



Actas del XXIII Congreso
Internacional de Interacción
Persona-Ordenador

INTERACCIÓN 2023

Lleida, del 4 al 6 de septiembre de 2023



Universitat de Lleida
Escola Politècnica Superior



Campus
Universitari
Igualada - UdL



CHISPA



AIPO



Griho

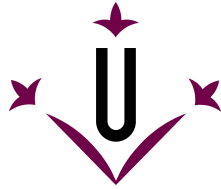


INTERACCIÓN 2023

XXIII CONGRESO INTERNACIONAL DE INTERACCIÓN
PERSONA-ORDENADOR
LLEIDA, DEL 4 AL 6 DE SEPTIEMBRE DE 2023

Este congreso ha sido posible gracias a la colaboración de los siguientes colaboradores y patrocinadores:

Colaboradores:



Universitat de Lleida
Escola Politècnica Superior



Patrocinadores:



mortensen

tobii



Actas del XXIII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador INTERACCIÓN 2023

Septiembre 2023, Lleida, Spain

Editores:

Toni Granollers i Saltiveri
Montserrat Sendín Veloso
Juan Enrique Garrido Navarro
Roberto García González
Mercè Teixidó Cairol
Marta Oliva Solé
Rosa M^a Gil Iranzo
Afra Pascual Almenara
Sergio Sayago Barrantes
Kepa Landa Maritorea
Ferran Joan Lega Lladós
Jordi Virgili Gomà

Interacción 2023

<https://interaccion2023.udl.cat/>

AIPO

<https://aipo.es/>

© de los artículos: los autores

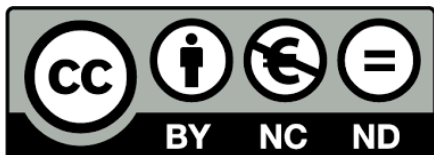
Diseño gráfico y maquetación de los artículos: los autores.

Diseño gráfico del logotipo y portada: Rosa Gil Iranzo

Maquetación: Kepa Landa

ISBN 978-84-9144-459-6

DOI: https://doi.org/10.21001/XXIII_congreso_interaccion.2023



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:

Reconocimiento - No comercial - Sin Obra Derivada (cc-by-nc-nd):

<http://creativecommons.org/licenses/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.

ÍNDICE

Colaboradores y Patrocinadores	1
Editores	3
Índice	4
Preámbulo	10
A Jesús Lorés, "in memoriam"	12
Comités y revisores	13

Contenido

Conferencia inaugural	16
History And Future Of Human-Automation Interaction	17
Duncan P Brumby	

Health and HCI

El modelo MDECIR (L) 5	19
Manel Díaz Llobet, Rosa M ^a Gil Iranzo y Mercè Teixidó Cairol	
Explainable activity recognition for the elderly (L)	27
F. Xavier Gaya-Morey, Cristina Manresa-Yee and Jose M. Buades-Rubio	
Managing daily living activities for people with acquired brain injury using the DailyCareapplication (L)	28
Lourdes Moreno and Paloma Martínez	

Evaluation of Interactive Systems

Is It Worth the Hassle? Moving from One-directional to Multi-directional on Fitts' law evaluation (L)	30
Maria Francesca Roig-Maimó and Ramon Mas-Sansó	
Design and development of the LATILL platform for retrieving adequate texts to foster reading skills in German (L)	31
Andrea Vázquez-Ingelmo, Alicia García-Holgado, Roberto Theron, Nastaran Shoeibi and Francisco José García-Peñalvo	
Evaluación del impacto del género en los cuestionarios de usabilidad ASQ y ER aplicados a prototipos móviles (L)	32
Cristina Cachero	

Social Computing

Introducing Speculative Design, Gender, and AI in Lean UX for HCI Education (L)	41
Carina Gonzalez-González	

Learning analytics in the design of interactive multimedia experiences for elementary education: a systematic review (L)	42
Carlos Alberto Peláez, Andrés Solano, Emma Adriana De la Rosa, Jesús Alfonso López, Jorge Andrick Parra, Johann Alexis Ospina, Fernando Moreira and Mauricio Ramírez	

Definition and Implementation of a Gamification Model for Virtual Teaching Environments (L)	43
Felipe Costa-Tebar, Jose A. Gallud and Maria Dolores Lozano	

User Experience and Usability

Estudio de la Experiencia de Usuario mediante un Sistema de Dashboards de Análisis de Aprendizaje Multimodal (L)	45
Álvaro Becerra, Roberto Daza, Ruth Cobos, Aythami Morales y Julian Fierrez	

Estudio de la Experiencia de Usuario en el Desarrollo de Videojuegos (L)	52
Roger Larriba, Toni Granollers y Juan Enrique Garrido Navarro	

Proposal of a set of heuristics for evaluation of wearable interfaces usability (L)	60
Mario Kawano Guizerian and Valéria Farinazzo Martins	

Interactive art

Proyectos artísticos de visualización de datos medioambientales (C)	62
Kepa Landa	

Visualización de datos de la bioconductividad de plantas a través de una interfaz MIDI (C)	66
Ferran Lega	

Es el alma la que baila, el cuerpo le sigue. Instrucciones estéticas para entornos técnicos (L)	70
Patxi Araujo	

Experimentos de vista y oído, para una pieza de arte sonoro (L)	78
Blanca Montalvo, Arcadio Reyes-Lecuona, Javier Artero Flores, Alberto Cajigal, Sergio Florido y Juan Navarrete	

Wetcoin.eth project: a video games economics interface in blockchain and art (L)	86
Rosa Maria Gil Iranzo, Carlos Monleón and Roberto Garcia	

HCI cross-sectional (I and II)

Capturing physiological data for detecting boredom in educational contexts (C)	88
Gustavo Javier Astudillo, David Asiain Ansorena, Cecilia Verónica Sanz, Jesús Ponce de León, José Ramón Beltrán Blázquez and Sandra Baldassarri	

Comparing a Mid-air Two-Hand Pinching Point-and-Click Technique with Mouse, Keyboard and TouchFree (C)	89
Melchor Lafuente, Sonia Elizondo, Unai J. Fernández and Asier Marzo	

Propuesta de principio heurístico para evaluar interfaces de sistemas colaborativos (L)	90
Rosanna Costaguta, Gabriel García y Toni Granollers	

Atenea: Digitalizing Educational Games with Light Tables (L)	96
María González López, Félix Albertos Marco, Lucía Polo Martínez, Belén Luna Lorente, Victor M. R. Penichet, Maria Dolores Lozano and Jose A. Gallud	
Whitepaper: Remote usability laboratory to perform user and expert evaluations (L)	97
Marc Gonzalez Capdevila, Karine Rodrigues, Afra Pascual, Toni Granollers and Èric Monné	
Motivación del participante para la mejora de la eficacia en el diseño de talleres (C)	98
Eva Villegas, Elisabet Fonts y Sara Fernández-Guinea	
Impact of Explanations for Trustworthy and Transparent Artificial Intelligence (L)	102
Cristina Manresa-Yee, Silvia Ramis Guarinos, F. Xavier Gaya-Morey and Jose M. Buades-Rubio	
Una propuesta de evaluación de la interacción considerando valores y actitudes (L)	103
Francisco Montero y Víctor López-Jaquero	

Serious Games & Intelligent User Interfaces

Interactive Topic Modeling for the Broadcasting Media (C)	112
Laura Ham and Luis A. Leiva	
UX and gamification, serious game development centered on the player experience (C) ...	113
Rafael Campoverde-Durán and Jorge Galán-Montesdeoca	
Análisis y evaluación de la influencia de la “dificultad” en la experiencia de jugador (L) .	114
Juan Antonio Trillo-Manzano, Francisco Luis Gutiérrez Vela y Patricia Paderewski	
Automatic Generation of Empathy Maps (L)	122
Marta Higuera and José Antonio Macías	
Serious Games to Facilitate Social Integration for Children with Autism Spectrum Disorder (L)	123
Javier Jiménez Honrado, Gabriel Sebastián Rivera, Jose A. Gallud and Victor M. R. Penichet	

Accessibility

Diseño de una herramienta para evaluar la adecuación de una vivienda a sus habitantes y priorizar actuaciones de mejora (C)	125
Daniel Guasch Murillo, Olga León Abarca, Laia Puig Badía, Soraia Lusilla Roigé y Montse Domingo Mora	
Evaluación y rediseño de una aplicación de mHealth y de sus recursos asociados para formación, bienestar y monitorización de pacientes frágiles (C)	129
Julia Morer y Raquel Lacuesta y	
Analysing User Experience of Dynamic Group Formation (DGF) in Intelligent Tutor Collaborative Learning (ITSCCL) using Aspect-Based Sentiment Analysis (L)	133
Aamir Anwar, Ikram Ur Rehman, Nevena Kostadinova Dicheva and Ijaz Ul Haq	
El vínculo de las personas mayores con su teléfono móvil: del fetichismo y la frustración al empoderamiento cognitivo –emocional.....	134
Lorena Paz, Jessica Cuellar, Laura Samantha Gavilán and Daniela Tamashiro	

Metodología MPIu+aX, de Diseño Centrado en el Usuario que empatiza con el usuario y genera una mejor experiencia accesible (De la teoría a la práctica) (L)	140
Afra Pascual, Jose Humanes y Granollers Toni	

