a 100 USAs.
- Lleva un control de las sesiones de exposición realizadas por el paciente. Asimismo, el sistema es el responsable de garantizar que se sigue un programa gradual y progresivo de exposición. Para ello, se controlan los niveles de ansiedad que provoca cada situación temida antes y durante su exposición, se registra la autoeficacia percibida por el paciente antes de exponerse a una situación temida, y se registran los síntomas de pánico que se producen antes de la exposición, así como



el malestar que realmente ha causado el afrontamiento de la situación temida.

- Permite controlar la duración de las sesiones de exposición.
- Complementa la exposición en vivo con ayudas audiovisuales. Por ejemplo, la reproducción de un clip de audio para simular el sonido de las sirenas de una ambulancia, o los pitidos de otro vehículo.
- Motiva al paciente para que se implique y comprometa con el tratamiento, felicitando al usuario por sus progresos y concediendo pequeños premios, en forma de medallas simbólicas, cuando consiga ciertos objetivos.

2.2 Agente conversacional

El sistema cuenta con un agente conversacional (*chatbot*) que actúa como un “terapeuta virtual” para, durante las primeras sesiones de uso de la *app*, tratar de orientar al usuario en el proceso de descubrimiento e identificación del contexto o situación de origen de la amaxofobia, así como de todas las posibles situaciones ansiógenas relacionadas con la conducción. De esta forma, es posible elegir el tratamiento de DS que mejor se adapte a las particularidades de cada paciente.

2.3 Monitorización del ritmo cardíaco

Teniendo en cuenta que los episodios de ansiedad y pánico (como los que sufren las personas que padecen amaxofobia) se pueden manifestar a través de síntomas físicos tales como cambios en el ritmo respiratorio, sudoración, falta de aire o sensaciones de mareo e inestabilidad, el sistema desarrollado complementa el proceso de DS con información del estado fisiológico de la persona sometida a terapia, obtenido mediante mecanismos de sensorización conectados al *smartphone*.

En particular, la aplicación para *smartphone* se ha integrado, a través de una conexión por *Bluetooth*, con unas pulseras de actividad física (*fitness tracker*) comerciales que incorporan tecnología capaz de monitorizar el ritmo cardíaco del usuario.

2.4 Detección implícita de eventos durante la conducción

En ciertos casos, las alteraciones emocionales sufridas durante la conducción provocan que el conductor reaccione de manera anormal frente a determinados estímulos. Por ejemplo, frenar demasiado en situaciones que no lo requieren. Igualmente, la amaxofobia podría estar acompañada de conductas de evitación que lleven a, por ejemplo, intentar no circular por determinadas rutas.

Con el objetivo de poder analizar este tipo de comportamientos propios de pacientes amaxofóbicos, el sistema incorpora un módulo de detección implícita de eventos producidos durante la conducción, capaz de reconocer, de manera automática, el inicio y fin de la conducción, registrar las rutas por las que circula el paciente y, detectar ciertos eventos peligrosos que se producen durante la circulación (frenazos, acelerones, giros bruscos o distracciones al volante). Esta información, combinada con la relativa al estado fisiológico del conductor, es muy útil para analizar el comportamiento de pacientes que sufren ansiedad durante la conducción.

3 HERRAMIENTAS UTILIZADAS

La aplicación cliente para *smartphone* ha sido desarrollada con *Flutter*, una tecnología que permite la implementación de aplicaciones móviles multiplataforma. Por su parte el *backend*, o parte servidora, está construido sobre *Firebase*, un conjunto de servicios en la nube, ofrecidos por *Google*, que proporcionan funcionalidades como la autenticación de usuarios, almacenamiento de archivos, una base de datos NoSQL documental y herramientas para analítica de aplicaciones. Como tecnología para el desarrollo del *chatbot* se ha elegido *Dialogflow*, mientras que el sistema que reconoce automáticamente eventos relacionados con la conducción se ha desarrollado utilizando, además de elementos *hardware*, como el acelerómetro y giroscopio embebidos en el *smartphone*, una serie de librerías proporcionadas por los servicios *Google Play* de los dispositivos *Android*. Finalmente, el módulo responsable de monitorizar el ritmo cardíaco del usuario es compatible con los modelos *MiBand 2* y *MiBand 3* de la marca *Xiaomi*.