Interaction Paradigms

Virtual Reality Skills Acquisition in Simulated Radiation Emergency Response Learning (C)	149
Alejandro Villar Rubio and Carlos León Aznar	
Exploring the transformation of user interactions to Adaptive Human-Machine Interfaces	150
Angela Carrera-Rivera, Daniel Reguera, Felix Larrinaga and Ganix Lasa	
Exploring Augmented Reality in Multiplayer Game Design to Promote Empathy and Prosocial Behavior (L)	151
Lissette Lopez-Faican, Javier Jaen and Jorge Montaner	
The 4Cs for Young Children’s Technology: Create, Connect, Communicate, and Control (L)	152
Juan Pablo Hourcade and Flannery Currin	
Simulador obstétrico de realidad virtual con dos puntos de contacto basado en retorno háptico vibrotáctil (L)	153
Fernando Luján Millán, José Pascual Molina Massó, Pascual González López, Ana Belén García Bravo, Jonatan Martínez Muñoz and Arturo Simón García Jiménez	

Interaction for People with Disability

i-Teddy. A Doll Therapy Prototype in Therapeutic Robotics (C)	162
Ana Belén Gil González, Sergio Márquez Sánchez and Juan Corchado	
Explainable Facial Expression Recognition for People with Intellectual Disabilities (L)	163
Silvia Ramis Guarinos, Cristina Manresa Yee, Jose Maria Buades Rubio and Francesc Xavier Gaya Morey	
Hearing loss and hearing aid simulations for accessible user experience (L)	164
Arcadio Reyes-Lecuona, Maria Cuevas-Rodríguez, Daniel Gonzalez-Toledo, Luis Molina-Tanco, David Poirier-Quinot and Lorenzo Picinali	
Knowing Users with Mild Intellectual Impairments in UX Design Processes (L)	165
Barbara Corsetti, Raquel Hervás Ballesteros and Lourdes Moreno	

Projects

StoryTeller: Interactive Narrations Generation with a Natural Language Interface.	167
Manuel López-Amo, Sonia Elizondo, Xabier Olaz, Rubén Eguinoa, Unai J. Fernández, Ricardo San Martín, Amalia Ortiz and Asier Marzo	

Study and Development of Child-Robot Interaction in a Preschool Classroom Context: Improvements in the Design of Robotito to Increase its Insertion and Appropriation (Research Project).	169
Ewelina Bakala, Leonel Gomez-Sena, Gonzalo Tejera, Jorge Visca, Anaclara Gerosa, María Pascale, Alejandra Carboni and Juan Pablo Hourcade	
REHABEXO: REHABilitación de pacientes con movilidad reducida en brazos mediante EXOesqueletos activos.	171
Susana Bautista Blasco and Juan Miguel García Haro	
Workshop Ética	174
Consideraciones éticas en la investigación con personas en Interacción Persona-Ordenador (IPO). Nestor Garay Vitoria.	
Diseño y desarrollo ético en el análisis de requisitos de los proyectos de investigación y transferencia tecnológica Rosa María Gil Iranzo	
La ética digital desde el diseño Ramon Arnó Torrades.	
La ética, una mirada integradora para la IPO Luis Moreno Almonacid.	
La ética en la educación de la informática Carina Soledad González González.	
Doctoral Consortium	177
Developing a Mathematical Programming Model for a Decision Support System in Theobroma Cacao Production: A Human-Computer Interaction Perspective.	178
Leonardo Talero-Sarmiento and Henry Lamos	
Formalizing a Framework for Evaluating the User Experience in Agile Software Development.	180
Luis Felipe Rojas and Daniela Quiñones Otey	
Análisis del cumplimiento de la legislación sobre accesibilidad digital e implicaciones sociales.	182
J. Álvar Herrero and David Escudero-Mancebo	
Arte digital a partir de la danza: una nueva forma de expresión para niños con TEA.	184
Nicolás Araya Quintar	
Information Consumer Experience. Evaluation Methodology	186
María Paz Godoy, Cristian Rusu, Toni Granollers	

Conferencia Final

Sensor busca Sentido. Poéticas de Interacción 189

Patxi Araujo

PREÁMBULO

La presente publicación recoge los trabajos aceptados, expuestos y debatidos durante la XXIII edición del Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador, Interacción 2023, celebrado durante los días 4, 5 y 6 de septiembre en la ciudad de Lleida.

INTERACCIÓN es un evento anual promovido por la Asociación de Interacción Persona-Ordenador, AIPO, y por el capítulo español de ACM SIGCHI (Special Interest Group on Computer-Human Interaction), CHISPA, cuyo objetivo es promover y dar a conocer los avances científicos en la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador (IPO) entre la comunidad hispanoparlante.

Desde el año 2000, sólo interrumpido en el 2020 a causa de la pandemia mundial del COVID-19, AIPO lleva promoviendo anualmente el congreso Interacción, habiéndose celebrado en Granada (2000), Salamanca (2001), Leganés (2002), Vigo (2003), Lleida (2004), Granada (como parte de la celebración del primer CEDI 2005), Puertollano (2006), Zaragoza (durante la celebración del CEDI 2007), Albacete (2008), Barcelona y Armenia, Colombia, (2009), Valencia (durante la celebración del CEDI 2010), Lisboa¹ (2011), Elche² (2012), Madrid (durante la celebración del CEDI 2013), Tenerife (2014), Vilanova i la Geltrú (2015), Salamanca (durante la celebración del CEDI 2016), Cancún, México³ (2017), Palma de Mallorca (2018), San Sebastián (2019), Málaga (durante la celebración del CEDI 2021), Teruel (2022) y, la presente, nuevamente en Lleida.

Así pues, esta es la segunda vez que el congreso se organiza en Lleida. En mayo de 2004 el grupo GRIHO organizó el V Congreso Interacción Persona-Ordenador y, en septiembre del presente 2023 el mismo grupo ha organizado la edición 23. Una combinación de componentes del grupo presentes en las dos ediciones junto con las nuevas generaciones, recogemos la estela de quien lideró el grupo, la asociación y, en esa ocasión la organización del evento, Jesús Lorés[†], con el objetivo de reunir a investigadores, estudiantes y profesionales de la Interacción Persona-Ordenador (IPO), tanto del mundo académico como de la industria, para promover la presentación de propuestas innovadoras, el intercambio de ideas y la discusión. Interacción 2023 pretende, además, incrementar el enfoque multidisciplinar de la disciplina, tratando de atraer a quienes trabajan en informática, pero también en otras disciplinas, con especial atención al arte interactivo.

El congreso se ha celebrado en los campus de Caupton y de Igualada de Universitat de Lleida, campus donde tiene sede la Escola Politècnica Superior (EPS), centro donde los organizadores del evento realizamos nuestras actividades docentes e investigadoras. Para poder celebrar esta edición hemos contado con el apoyo en la gestión administrativa y económica de la Fundació Universitat de Lleida, y con el apoyo económico de IFR, Tobii, AIPO, la Diputació de Lleida, y las propias Escola Politècnica Superior y la Universitat de Lleida.

Este libro de actas refleja la evolución de la investigación y los desarrollos en IPO, a través de trabajos de cooperación entre universidades y aportaciones de empresas del sector. En esta edición se recibieron un total de 60 contribuciones de los cuales se seleccionaron 33 artículos largos, 11 artículos cortos, 4 proyectos y 6 en las dos sesiones de Doctoral Consortium, a los cuales se le añaden las dos conferencias invitadas de disciplinas

¹ Edición celebrada juntamente con INTERACT 2011.

² La edición del 2012 se organizó de manera conjunta entre las comunidades IPO de España y de México, celebrándose el congreso Interacción 2012 en la sede de la Universidad Miguel Hernández (UMH), Elche, España y el congreso MexIHC 2012 en la sede del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), México, D.F. Ambos congresos se celebraron de forma conjunta en el tiempo, manteniendo sus propias identidades, para unir esfuerzos y establecer lazos de colaboración entre ambas comunidades.

³ El congreso busca desde hace tiempo fórmulas para acercarse a nuestros compañeros y compañeras de Latinoamérica. La primera, 2009, se organiza el congreso en formato de dos sedes, la segunda, 2012, en coordinación con la Sociedad mexicana de IHC y, en la tercera, 2018, el congreso se celebra enteramente en Cancún (México).

tan diferentes como necesarias y complementarias a cargo de los profesores Duncan P Brumby, University College London (UCL) y Patxi Araujo, Artista y profesor en la Facultad de Arte de la Universidad del País Vasco, a los que debemos agradecer su colaboración.

Como en ediciones pasadas, este año se publicarán los artículos largos y cortos recibidos en inglés en el volumen Interacción '23: Proceedings of the XXIII International Conference on Human Computer Interaction (ACM), donde se publicarán 20 artículos largos, 7 artículos cortos y 6 extended abstract de los artículos largos y cortos recibidos en español.

Los temas expuestos en los artículos presentados muestran una disciplina cada vez más necesaria en un mundo dominado por la tecnología y que queda reflejado en trabajos que se encasillan en las siguientes temáticas: Usabilidad, Experiencia de Usuario (UX), Accesibilidad, Salud e IPO, Arte Interactivo, Juegos Serios, Interfaces de Usuario Inteligentes, Paradigmas Interactivos, Interacción para personas con discapacidad, así como un conjunto de trabajos de temáticas totalmente transversales.

Durante el congreso también se ha celebrado el workshop de Ética, una propuesta que pretende ser el punto de partida para sentar las bases de las dimensiones y responsabilidades éticas de nuestra disciplina. El workshop se organiza en dos bloques, el primero parte de la mirada de los investigadores y profesionales invitados de nuestro ámbito de conocimiento Ramon Arnó (UdL), Luis Moreno (UFV), Rosa Gil (UdL), Carina Gonzalez (ULL) y Nestor Garay (UPV). El segundo bloque se despliega en una mesa redonda que tiene por finalidad fijar posturas y aspectos con relación al tema, para finalizar con unas conclusiones que deberían ser el origen de una línea de trabajo dentro de la asociación.

Para finalizar, queremos agradecer la confianza depositada en el grupo GRIHO para la organización de esta edición del congreso desde la Asociación AIPO, en especial en la EPS y la UdL como sede del congreso. Nuestro agradecimiento más sincero a nuestros compañeros y compañeras por su implicación y dedicación en todos las diferentes facetas y roles. También a la comunidad de revisores por su complicada tarea de revisión y evaluación de todos los trabajos asignados y en tiempo establecido. Agradecer también a todos los autores por su esfuerzo y felicitar a los autores de las ponencias aceptadas por su dedicación, cuyos trabajos se reflejan en estas actas.

Toni Granollers y Montserrat Sendín
Presidentes del Congreso

A Jesús Lorés, "in memoriam".

En el campo de la tecnología, el término Usabilidad hace referencia al grado de facilidad, o de dificultad, que supone el uso de un sistema interactivo, ya sea un programa de ordenador, una app de un móvil o el cuadro de mando del coche o, incluso, de la lavadora de la ropa, por parte de sus usuarios. Otros términos relacionados como accesibilidad, experiencia de usuario, factores humanos o arquitectura de la información forman parte de nuestro argot habitual como miembros de una comunidad de la Interacción Persona-Ordenador (IPO). Sin embargo, a finales del siglo pasado, estos términos eran prácticamente desconocidos incluso en los estudios universitarios.

En la Universitat de Lleida, el Doctor en informática Jesús Lorés, impulsor y primer director de la actual Escuela Politécnica Superior era un enamorado de la IPO. ¡Totalmente convencido de la necesidad de acercar la informática a todas las personas y, a pesar de que muchos dudaban de la relevancia de esta óptica de la informática –algunos todavía dudan hoy !!–, fue uno de los pioneros en el estado español en preocuparse por las necesidades y las características de los usuarios de la tecnología.

Para impulsar la disciplina, creó, a nivel local, el Grupo de Investigación en Interacción Persona Ordenador e Integración de Datos (GRIHO) y, a nivel estatal, lideró la fundación de nuestra Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO), entidades que dirigió hasta finales del 2006 cuando, desgraciadamente, nos dejó.

GRIHO está actualmente formado por más de diez investigadores e investigadoras a tiempo completo, y participa activamente en la comunidad IPO tanto a nivel nacional como internacional. AIPO es una asociación de referencia en España y en Latinoamérica. Seguro que Jesús estaría muy orgulloso de esta evolución.

Asimismo, siguiendo modelos de otros países especialmente de los EEUU y los países del norte de Europa, persistió hasta incluir por primera vez en el sistema universitario español una asignatura obligatoria de IPO en las titulaciones relacionadas con la informática, concretamente en el Plan de Estudios de la titulación de Ingeniería en Informática de Gestión del 2001 de la propia UdL. Actualmente los dos Grados en Ingeniería en Informática de la UdL, uno en el campus de Lleida y otro en el de Igualada, incorporan no una sino dos asignaturas propiamente de IPO –una de ellas integrada además en el minor internacional Global Acting in ICT– y los grados Grado en Técnicas de Interacción Digital y de Computación (GTIDIC) y Grado en Diseño Digital y Tecnologías Creativas (GDDyTC) tienen como eje angular la intersección entre IPO e informática, el segundo, además con el arte. Finalmente, la UdL juntamente con la Universidad Nacional y a Distancia (UNAD) de Colombia imparte el Máster Diseño de Experiencia de Usuario en formato virtual, experiencia interuniversitaria e internacional pionera en la docencia de la disciplina en español.

Si nos centramos en la organización de la edición actual del congreso Interacción, es justo destacar que el propio congreso nace de ese grupo impulsor de AIPO, liderado, como hemos apuntado, por la figura de Jesús.

En el año 2004, del 3 al 7 de mayo, se celebra el V Congreso Interacción Persona-Ordenador en la Universitat de Lleida, cuya presidencia recayó en Jesús Lorés. Edición que reunió a referentes nacionales e internacionales, destacando los ponentes invitados Yvonne Rogers y Alan Dix. En esa edición se utilizó un sistema de mensajería SMS entre miembros del congreso bautizado por Jesús Lorés como *El fil d'Ariadna* (El hilo de Ariadna) y que en términos actuales bien podría llamarse “WhatsApp” o “Telegram”.

Tras su muerte, pocos días antes de iniciarse la VII edición del congreso Interacción, en noviembre de 2006 en Puertollano, Ciudad Real, la Junta Directiva de AIPO instaura el Premio Jesús Lorés, un premio en su honor que se concede anualmente al mejor trabajo de investigación presentado al congreso Interacción.

GRÀCIAS Jesús!!!

Comités

Presidencia

Toni Granollers i Saltiveri, (UdL) y Montserrat Sendín Veloso, (UdL)

Comité Local

Juan Enrique Garrido Navarro, (UdL)

Roberto García González, (UdL)

Mercè Teixidó Cairol, (UdL)

Marta Oliva Solé, (UdL)

Rosa Gil Iranzo, (UdL)

Afra Pascual Almenara, (UdL)

Sergio Sayago Barrantes, (UdL)

Kepa Landa Maritorena, (UdL)

Ferran Joan Lega Lladós, (UdL)

Jordi Virgili Gomà, (UdL)

Comité de Programa

Roberto García González, (UdL)

Mercè Teixidó Cairol, (UdL)

Juan Enrique Garrido Navarro, (UdL)

Marta Oliva Solé, (UdL)

Comité Técnico (página web)

Afra Pascual Almenara, (UdL)

Jose Humanes Elich

Revisores

Silvana Aciar (Universidad Nacional de San Juan, Argentina)

Félix Albertos (Universidad de Castilla-La Mancha, España)

Rubén Alcaraz (Universitat de Barcelona, España)

Francisco Javier Álvarez (Universidad Autónoma de Aguascalientes, Mexico)

Jeferson Arango (Universidad de Caldas, Colombia)

Patxi Araujo (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, España)

Oscar Ardaiz (Universidad Pública de Navarra, España)

Myriam Arrue (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, España)

Sandra Baldassarri (Universidad de Zaragoza, España)

Laura Baigorri (Universidad de Barcelona, España)

Susana Bautista (Universidad Francisco de Vitoria, España)

James Berrett (Swinburne University of Technology, Australia)

Marta Rosecler Bez (UFRGS, Brazil)

Federico Botella (Universidad Miguel Hernández, España)

David Cantarero (Universidad de Zaragoza, España)

Alicia Carrión-Plaza (Sheffield Hallam University, UK)

Revisores

Cesar Collazos (Universidad del Cauca, Colombia)
Rosana Costaguta (Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina)
José Creissac Campos (University of Minho & HASLab/INESC TEC, Portugal)
Horacio René Del Giorgio (Universidad Nacional de La Matanza, Argentina)
Antonio Díaz Estrella (Universidad de Málaga, España)
Diego José Díaz García (Universitat Jaume I, España)
Rafael Duque (Universidad de Cantabria España)
Maria Amelia Eliseio (Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil)
Pedro Encarnação (UCP – Católica Lisbon School of Business & Economics, Portugal)
Beatriz Escribano Belmar, (Universidad de Salamanca, España)
Paula Escudeiro (Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal)
Ramon Fabregat (Universitat de Girona, España)
Valeria Farinazzo (Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil)
Alejandro Fernández (UNLP, Argentina)
Eduardo Fernández (Universidad de la República, INCO Uruguay)
Carolina Fernández-Castrillo (Universidad Carlos III de Madrid, España)
Xavier Ferre (Universidad Politécnica de Madrid, España)
Julián Flores (Universidad de de Santiago de Compostela, España)
Francisco Javier Galán (Universidad de Zaragoza, España)
Jesús Gallardo (Universidad de Zaragoza, España)
Nestor Garay-Vitoria (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, España)
Alicia García Holgado (Universidad de Salamanca, España)
Andrea García Méndez (Universitat Oberta de Catalunya, España)
Lino García Morales (Universidad Politécnica de Madrid, España)
Francisco José García Peñalvo (Universidad de Salamanca, España)
Roberto García (Universitat de Lleida, España)
Rosa M. Gil (Universitat de Lleida, España)
Carina González (Universidad de La Laguna, España)
Juan Manuel González (Universidad Autonoma de Puebla, Mexico)
Pascual González (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Mariano González (Universidad de Sevilla, España)
Daniel Guasch (Universitat Politècnica de Catalunya, España)
Francisco Luis Gutiérrez Vela (Universidad de Granada, España)
Silvia Hernández (Universidad de Zaragoza, España)
Ricardo Iglesias (Universidad Complutense, España)
Javier Jaen (Universidad Politécnica de Valencia, España)
Ángel Jiménez (Universidad de Sevilla, España)
Raquel Lacuesta (Universidad de Zaragoza, España)
Martin Llamas (Universidad de Vigo, España)
Juan Miguel López (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea , España)
Juan Alonso López Iniesta (Universidad Rey Juan Carlos, España)
Victor López-Jaquero (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Begoña Losada (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, España)
María Dolores Lozano (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Huizilopoztli Luna (Universidad de Zacatecas, Mexico)
José Antonio Macías (Universidad Autónoma de Madrid, España)