4 RESULTADOS

La solución final soporta una interacción cómoda y natural (basada en el uso de dispositivos comunes, como son los *smartphones*); está fundamentada en los principios teóricos de la técnica terapéutica de exposición de la DS (cuya eficacia para tratar las fobias específicas está demostrada); e incorpora distintos mecanismos de sensorización e interacción implícita (gracias al uso de sensores embebidos en el *smartphone* y la conexión con pulseras de seguimiento de actividad física).

Como ejemplo, en la Figura 1 se muestra el aspecto de la interfaz de usuario para interactuar con el agente conversacional (izquierda), elaborar la jerarquía de ansiedad mediante USAs (centro) y consultar el ritmo cardíaco antes, durante y después de la conducción (derecha). En la memoria completa del trabajo se incluye una descripción más detallada e imágenes tomadas de los distintos componentes de la herramienta desarrollada.

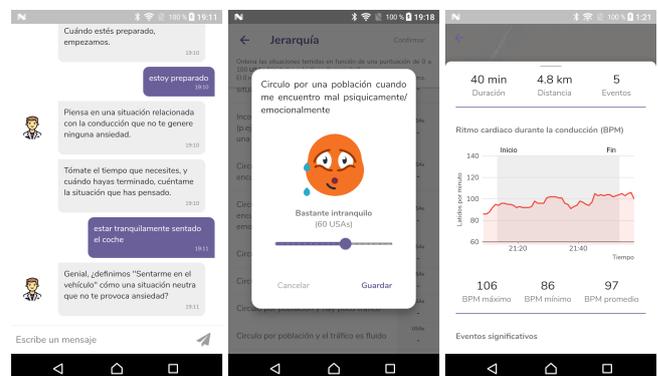


Figure 1: Capturas de pantalla tomadas de la *app* STOPMiedo

MyoHome: A Smart Home System integrating Augmented Reality with Natural Interfaces based on Hand Gestures.

Oscar Osorio Giraldez
Software Engineering Department
University of Granada
oog@ugr.es

Juan Antonio Holgado Terriza
Software Engineering Department
University of Granada
jholgado@ugr.es

ABSTRACT

A novel smart home automation system was developed for controlling home devices integrating augmented reality (AR) with natural human-computer interface based on hand gestures. This paper resumes the main issues required for its implementation.

KEYWORDS

Smart, home, automation, gestures, AR, extended, augmented, reality, devices, Android, Unity, Vuforia, Assistant, house, raspberry, NUI, natural, human-computer interface.

1 Introduction

The novel natural interaction systems such as gesture control or voice assistant afford recent advances to human-computer interfaces (HCI). In conjunction with augmented reality (AR) they can provide an accurate and rich visualization of the environment controlled in a more natural and effective way by natural interfaces.

This work presents an innovative home automation system based on recent natural interfaces in combination with augmented reality. On one hand, AR includes virtual 3D model to the environment which allows to know the status of home devices available in the home, while the natural interface based on hand gesture enables the control of these home devices.

In this brief summary, a description of the system is presented as well as the main issues, technologies and techniques to be considered for the development of the initial prototype. Finally, the main conclusions and the future works to improve the system are presented.

2 MYO-HOME System

Myo Home is basically an innovative smart home automation system controlled by a hand gesture HCI interface that allow the control of home devices. These home devices can be bulbs, locks, plugs, TV, thermostats or any other physical device accessible by an internet connection, that is, smart devices based on Internet of things (IoT). In the system, these devices are represented by 3D models generated by computer that can be visualized on top of real-world image targets by the application of AR techniques when the user orients his/her camera to image targets. Figure 1 shows a typical scenario for the MYO Home operation.

This work is licensed under a Creative Commons
"Attribution-ShareAlike 4.0 International" license.



Figure 1: Representation of the system scenario

2.1 System Architecture

MYO Home has a client-server multilayer architecture composed by four layers: the perception layer, processing layer, control layer, and finally the device layer, as it is shown in Figure 2.

In the **perception layer** the status of home devices is perceived visually by AR and the hand gestures carried out for controlling home devices by a gestural interface. For the perception of the gestural interaction, a device is used to capture the electromyographic (EMG) signals of the hand gestures realized by the user, which are subsequently identified in the processing layer.

For a visual perception of home devices we use a camera oriented to image target in order to visualize the status of generated 3D virtual devices.

In the **processing layer**, the captured gestures are identified and interpreted on the one hand to apply the corresponding actions on selected home device. To do that, the actions to be executed to home devices are transmitted to home gateway in the control layer. On the other hand, the virtual elements generated for each home device are processed and generated by AR into the capture camera images at real-time. The processing layer is deployed on a mobile device such as a smartphone.

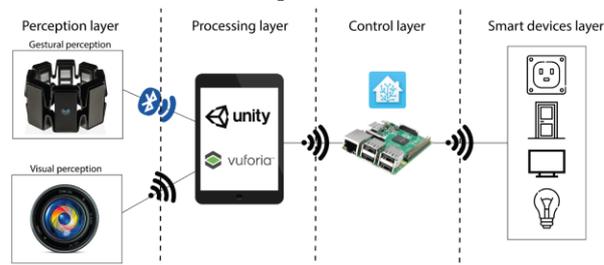


Figure 2: Architecture of the system.

In the **control layer**, the home gateway is responsible to receive the actions to be applied on home devices from the processing layer and, then, the corresponding actions are sent to specific home devices using a home communication protocol such as Bluetooth or Wifi.

Finally, the **device layer** contains the set of individual IoT home devices integrated into the system that are accessible through a local network.

2.2 Implementation

Next, the main hardware devices and software infrastructures selected for the development of the system is discussed.

In the **processing layer** an Android smartphone was chosen for the implementation for several reasons. First, the device contains an integrated camera that can be used for real-world image capture and a screen to visualize digital 3D models of home devices on top of image targets. This allow us to implement the software controller for processing AR models in the same device used for capturing images; this is an ideal workbench for the implementation and test of the system. In addition, the smartphone is responsible of receiving the status of home devices updating the visualization of generated 3D models as well as the identification of gestures when the user interacts with the system enabling new actions over home devices.

The main application in Android smartphone was implemented using the Unity3D game engine in order to simplify the creation and the generation of virtual 3D models as well as their dynamic and rendering. The AR was implemented by the integration of Vuforia engine into Unity. Vuforia makes available the mechanisms for positioning the 3D model over the real-world image target. During the development of the project, the capabilities of Unity on one hand and Vuforia on the other hand were studied and investigated in order to improve the AR performance with respect to the detection and tracking of image targets, the visualization of 3D models, the response time to user actions or status changes of home devices, among others. The logic of the application and 3D models was implemented in C# language programming using Visual Studio (and its extensions).

The visual styles of the application and the scenario were designed with Unity, implementing the 2D interface and the scene by positioning 3D models and different lights and cameras. On the other hand, a set of icons were designed by searching, testing and editing different icon families aided by Photoshop and Illustrator in order to integrate them inside the developed interface. These tools allow also to create the logo of the Myo Home system.

All the code development has been guided by the use of good software engineering practices.

In the **perception layer** the camera of the smartphone was used for visual perception. After analyzing some commercial devices, the Myo Armband was selected, consisting of a bracelet with EMG sensors, and a Bluetooth connection to transmit the electromyographic signals to a mobile phone in the processing layer. We have studied the official SDK of Myo Armband manufacturer in order to find the best way to modify and adapt it to facilitate the integration with Unity through an external plugin developed by Florian Strieg on Github (<https://github.com/f->

[strieg/MyoUnityAndroidPlugin](https://github.com/f-strieg/MyoUnityAndroidPlugin)). We have developed the menus and controls necessary for integration and connection through the app. A consistent, intuitive, natural, and universal gesture language has been studied, developed and implemented in the Unity application using the gesture vocabulary available in the plugin

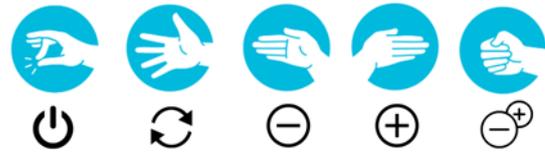


Figure 3: Gestures and meanings of each one.

In the **control layer** a Raspberry Pi 3 Model B device was used to interconnect the smart home devices with the main application (smartphone) through the local network. The device runs Home Assistant platform as a gateway for the control and integration of all home automation devices in a centralized manner. A complete configuration and deployment of each home device were carried out before they are linked to the gateway. YAML scripts were implemented to configure each home device as well as the insertion of some REST services.

The **smart devices layer** has been implemented and tested with a smart plug and a smart IR receiver/emitter device for control a TV and an air conditioning unit through infrared communication. YAML scripts were implemented for recording IR commands used by TV set and air conditioning unit from a standard IR remote control. The IR commands are then stored in the gateway in order to reproduce the IR commands addressed by smartphone in processing layer when the user executes the hand gesture that corresponds to the specific command.