Revisores

Cristina Manresa-Yee (Universitat de les Illes Balears, España)
Silvia Martí Mari (Universidad de Zaragoza, España)
Moises Mañas (Universidad Politécnica de Valencia, España)
Estefania Martin (Universidad Rey Juan Carlos, España)
Paloma Martínez (Universidad Carlos III de Madrid, España)
Ramon Mas-Sansó (Universitat de les Illes Balears, España)
Maitane Mazmela Etxabe (Mondragon Unibertsitatea, España)
Nuria Medina (Universidad de Granada, España)
Marta Mena (Universidad Tecnológica Nacional, Argentina)
António Mendes (University of Coimbra, Portugal)
Ana Isabel Molina (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
José Pascual Molina Massó (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Luis Molina Tanco (Universidad de Málaga, España)
Lourdes Moreno (Universidad Carlos III de Madrid, España)
Jaime Muñoz-Arteaga (Universidad Autónoma de Aguascalientes, Mexico)
Manuel Ortega Cantero (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Patricia Paderewski (Universidad de Granada, España)
Natalia Padilla-Zea International (University of La Rioja, España)
Philippe Palanque (ICS-IRIT, University Toulouse 3, Francia)
Jose Ignacio Panach (Universitat de València, España)
Afra Pascual Almenara (Universidad de Lleida, España)
Oscar Pastor (Universidad Politécnica de Valencia, España)
Victor M. R. Penichet (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Pere Ponsa (Universidad Politécnica de Catalunya, España)
Rogerio Paulo Taveira (Universidade de Lisboa, Portugal)
Miguel Ángel Redondo (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Arcadio Reyes-Lecuona (Universidad de Málaga, España)
Mireia Ribera (Universitat de Barcelona, España)
Inmaculada Rodríguez (Universitat de Barcelona, España)
Wilson Sarmiento (Universidad Militar Nueva Granada, Colombia)
Sergio Sayago (Universitat de Lleida, España)
Christian Sturm Hamm-Lippstadt (University of Applied Sciences, Alemania)
Roberto Theron (Universidad de Salamanca, España)
Mercè Teixidó Cairol (Universitat de Lleida, España)
Diego Torres (UNLP, Argentina)
Carlos Vaz de Carvalho (Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal)
J. Ángel Velázquez (Universidad Rey Juan Carlos, España)
Pablo Vera National (University of La Matanza, Argentina)
José Luis Verdegay (Universidad de Granada, España)
Markel Vigo (The University of Manchester, UK)
Jordi Virgilli (Universitat de Lleida, España)
Marco Winckler (ICS-IRIT, Université Paul Sabtier, France)
Pau Waelder Laso (Universitat Oberta de Catalunya, España)
Marco Winckler ICS-IRIT, (Université Paul Sabtier, Francia)
Joaquín Sergio Zepeda (UAM-C, Mexico)

Conferencia Inaugural

Conferencia inaugural

Ding! Time To Focus On The Design Of Digital Distractions

Professor Duncan P Brumby, University College London (UCL)

Our daily activities are constantly punctuated by digital notifications and interruptions. In this talk, I'll present the outcomes of our research on understanding the design and use of digital interruptions in HCI. To investigate this, we have used different research methods and approaches, from controlled lab experiments, to situated observational studies, and online studies with crowdsourcing platforms. The results of this research give insights into how digital notifications and interruptions can be better designed to help people maintain focus and be more productive.

Catedrático de Interacción Persona-Ordenador (HCI) en el University College de Londres (UCL)

Duncan Brumby es catedrático de Interacción Persona-Ordenador (HCI) en el University College de Londres (UCL), donde dirige un grupo de investigación centrado en comprender cómo interactúan las personas con la tecnología informática. Su equipo ha introducido nuevos métodos de investigación en este campo gracias a su uso pionero de plataformas de crowdsourcing para estudiar las autointerrupciones que se producen de forma natural y al desarrollo de novedosos enfoques computacionales para modelar los efectos nocivos de la distracción del conductor sobre la seguridad y el rendimiento.

Health and HCI

El modelo MDECIR

Modelo de Diseño de Experiencias de Comunicación Intergeneracional Remotas

Manel Díaz Llobet†
Departamento de informática y
Diseño Digital
Universitat de Lleida
Lleida, España
manel.diazllobet@udl.cat

Rosa M^a Gil Iranzo
Departamento de informática y
Diseño Digital
Universitat de Lleida
Lleida, España
rosamaria.gil@udl.cat

Mercè Teixidó Cairol
Departamento de informática y
Diseño Digital
Universitat de Lleida
Lleida, España
merce.teixido@udl.cat

ABSTRACT

Los beneficios de las experiencias de comunicación intergeneracional están ampliamente documentados. Las personas mayores con movilidad reducida o nula tienen un acceso muy limitado a este tipo de experiencias y a los beneficios que reportan. Por ello, presentamos el modelo MDECIR, un Modelo para el Diseño de Experiencias de Comunicación Intergeneracional realizadas de forma Remota. Este modelo nace fruto de la investigación realizada sobre comunicación intergeneracional y la detección de una gran falta de investigación en la realización remota de las experiencias basadas en este tipo de comunicación. Esta investigación se realizó durante el periodo de pandemia por COVID19, donde quedó patente el gran problema de aislamiento de las personas mayores. Así, el modelo propuesto quiere ser una herramienta más para paliar este problema. Se pretende que este modelo sirva a otros investigadores y/o profesionales en salud mental y emocional para el desarrollo e implementación de este tipo de experiencias de comunicación.

CCS CONCEPTS

- Social and behavioral Sciences
- Computers and society
- Information interfaces and presentation
- User interfaces

KEYWORDS

Intergeneracional, Salud mental, Experiencias de comunicación, Remoto, Interfaz Persona - Ordenador

ACM Reference format:

Díaz Llobet, M., Gil Iranzo, R.M., Teixidó Cairol, M. El modelo MDECIR. In XXIII International Conference on Human Computer Interaction (Interacción '23), September 4–6, 2023, Lleida, Spain, 8 pages.

1 INTRODUCCIÓN

La “comunicación intergeneracional” es la comunicación que se establece entre grupos de personas de diferentes rangos de edad o generaciones. Existen numerosos estudios referentes a la comunicación intergeneracional [1] [2], dando lugar a

diversos modelos y teorías sobre la comunicación intergeneracional como el modelo de predicamento en la comunicación durante el envejecimiento [3], el modelo de activación de los estereotipos de la comunicación en adultos mayores [4], o la teoría de la acomodación en la comunicación [5].

Diversos estudios demuestran que la comunicación intergeneracional reporta numerosos beneficios para los miembros de las generaciones participantes [6] [7] [8]. En estos y otros estudios, se han realizado diversas experiencias de comunicación intergeneracional (ECI) tanto presenciales [9], como a distancia [10].

Durante el periodo de pandemia por Covid-19 se evidenció la necesidad de comunicación de las personas mayores para evitar problemas como la depresión o el empeoramiento de su salud mental y emocional [11]. Esta comunicación debía ser realizada de forma remota, dado el aislamiento impuesto en ese periodo. Además, cabe tener en cuenta las dificultades de desplazamiento que muchas personas mayores experimentan con la edad, como afirman Yuan y Yarosh [9] para la realización de experiencias presenciales de comunicación intergeneracional: “*Las organizaciones actuales que apoyan este tipo de compromiso se centran en visitas en persona que hacen recaer la carga de la logística y el transporte en el adulto mayor. Sin embargo, a medida que los adultos mayores envejecen y pierden independencia, acudir a las escuelas en persona se convierte en un reto cada vez mayor.*”

En la búsqueda de documentación científica realizada en las bases de datos Scopus y Web of Science, no se ha encontrado ninguna referencia que plantee un modelo para diseñar este tipo de experiencias de comunicación intergeneracional realizadas remotamente. Únicamente en Fuchsberger et al. [12] donde se identifican 13 atributos de las experiencias de comunicación intergeneracional presenciales (estructura, apariencia y contenido de las actividades, presencia social y relaciones específicas), que se pueden aplicar a experiencias de comunicación intergeneracional remotas.

En este artículo presentamos un marco de desarrollo de este tipo de experiencias mediante el modelo MDECIR (Modelo de Diseño de Experiencias de Comunicación Intergeneracional

Remotas). MDECIR es un modelo que quiere servir de referencia para investigadores y profesionales en salud mental que quieran desarrollar e implementar experiencias donde la comunicación intergeneracional establecida sea inter e intrafamiliar, y se realice de forma remota. Para ello, se presentará el marco teórico y la metodología de investigación realizada para el desarrollo del modelo, donde se explicará la estructura y cada uno de los elementos que lo componen. Seguidamente, se expondrá un caso de estudio real donde se ha aplicado el modelo a una experiencia de comunicación intergeneracional remota (ECIR) realizada entre junio y octubre de 2021 con voluntarios de diversas localizaciones en España. Se exponen los resultados obtenidos en el posttest de la ECIR y las conclusiones a las que se llegan.

La metodología utilizada para el desarrollo del modelo MDECIR comenzó con la realización de un estudio bibliométrico sobre las ECIR realizadas hasta la fecha, recopilando la literatura de los estudios científicos sobre el tema, de las bases de datos de SCOPUS y Web of Science. Una vez analizados dichos estudios, se llegaron a varias conclusiones: los aspectos más abordados en los estudios científicos analizados fueron el uso de herramientas TIC y/o redes sociales, y el interés por la salud y el bienestar de las personas mayores que las ECIR les aportan. Por otro lado, no se encontró ningún modelo que pueda guiar a investigadores y/o trabajadores del ámbito de la salud mental en la realización de ECIR.

Con estos resultados, se empezaron a poner las bases del modelo MDECIR para el diseño de este tipo de experiencias, empezando por analizar diferentes tecnologías informáticas para extraer pros y contras en el uso de las mismas por niños y personas mayores. Seguidamente, se llevó a cabo un análisis de usabilidad, desarrollando dos prototipos de interacción con usuarios (niños y personas mayores) realizando pruebas funcionales y entrevistas a 18 voluntarios, 7 niños y 11 personas mayores. Con las conclusiones de dicho estudio de interacción, se construyeron diversos prototipos de elementos. Además, se enunció la estructura del modelo MDECIR, basada en los estudios citados previamente y en diversas reuniones con los miembros del equipo de investigación del proyecto nacional PERGAMEX - ACTIVA [13]. Finalmente, se desarrolló conjuntamente la ECIR específica [14] donde participaron familias voluntarias de diversas partes de España, y las herramientas web necesarias para la realización de dicha ECIR. El resultado obtenido como feedback de los participantes en esta ECIR, permiten extraer conclusiones referentes tanto a la capacidad de los niños y personas mayores para realizar ECI de forma remota, como a la validez del modelo MDECIR como una guía para el desarrollo de dichas ECIR.

2.1 Marco teórico

Se ha realizado una búsqueda en las bases de datos científicas de Scopus y Web of Science para conocer si existe algún modelo

para diseñar este tipo de experiencias de comunicación intergeneracional. Se ha realizado la consulta "intergenerational communication" and "model" and ("remote" or "online" or "virtual") obteniendo 11 resultados en Scopus y 9 en WoS. Después de analizar estos 20 resultados, se han eliminado documentos duplicados, quedando tan solo 10 resultados. Se ha realizado un filtro por el tipo de artículo, considerando solamente artículos publicados en revistas científicas y pertenecientes a áreas temáticas relacionadas con informática, ciencias sociales y de la salud ("informática", "ingeniería", "ciencias sociales", "Psicología" y "Profesiones de la salud"). Después de aplicar este filtro, los resultados obtenidos se reducen a 8 artículos publicados desde el 2011 al 2022. No se han encontrado artículos anteriores al 2011.

Analizando estos 8 resultados se ha encontrado que las referencias a "modelos" de estas publicaciones se refieren a modelos teóricos o de análisis de resultados (TAM: Technology Acceptance Model [15], modelos de regresión [16], modelo de Poisson [17] y modelos teóricos sobre SMF: Social Media Fatigue [18]), modelos de familia (familias separadas geográficamente [19], familias transnacionales [20]), modelos de creencias sobre salud [21], y modelo de la cultura china [22].

No se ha encontrado ninguna publicación que haga referencia a un modelo de diseño para desarrollar experiencias de comunicación intergeneracional presencial ni remota. Este proceso está esquematizado en el diagrama PRISMA de la figura 1.

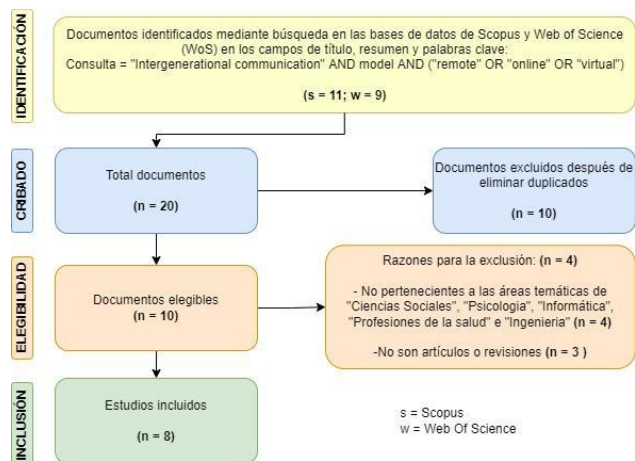


Figura 1: Diagrama PRISMA

2.2 Estructura y descripción del modelo

Las experiencias intergeneracionales remotas que se han realizado hasta el momento se basan en comunicaciones intrafamiliares (entre miembros de la misma familia): fotografías familiares [23], [24] y [25], mensajes de texto síncronos y asíncronos entre familiares [26] y [27] y árbol genealógico de la familia [28]. En este documento se propone

un modelo donde la comunicación intergeneracional se produzca entre miembros de la misma familia, y también entre miembros de familias diferentes, a través de su interacción de forma remota en un contexto de juego. El modelo (MDECIR) está basado en el marco teórico MDA (Mecánica, Dinámica y Estética) [29] para la generación de relaciones significativas entre los participantes. La estructura del modelo sugerido se muestra en la figura 2.

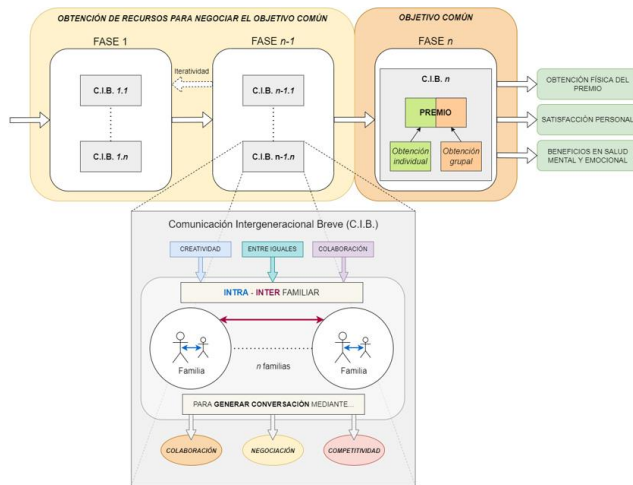


Figura 2: Estructura del modelo MDECIR

El objetivo final de las experiencias de comunicación intergeneracional es conseguir conectar, mediante la conversación, a miembros de diferentes generaciones mediante una narrativa.

2.2.1 La Comunicación Intergeneracional Breve (CIB). La unidad mínima de comunicación en el modelo es una Comunicación Intergeneracional Breve (CIB). Mediante creatividad, comunicación entre iguales y colaboración, se genera comunicación intra y/o intergeneracional entre las familias participantes, obteniendo colaboración, negociación y competitividad. Estas CIB han de tener una duración corta (unos 10 minutos para interacciones intrafamiliares y unos 20 minutos para interacciones interfamiliares, puesto que, en estas últimas, intervienen más personas). En el modelo MDECIR, la experiencia se divide en dos etapas; la etapa de obtención de recursos y la etapa de objetivo común.

2.2.2 Etapa 1: Obtención de recursos. Esta etapa consta de varias fases donde se desarrollan las mecánicas diseñadas. Dependiendo del diseño de la experiencia, puede haber una CIB para cada familia participante, o incluso, una CIB intrafamiliar. Esta etapa puede constar de varias fases, con mecánicas y elementos diferentes en cada una, y con posibilidad de iteratividad, pero siempre dejando claro que se está avanzando en el proceso.

2.2.3 Etapa 2: Objetivo común. Esta etapa consta de una única CIB, donde los participantes tienen que obtener el premio. Este premio consta de dos partes, una de obtención individual, para que todos los participantes puedan influir en el resultado final, y otra de obtención grupal, para fomentar la comunicación mediante la negociación de esta parte del premio. Como resultado, se obtiene el premio de forma física, la satisfacción personal de haber participado en la obtención del premio y los beneficios en salud mental y emocional proporcionados por las interacciones de comunicación intergeneracional realizadas.

2.3 Creación de la narrativa

La narrativa es la temática general de la experiencia de comunicación intergeneracional remota que se llevará a cabo. Para crear una narrativa se debe escoger una temática atractiva para ambas generaciones. Para crear una buena narrativa, se debe evitar elegir temas solamente conocidos por una de ellas, para que cada generación dialogue con la otra de igual a igual, sin que los miembros de una generación acaparen la comunicación por el hecho de conocer en mayor profundidad la narrativa escogida. Un ejemplo de narrativa que se debería evitar en una ECIR sería una que contenga temáticas sobre “juegos digitales de última generación”. La generación joven tendría la iniciativa y la generación mayor, escucharía de forma pasiva. Por otro lado, es poco probable que esta narrativa sea atractiva para la generación mayor, con lo cual, es una mala elección. Un ejemplo de buena narrativa para una ECIR podría ser “Nuestro video en Redes” donde los participantes, deberían colaborar para crear un video grupal para subir a una red social de tipo YouTube o TikTok. [30]

En el modelo propuesto, la narrativa elegida debe fomentar la creatividad y la colaboración intra e interfamiliar. Como se ha indicado, las experiencias intergeneracionales aportan beneficios para la salud mental y emocional de los participantes [6], [8], [31], [32] y [33]. Una parte de estos beneficios se obtiene fomentando la creatividad [34]. Por otro lado, la colaboración fomenta la participación y, en consecuencia, la comunicación entre los participantes. La comunicación intergeneracional que se debe fomentar ha de ser tanto entre miembros de la misma familia (intrafamiliar) como entre miembros de diferentes familias (interfamiliar).