Figure 4: Myo Home in use

3 Conclusions and Future Work

A complete prototype of the Myo Home system was developed and tested in this work. Some preliminary results show that the response time of the system is very good, although more deep tests with users have to be performed.

Some of the improvements to be done to the initial prototype as a future works should be the implementation of new configurations for helping the addition of new devices from the app; improving gesture language increasing the gesture vocabulary; improving the battery consumption; the applied AR algorithms and finally the interaction ergonomics and usability by using AR glasses.

Estudio de tecnologías de realidad mixta multimodal e integración en un ámbito de robótica colaborativa

Andoni Rivera Pinto

andoni.rivera@tekniker.es

Universidad del País Vasco (UPV/EHU) y Tekniker
País Vasco, Gipuzkoa

ABSTRACT

La realidad virtual(RV) y aumentada(RA) se encuentran cada vez más integradas en nuestras vidas. A través de los smartphones y tablets es posible 'aumentar' el mundo real añadiendo información a nuestro entorno. Además, a través de la combinación de distintos dispositivos dedicados, podemos crear experiencias completas donde otros sentidos además de la vista, actúan como receptores.

En este trabajo se realiza un estudio del estado del arte que envuelve a los distintos dispositivos de RV y RA, centrándose en los dispositivos hápticos y visuales, y se realiza un análisis de ciertos dispositivos con el fin de confirmar la posibilidad de crear una experiencia de realidad mixta multimodal para la programación de brazos robot mediante el guiado manual de su gemelo digital sin necesidad de estos robots.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Human computer interaction (HCI)**; *Displays and imagers*; *Haptic devices*.

KEYWORDS

human-robot interaction, cobot, augmented reality, mid-air haptics, hologram, digital tween

1 INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos en el ámbito de la informática centran gran parte de su trabajo en la visión por computador y análisis de la realidad en la que vivimos. Gracias al avance de los dispositivos de cómputo, a día de hoy es posible representar gráficamente escenarios tridimensionales en tiempo real y con un buen rendimiento.

Integrar la tecnología en los nuevos puestos de trabajo buscando su faceta productiva, además de facilitar tareas para las cuales se requiere de cierta cualificación, permite acercar a más personas a trabajos que previamente no serían capaces de realizar.

Este trabajo tiene como objetivo el análisis de las tecnologías de RA y RV existentes para posteriormente comprobar la factibilidad de desarrollar un entorno virtual que, a través de estas mismas (concretamente el dispositivo de RA visual Microsoft HoloLens 1 y el dispositivo de RV háptica Ultrahaptics Stratos), se pueda realizar la misma programación que se realiza en la robótica colaborativa.

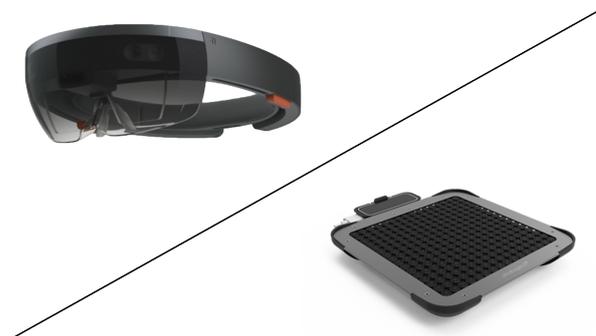


Figure 1: Gafas de realidad mixta Microsoft HoloLens 1 y Ultrahaptics Stratos Explore, display que genera sensaciones hápticas.

Se ha llevado a cabo un estudio con el fin de evaluar cómo se adapta la aplicación a los usuarios y el rendimiento con su uso.

2 ESTADO DEL ARTE

Los conceptos de RV y RA cuentan con un largo recorrido pese a ser ahora cuando han ganado cierta relevancia en la sociedad. Existe una gran diferencia entre lo real y lo virtual. Los dispositivos de RV aíslan completamente al usuario de percibir información "real". Sin embargo, existen dispositivos que no pertenecen a ninguno de los extremos. En 1995 se define el esquema del "continuo de la realidad mixta" [8]. Del mismo modo, se pueden clasificar los dispositivos de RV/RA en función al sentido receptor donde el más destacable es el visual. Haciendo un repaso a la historia de la RV visual, el primer punto destacable se marca en 1962 con el dispositivo Sensorama [7] que muestra imágenes estereoscópicas tridimensionales con sonido estéreo, efectos de viento, aromas y asiento móvil.

Los 'head-mounted display' tienen su origen en 1968 con Ivan Sutherland que consigue mostrar imágenes estereoscópicas con modelos wireframe [10]. En 1992 se describe el concepto de RA [3]. En la actualidad podemos ver cómo han evolucionado los 'head-mounted displays'. En 2015 se presenta el primer prototipo de los cascos 'Oculus Rift' los cuales suponen una revolución en el ámbito de la RV debido al avance tecnológico. Previo a su lanzamiento se analizaron sus características [4, 5]. Ese mismo año Microsoft presenta la primera versión de sus gafas de realidad mixta 'HoloLens'.

En cuanto a los dispositivos de RV háptica, surgen distintas modalidades de emisión del 'feedback' táctil. PHANTOM es un dispositivo háptico similar a un brazo robot de 6 grados de libertad que es capaz de ejercer resistencias al movimiento. También existen los guantes hápticos que trabajan directamente sobre la mano [1].



Por otra parte se desarrollaron alternativas con el fin de evitar que el usuario portase el dispositivo. Lo más destacable es AIREAL [9] y AirWave [6] basadas en los vórtices de aire y las soluciones de Ultrahaptics [2] que trabajan con ultrasonidos.

3 DESARROLLO

Se han desarrollado dos aplicaciones en este trabajo. En la primera aplicación, el usuario se encuentra en un escenario de práctica cuya finalidad es la de conocer y afianzar conceptos de interacción tanto con HoloLens como con Ultrahaptics Stratos. La segunda aplicación consiste en un brazo robótico de 6 grados de libertad el cual cuenta en su extremo con una bola a través de la cual el usuario puede desplazar con su mano dicho robot. Además, el usuario puede detener y reanudar el movimiento del robot mediante comandos de voz que se pueden consultar en todo momento a través de un texto situado encima del robot colaborativo. Cuando se detiene el movimiento del cobot, se activa la herramienta (en este caso un 'gripper') la cual puede ser ajustada mediante una pequeña esfera a la cual apunta en todo momento y un slider cercano al robot.

El objetivo de la aplicación es la de sujetar la caja de herramientas de color amarillo que se puede ver en el plano general de la figura 2 por la marca roja que tiene en el asa.

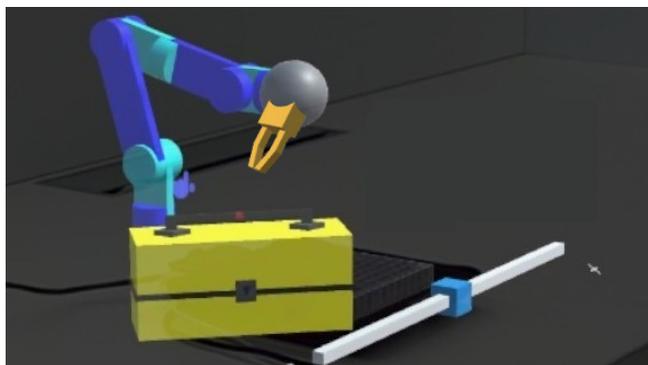


Figure 2: Vista general de la aplicación para manipular el brazo robot a través de los dispositivos de realidad virtual y mixta.

4 ESTUDIO DE USUARIO

Se llevó a cabo un estudio con el fin de responder a las **preguntas de investigación** presentadas previamente:

- ¿Es viable la programación de un brazo robot mediante el guiado manual apoyándose en dispositivos actuales de realidad mixta?
- ¿Qué valor aporta el dispositivo háptico Ultrahaptics Stratos en el guiado manual a través de la aplicación?

Previo al estudio se plantearon tres hipótesis relacionadas con el resultado esperado. En cuanto a la primera pregunta de investigación, se estimaba un resultado positivo aunque no satisfactorio del todo. El matiz reside en la precisión que ofrecen los distintos dispositivos utilizados. Con respecto a la segunda pregunta de investigación, se esperaba una mejora temporal en la ejecución con el uso de

Ultrahaptics Stratos. La tercera hipótesis es sobre la sensación de control. Se preveía que existe una mayor sensación de control con el uso del dispositivo háptico que sin él.