2.4 Diseño de las mecánicas

Dentro de la narrativa global de la experiencia de comunicación intergeneracional, se llevan a cabo diferentes mecánicas para realizar las diferentes fases de la experiencia. En el modelo MDECIR, las mecánicas corresponden con las fases del modelo, y están agrupadas en dos etapas; la etapa de obtención de recursos y la etapa del objetivo común. La implementación de las mecánicas se hace a través de las CIB que componen cada una de ellas.

Las mecánicas que acompañan a la narrativa que se está diseñando, han de estar orientadas a promover comunicación intergeneracional. Para ello, es necesario tener en cuenta las generaciones implicadas en esta comunicación. Generalmente, una de estas generaciones (si no las dos) tendrá una capacidad limitada de atención continuada en un mismo proceso, ya sea por ser demasiado joven (niños) o demasiado adulta (personas mayores). En cualquier caso, las CIB de las mecánicas destinadas a generar conversación intra e interfamiliar no deberían durar demasiado tiempo (entre 10 y 20 minutos, como se ha indicado anteriormente). En las CIB de las mecánicas interfamiliares, la duración puede ser mayor que en las intrafamiliares, puesto que el número de personas implicadas también es mayor. (ver sección 3 “Caso de estudio”)

Con el fin de mantener el interés durante toda la experiencia de comunicación intergeneracional, las mecánicas de comunicación deberían ser, además de cortas, variadas. Esto se puede conseguir mediante el uso de fases o etapas en la experiencia. Estas mecánicas pueden tener un componente competitivo interfamiliar, o sea, que cada grupo familiar busque obtener cierta ventaja sobre el resto, pero sin olvidar el objetivo común a toda la experiencia (obtención de puntos para fases posteriores, por ejemplo). El diseño de la secuencia de fases puede tener un componente iterativo, pero siempre teniendo en cuenta que los participantes deben tener la sensación de “avanzar de fase” para llegar a un objetivo final.

Para fomentar la comunicación interfamiliar, alguna de las mecánicas a diseñar debería tener un componente de negociación. Esta debería tener lugar entre las diferentes familias para obtener un objetivo o premio final común. Deberían intervenir miembros de las dos generaciones, evitando que una de las generaciones monopolice la negociación. Para ello, como ya se ha indicado anteriormente, la narrativa elegida (el relato inventado) ha de ser atractiva y conocida por ambas generaciones.

La última mecánica de la experiencia se basa en obtener un premio compartido o alcanzar un objetivo común. Para ello, habrán tenido que colaborar en la fase de negociación. El hecho de que el objetivo final o premio sea común evita la posibilidad de frustración que un premio individual podría causar a los participantes que no hubieran podido obtenerlo.

Para la obtención del premio compartido, todas las familias han de tener protagonismo en un momento u otro. Para ello, cabría diseñar el premio compartido de forma que alguna de sus partes o características pueda ser obtenida de forma individual por cualquier familia, independientemente de la puntuación obtenida en la fase de obtención de recursos. De esta manera, todas las familias participantes tendrán la sensación de haber influido en el resultado final. Por otro lado, para fomentar la negociación que generará (comunicación) y conversación interfamiliar, también será necesario que algunas partes del

premio solo sean accesibles mediante la colaboración de varias familias. Estas partes del premio deberían ser las más deseadas, llamativas o difíciles de conseguir, o sea, las que tengan un valor relativo mayor para los participantes. Las mecánicas elegidas tampoco afectan al hecho de que la experiencia sea remota.

2.5 Diseño de los elementos

Para que los participantes en las mecánicas de la experiencia puedan interactuar entre ellos y con el sistema, se tienen que diseñar e implementar diferentes elementos. Para su diseño se debe tener en cuenta las características de los usuarios, que serán de diferentes generaciones. Para ello, se debería hacer un análisis de usabilidad para estos usuarios y/o tener en cuenta los principios heurísticos de Nielsen [35]. En el proceso de implementación se debería seguir un diseño DCU (Diseño Centrado en el Usuario). Un buen modelo para la implementación de los elementos y de toda la experiencia de comunicación intergeneracional remota es el modelo MPIu+a (Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad) [36].

En este punto del modelo propuesto, es donde interviene la componente remota del sistema. Para implementar los elementos y la interacción que los usuarios intergeneracionales tendrían con ellos, es necesario tener en cuenta que estos usuarios estarán situados en localizaciones geográficas diferentes. Para ello, hay que considerar las tecnologías disponibles para poder realizar toda esta interacción de forma remota, dando la sensación de cercanía o presencialidad. Así, sería necesario realizar un análisis de las tecnologías disponibles en cada caso, para los elementos de las mecánicas que se quieran implementar, y elegir la que mejor se adapte. La tecnología web es siempre una buena opción, por su alta portabilidad, independencia de los sistemas operativos y fácil distribución entre los participantes.

Los elementos que intervienen en las mecánicas de una experiencia de comunicación intergeneracional a través del juego deberían ser fácilmente identificables por los participantes. Esto incluye dados de varias caras, cartas o tarjetas individuales, mazos de cartas o tarjetas, tableros, etc. Además, el resto de los elementos también deben ser asimilables al mundo real. Esta identificación se debe dar tanto en la forma como en el comportamiento; los dados deben actuar como dados reales, al igual que las cartas o tarjetas y el resto de los elementos. Las animaciones que se implementen de estos elementos tienen que modelar de forma natural su comportamiento en la vida real (tirada de dados, volteo de cartas, descarte, mezcla de una baraja, etc.).

3 Caso de estudio

El modelo MDECIR descrito, se ha validado mediante el diseño, implementación y ejecución de una experiencia de

comunicación intergeneracional remota real, llevada a cabo en 3 sesiones, con un total de 22 participantes, de los cuales 13 eran niños (edades inferiores a 13 años) y 9 eran personas mayores (edades superiores a 64 años). La narrativa de la ECIR implementada consiste en crear entre todos, un jardín con diferentes elementos que se tienen que conseguir mediante su compra con puntos. Estos puntos se ganan explicando y adivinando historias previamente inventadas a partir de una tirada aleatoria de dados.

En esta ECIR, se han implementado tres fases, con una CIB por familia en las fases 1 y 2 (etapa de obtención de recursos) y una CIB conjunta para la fase 3 (etapa de obtención del premio).

La mecánica de la primera CIB consiste en que las familias deben elaborar una historia a partir de una tirada aleatoria de dados. Los elementos de esta CIB se pueden ver en la Figura 3.



Figura 3: Primera CIB de la ECIR implementada

Cuando todas las familias han inventado sus respectivas historias, se pasa a la segunda fase. La mecánica de la segunda CIB consiste en la explicación de la historia por parte de cada familia y en la adivinación de la emoción subyacente y si la historia es real o inventada por parte del resto de familias. En esta fase es donde se obtienen los puntos (ver Figura 4).

Cuando acaba esta segunda fase, se puede volver a la primera, para continuar inventando historias y obteniendo puntos, que se sumarán a los ya obtenidos. Con esto se permite la iteratividad, pero con la sensación de avanzar, por la acumulación de puntos.

La tercera fase corresponde a la obtención del premio compartido. En esta fase solo hay una CIB. El sistema calcula la puntuación necesaria para “comprar” los elementos del Jardín de los Sueños, de forma que se cumplan las premisas del modelo MDECIR: que cualquier familia pueda comprar al menos un elemento con los puntos obtenidos y que haya ciertos elementos que no se puedan comprar sin colaboración interfamiliar (ver Figura 5).



Figura 4: Segunda CIB de la ECIR implementada



Figura 5: Tercera CIB de la ECIR implementada

El cálculo de la puntuación se basa en tres grupos de elementos, según las fórmulas descritas en la tabla 1.

Grupo	Elemento	Fórmula
A	Caros: 2 o más equipos	$Precio = \text{Max}(pte^1) + \text{Rand}(X)$
B	Caros: 1 equipo	$Precio = \text{Min}(pte) - \text{Rand}(x)$
C	Baratos: 1 equipo	$Precio = (\text{Min}(pte) / 2) - \text{Rand}(x)$

¹ Puntos totales de equipo

Tabla 1: Sistema de cálculo de precios

El objetivo final común o premio compartido es la configuración de un “Jardín de los Sueños”, con los elementos que los participantes han podido comprar con los puntos

obtenidos. Como la ECIR se desarrolla mediante la navegación web, el premio final se puede imprimir en la localización remota de cada participante con las herramientas de impresión propias de cada navegador web. Así se obtiene una representación física del premio, como indica el modelo MDECIR. La figura 6 muestra la aplicación del modelo MDECIR en la implementación mostrada. Un resumen de la implementación de esta ECIR se puede consultar en [14].