El estudio estaba formado por distintas fases. En la presentación se dan a conocer los distintos dispositivos de RV y RA. La fase de entrenamiento donde el usuario aprende a manejar dichos dispositivos. La fase de evaluación con el brazo robot holográfico donde se han realizado 3 ejecuciones con Ultrahaptics Stratos activado y otras 3 ejecuciones sin el dispositivo activado. Entre cada ejecución, el usuario responde un test sobre la dificultad de la tarea y la satisfacción con el resultado obtenido. Tras concluir las distintas ejecuciones, los usuarios completan el cuestionario NASA-TLX para la experiencia utilizando el dispositivo háptico y también para la experiencia sin el feedback de dicho dispositivo. Este cuestionario ha sido extendido con el fin de medir la sensación de control y de fisicalidad del usuario. Finalmente se lleva a cabo una entrevista para matizar el motivo de ciertas respuestas y conocer mejor la opinión de los usuarios.

Se ha querido analizar las diferencias entre los distintos valores registrados en el estudio tanto cualitativos (tests) como cuantitativos (tiempo, distancia de error, etc.) entre la experiencia de manipular el holograma del brazo robot con feedback háptico y sin él.

Los resultados de la comparativa indican que no existe una diferencia de los valores cuantitativos entre ambas casuísticas. Sin embargo, sí existe una diferencia significativa en ciertos aspectos cualitativos. El primero de ellos es el de la satisfacción con el resultado obtenido, donde la experiencia con sensación háptica ha supuesto una mejora subjetiva para el usuario. Respecto a la distancia de error, no se ha apreciado una diferencia significativa entre ambas casuísticas. Por último, es destacable la diferencia experimentada en la sensación de fisicalidad.

5 CONCLUSIONES

Tras el estudio realizado, se ha podido dar respuesta a las preguntas de investigación propuestas al inicio del trabajo. Con respecto a la primera pregunta de investigación, se puede decir que la respuesta es positiva o negativa según del nivel de precisión requerido. Sería necesario contrastar los requisitos de aplicación con los resultados que se han obtenido. A su vez, se puede considerar como acertada la primera hipótesis. En cuanto a la segunda pregunta de investigación, sí que se puede confirmar la mejora de la experiencia de usuario (concretamente en la sensación de fisicalidad y del resultado obtenido). Sin embargo, no se ha podido apreciar una mejora en el tiempo de ejecución por lo que la segunda hipótesis es incorrecta. Con respecto a la tercera hipótesis, no se ha detectado una diferencia significativa en la sensación de control por lo que también es incorrecta.

REFERENCES

- [1] J. Blake and H. B. Gurocak. 2009. Haptic Glove With MR Brakes for Virtual Reality. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics* 14, 5 (Oct 2009), 606–615. <https://doi.org/10.1109/TMECH.2008.2010934>
- [2] Tom Carter, Sue Ann Seah, Benjamin Long, Bruce Drinkwater, and Sriram Subramanian. 2013. UltraHaptics: multi-point mid-air haptic feedback for touch surfaces. In *Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology*. ACM, 505–514.
- [3] Thomas P Caudell and David W Mizell. 1992. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Proceedings of the twenty-fifth Hawaii international conference on system sciences*, Vol. 2.

- IEEE, 659–669.
- [4] Parth Rajesh Desai, Pooja Nikhil Desai, Komal Deepak Ajmera, and Khushbu Mehta. 2014. A review paper on oculus rift-a virtual reality headset. *arXiv preprint arXiv:1408.1173* (2014).
- [5] Ishan Goradia, Jheel Doshi, and Lakshmi Kurup. 2014. A review paper on oculus rift & project morpheus. *International Journal of Current Engineering and Technology* 4, 5 (2014), 3196–3200.
- [6] Sidhant Gupta, Dan Morris, Shwetak N Patel, and Desney Tan. 2013. AirWave: non-contact haptic feedback using air vortex rings. In *Proceedings of the 2013 ACM international joint conference on Pervasive and ubiquitous computing*. ACM, 419–428.
- [7] Morton L Heilig. 1962. Sensorama simulator. US Patent 3,050,870.
- [8] Paul Milgram, Haruo Takemura, Akira Utsumi, and Fumio Kishino. 1995. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
- [9] Rajinder Sodhi, Ivan Poupyrev, Matthew Glisson, and Ali Israr. 2013. AIREAL: interactive tactile experiences in free air. *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 32, 4 (2013), 134.
- [10] Ivan E Sutherland. 1968. A head-mounted three dimensional display. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*. ACM, 757–764.

INTERACCIÓN 2012
Interscción Person-Orgnizador
XI Congreso Internacional

ACTAS