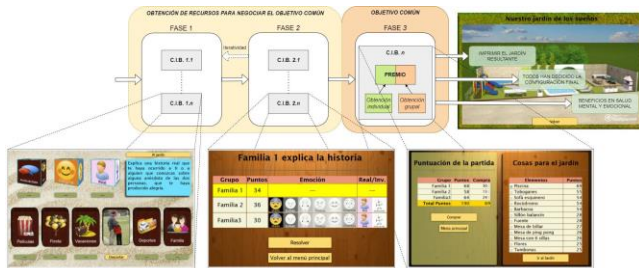


Figura 6: Aplicación del modelo MDECIR a la ECIR implementada.

Se obtuvo feedback de los participantes después de cada sesión, mediante las respuestas a siete preguntas realizadas en un formulario web. Los resultados más significativos en cuanto a la validación del modelo MDECIR y de la ECIR realizada se muestran en la Tabla 2.

P1. ¿Jugar a este juego me da más confianza para jugar o usar internet? (Likert [37] 1-7)

Respuesta	Niños	Mayores
1,2,3	1	2
4	0	0
5,6,7	12	7

P2. ¿Se podría realizar esta experiencia con personas no acostumbradas a usar dispositivos en línea o internet? (Likert 1-7)

Respuesta	Niños	Mayores
1,2,3	3	0
4	1	0
5,6,7	9	9

P3. ¿Cómo te sentiste acerca de esta experiencia?

Respuesta	Número
1. Mal	0
2. Bien	10
3. Muy bien	5
4. Excelente	5
5. Sin contestación	2

P4. Lo que más me ha gustado de esta experiencia es...

Respuesta	Número
1. Estar con mis abuelos/nietos (<i>intrafamiliar</i>)	12
2. El juego (<i>narrativa, mecánicas y elementos</i>)	9
3. Conocer a otras personas (<i>interfamiliar</i>)	8
4. Seguridad contra la COVID19 (<i>remoto</i>)	5
5. Creatividad y creación de la historia (<i>narrativa</i>)	8

P5. Lo que menos me ha gustado de esta experiencia es...

Respuesta	Número
1. Me ha gustado todo	9
2. El sistema de puntuación (<i>mecánica</i>)	4
3. Desacuerdos en las negociaciones (<i>mecánica</i>)	1
4. Problemas informáticos (<i>remoto</i>)	2
5. Dinámica del juego (<i>narrativa</i>)	1
6. Otros / sin contestación	5

P6. Esta experiencia ha sido diferente a otras porque...

Respuesta	Número
1. Relaciones con otras personas (<i>interfamiliar</i>)	7
2. Experiencia remota (<i>remoto</i>)	6
3. Tipología (<i>narrativa, mecánicas y elementos</i>)	1
4. Seguridad contra la COVID19 (<i>remoto</i>)	1
5. Nada nuevo	5
6. Sin contestación	5

P7. ¿Te gustaría añadir algo a la experiencia de juego?

Respuesta	Número
1. Nada que cambiar o añadir	13
2. Añadir avatares (<i>elementos</i>)	1
3. Más emociones y categorías (<i>elementos</i>)	3
4. Cambiar la dinámica del juego (<i>narrativa</i>)	1
5. Sin contestación	4

Tabla 2: Feedback de los participantes en la ECIR

4 RESULTADOS

El modelo MDECIR se ha validado con la realización de varias sesiones que se realizaron de forma muy satisfactoria, con usuarios situados en localizaciones remotas. En cuanto a las características del modelo MDECIR, se puede observar que los participantes se han sentido bien o muy bien (P1) realizando esta ECIR. La narrativa propuesta ha sido muy bien aceptada (P4-2) posiblemente porque era sencilla para los participantes. Solo un participante ha declarado que la ECIR ha sido diferente a otras por motivos relacionados con la narrativa (P6-3). La comunicación intra e interfamiliar (que es uno de los objetivos principales del modelo MDECIR) ha funcionado muy bien. Cabe destacar que lo que más ha gustado (P4-1) a los participantes ha sido “estar” con otras personas, teniendo en cuenta que este “estar” se ha realizado de forma remota. Este hecho indica que se puede conseguir un alto nivel de cercanía utilizando este tipo

de ECIR. La comunicación interfamiliar que se ha producido en esta experiencia también ha sido muy bien valorada por los participantes (P4-3 i P6-1)

Referente a las mecánicas, cabe indicar que lo más confuso ha sido el sistema de puntuación elegido para esta ECIR (P5-2) debido a que los participantes no conocían el sistema de puntuación, y que en la mecánica correspondiente, el sistema otorgaba puntos tanto a los “ganadores” como a los “perdedores”. Con todo, en líneas generales, la ECIR ha gustado a los participantes (P3, P4, P5-1 y P7-1). Las mecánicas propuestas en esta ECIR han sido simples y con un alto componente de creatividad (P4-5) lo que ha gustado a los participantes.

El hecho de que los elementos no hayan presentado ninguna problemática en prácticamente ninguna de las respuestas, indica que han sido lo suficientemente parecidos a la realidad como para que se hayan asumido correctamente por los participantes. No se detectó ningún error considerable en la componente remota. De hecho, lo que más ha gustado a los participantes ha sido “estar con mis abuelos / nietos”, de forma remota (P4-1). La seguridad contra la COVID19 (P4-4 y P6-4) así como la experiencia remota (P6-2) también han sido muy bien valoradas. Solo dos participantes de las tres sesiones han declarado problemas informáticos relacionados con la experiencia (P5-4).

5 CONCLUSIONES

El modelo MDECIR se ha desarrollado con el ánimo de establecer un marco para el diseño e implementación de experiencias de comunicación intergeneracional realizadas de forma remota, actualmente inexistente. Se pretende que este modelo sea un punto de partida para guiar a profesionales de la salud mental, investigadores y personas interesadas en ECIR. Este modelo se desarrolló en tiempos de pandemia por COVID19 para solventar los problemas de aislamiento de las personas mayores que quedó patente durante ese periodo. Por otro lado, se ha demostrado que tanto niños como personas mayores pueden participar en estas experiencias de forma remota, siempre que estas experiencias se diseñen focalizándose en estos usuarios. Esta experiencia de comunicación intergeneracional remota ha sido capaz de lograr qué gran parte de los participantes se olvidaran de que no estaban físicamente juntos, lo que implica que los beneficios en salud mental y emocional proporcionados por este tipo de experiencias remotas son equiparables a los beneficios ya demostrados de las experiencias de comunicación intergeneracional realizadas presencialmente. Los resultados mostrados en el apartado anterior así lo confirman.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado parcialmente por el proyecto “DISEÑO DE EXPERIENCIAS DE JUEGO PERVASIVAS USANDO ASISTENTES VIRTUALES PARA PROMOVER EL ENVEJECIMIENTO ACTIVO EN PERSONAS MAYORES DENTRO DEL ENTORNO DEL HOGAR DIGITAL” con referencia RTI2018-096986-B-C32 y financiado en la convocatoria 2018 de Proyectos I+D+i «RETOS INVESTIGACIÓN» del programa estatal de I+D+i orientada a los retos de la sociedad.

También agradecemos la participación de todas las personas voluntarias que han realizado las encuestas después de participar en las diferentes sesiones de la experiencia de comunicación intergeneracional remota llevada a cabo en este estudio.

Por último, agradecer por su participación conjunta en la realización de la experiencia y la recolección del feedback de los voluntarios, a los investigadores del subproyecto de investigación INTERGEM del proyecto PERGAMEX - ACTIVA.

REFERENCIAS

- [1] Vaccaro, J. A., Gaillard, T. R., & Marsilli, R. L. (2021). Review and Implications of Intergenerational Communication and Social Support in Chronic Disease Care and Participation in Health Research of Low-Income, Minority Older Adults in the United States. *Frontiers in Public Health*, 9. Scopus. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.769731>
- [2] Omori, K., Ota, H., & Stark, R. K. (2021). Intergenerational communication satisfaction among Japanese Americans through communication accommodation. *Journal of Multilingual and Multicultural Development*. Scopus. <https://doi.org/10.1080/01434632.2021.1938088>
- [3] Ryan, E. B., Giles, H., Bartolucci, G., & Henwood, K. (1986). Psycholinguistic and social psychological components of communication by and with the elderly. *Language and Communication*, 6(1-2), 1-24. Scopus. [https://doi.org/10.1016/0271-5309\(86\)90002-9](https://doi.org/10.1016/0271-5309(86)90002-9)
- [4] Hummert, M. L. (1994). Physiognomic cues to age and the activation of stereotypes of the elderly in interaction. *International Journal of Aging and Human Development*, 39(1), 5-19. Scopus. <https://doi.org/10.2190/6EF6-P8PF-YP6F-VPY4>
- [5] Giles, H., & Ogay, T. (2006). Communication accommodation theory. In *Explaining Communication: Contemporary Theories and Exemplars* (pp. 325-344). Scopus. <https://doi.org/10.4324/9781410614308>
- [6] Canedo-García, A., García-Sánchez, J.-N., & Pacheco-Sanz, D.-I. (2022). Benefits, Satisfaction and Limitations Derived from the Performance of Intergenerational Virtual Activities: Data from a General Population Spanish Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), Art. 1. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010401>
- [7] Khalili-Mahani, N., Elbaz, S., Pahayayah, A., & Timm-Bottos, J. (2021). Role of Social Media in Coping with COVID-19 Stress: Searching for Intergenerational Perspectives. En G. Meiselwitz (Ed.), *Social Computing and Social Media: Applications in Marketing, Learning, and Health* (pp. 373-392). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77685-5_28
- [8] Köttl, H., Gallistl, V., Rohner, R., & Ayalon, L. (2021). “But at the age of 85? Forget it!”: Internalized ageism, a barrier to technology use. *Journal of Aging Studies*, 59, 100971. <https://doi.org/10.1016/j.jaging.2021.100971>

- [9] Yuan, Y., & Yarosh, S. (2019). Beyond Tutoring: Opportunities for Intergenerational Mentorship at a Community Level. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-14. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300679>
- [10] Syeda, M. Z., & Kwon, Y.-M. (2017). Photo Alive! Application and method for intergenerational social communication. *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT*, 326-332. <https://doi.org/10.23919/ICACT.2017.7890108>
- [11] Zhang, A., Wroblewski, K. E., Imbery, T. E., McClintock, M. K., Hawkey, L. C., & Pinto, J. M. (2023). Can Digital Communication Protect Against Depression for Older Adults With Hearing and Vision Impairment During COVID-19? *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 78(4), 629-638. Scopus. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbac193>
- [12] Fuchsberger, V., Murer, M., Wilfinger, D., & Tscheligi, M. (2011). Attributes of successful intergenerational online activities. *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, 1-8. <https://doi.org/10.1145/2071423.2071486>
- [13] Diseño de Experiencias de Juego Pervasivas Usando Asistentes Virtuales para Promover el Envejecimiento Activo en Personas Mayores dentro del Entorno del Hogar Digital (RTI2018-096986-B-C32), 2018-2021, Ministerio de ciencia, Innovación y Universidades, programa estatal de I+D+i orientada a los retos de la sociedad.
- [14] Llobet, M. D., Cairol, M. T., Iranzo, R. M. G., & Cerezo, E. (2021). Intergenerational computer interaction in a co-creation application. *Proceedings of the XXI International Conference on Human Computer Interaction*, 1-5. <https://doi.org/10.1145/3471391.3471427>
- [15] Braun, M. T. (2013). Obstacles to social networking website use among older adults. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 673-680. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.12.004>
- [16] Tam, W. W. S., Poon, S. N., Mahendran, R., Kua, E. H., & Wu, X. V. (2021). Impacts of COVID-19 and partial lockdown on family functioning, intergenerational communication and associated psychosocial factors among young adults in Singapore. *BMC Psychiatry*, 21(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s12888-021-03599-z>
- [17] Hilde, L., Daelemans, W., & Vandekerckhove, R. (2021). Interlocutors' Age Impacts Teenagers' Online Writing Style: Accommodation in Intra- and Intergenerational Online Conversations. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4. Scopus. <https://doi.org/10.3389/fraci.2021.738278>
- [18] Liu, Y., & He, J. (2021). «Why Are You Running Away From Social Media?» Analysis of the Factors Influencing Social Media Fatigue: An Empirical Data Study Based on Chinese Youth. *Frontiers in Psychology*, 12, 674641. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.674641>
- [19] Lam, S. S. K. (2013). ICT's impact on family solidarity and upward mobility in translocal China. *Asian Journal of Communication*, 23(3), 322-340. Scopus. <https://doi.org/10.1080/01292986.2012.739186>
- [20] Demirsu, I. (2022). Watching them grow: Intergenerational video-calling among transnational families in the age of smartphones. *Global Networks*, 22(1), 119-133. Scopus. <https://doi.org/10.1111/glob.12334>
- [21] Gong, W., Guo, Q., & Jiang, C. L. (2021). Conversation breeds compliance: The role of intergenerational communication in promoting preventive behaviors against COVID-19 among middle-aged parents in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19). Scopus. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910198>
- [22] Khoo, E. T., Cheok, A. D., Liu, W., Hu, X., Marini, P., Saksen, V., Jiang, J., & Duh, H. B.-L. (2011). Confucius Computer: Bridging intergenerational communication through illogical and cultural computing. *Virtual Reality*, 15(4), 249-265. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10055-009-0146-x>
- [23] Syeda, M. Z., Park, M., Kim, Y., & Kwon, Y.-M. (2019). Tangible Social Content Service System: Making Digital Technology Easier to Use by Elderly and Its Usability Evaluation. En L. Barolli, N. Javaid, M. Ikeda, & M. Takizawa (Eds.), *Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems* (pp. 873-883). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93659-8_80
- [24] Syeda, M. Z., Park, M., & Kwon, Y.-M. (2018). Photo Alive!: Elderly Oriented Social Communication Service. En L. Barolli & O. Terzo (Eds.), *Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems* (pp. 805-816). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61566-0_76
- [25] Syeda, M. Z., & Kwon, Y.-M. (2017). Photo Alive! Application and method for intergenerational social communication. *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT*, 326-332. <https://doi.org/10.23919/ICACT.2017.7890108>
- [26] Gutierrez, F. J., Ochoa, S. F., & Vassileva, J. (2017). Mediating intergenerational family communication with computer-supported domestic technology. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10391 LNCS, 132-147. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63874-4_11
- [27] Muñoz, D., Cornejo, R., Gutierrez, F. J., Favela, J., Ochoa, S. F., & Tentori, M. (2015). A social cloud-based tool to deal with time and media mismatch of intergenerational family communication. *Future Generation Computer Systems*, 53, 140-151. <https://doi.org/10.1016/j.future.2014.07.003>
- [28] Tsai, T.-H., Chang, H.-T., & Ho, Y.-L. (2016). Perceptions of a specific family communication application among grandparents and grandchildren: An extension of the technology acceptance model. *PLoS ONE*, 11(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156680>
- [29] Hunicke, R., Leblanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. *WS-04-04*, 1-5. Scopus.
- [30] Llobet, M.D. (2022) Utilización de técnicas de Interacción Persona - Ordenador orientadas a la salud emocional de colectivos minoritarios. Tesis Doctoral, Universidad de Lleida 93 - 94 <http://hdl.handle.net/10803/687374>
- [31] Nef, T., Ganea, R. L., Müri, R. M., & Mosimann, U. P. (2013). Social networking sites and older users – a systematic review. *International Psychogeriatrics*, 25(7), 1041-1053. <https://doi.org/10.1017/S1041610213000355>
- [32] Han, D., Braun, K. L., Han, D., & Braun, K. L. (1d. C., enero 1). Promoting Active Ageing through Technology Training in Korea (promoting-active-ageing-through-technology) [Chapter] IGI Global. Doi=10.4018/978-1-61520-825-8.Ch010; <https://www.igi-global.com/gateway/chapter/46732>
- [33] Gantumur, Z., Baez, M., Ullamnemekh, N.-E., Ibarra, F., Myagmarjav, S., & Casati, F. (2020). Effects of Sharing Old Pictures With Grandchildren on Intergenerational Relationships: Protocol for a Randomized Controlled Trial. *JMIR Research Protocols*, 9(4), e16315. <https://doi.org/10.2196/16315>
- [34] Adams-Price, C. E., Nadorff, D. K., Morse, L. W., Davis, K. T., & Stearns, M. A. (2018). The Creative Benefits Scale: Connecting Generativity to Life Satisfaction. *International Journal of Aging and Human Development*, 86(3), 242-265. Scopus. <https://doi.org/10.1177/0091415017699939>
- [35] Nielsen, J. (1994). Usability inspection methods. 1994-April, 413-414. Scopus. <https://doi.org/10.1145/259963.260531>
- [36] Granollers, T., Lorés, J., & Cañas, J. J. (2005). Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario. *Editorial UOC*. https://www.editorialuoc.com/disenio-de-sistemas-interactivos-centrados-en-el-usuario_1
- [37] Likert, R., Roslow, S., & Murphy, G. (1934). A Simple and Reliable Method of Scoring the Thurstone Attitude Scales. *Journal of Social Psychology*, 5(2), 228-238. Scopus. <https://doi.org/10.1080/00224545.1934.9919450>

Explainable activity recognition for the elderly

F. Xavier Gaya-Morey
francesc-xavier.gaya@uib.es
Universitat de les Illes Balears
Group of Computer Graphics,
Computer Vision and AI
Maths and Computer Science
Department
Palma, Illes Balears, Spain

Cristina Manresa-Yee
cristina.manresa@uib.es
Universitat de les Illes Balears
Group of Computer Graphics,
Computer Vision and AI
Maths and Computer Science
Department
Palma, Illes Balears, Spain

Jose M. Buades-Rubio
josemaria.buades@uib.es
Universitat de les Illes Balears
Group of Computer Graphics,
Computer Vision and AI
Maths and Computer Science
Department
Palma, Illes Balears, Spain

ABSTRACT

In this work, we present the recognition of daily activities of elderly people at their home environment, as a way to help this collective preserve their autonomy. To do so, we have taken three different neural networks with near state-of-the-art performance for human activity recognition and trained them on a big dataset of elderly people activities at home environments: ETRI-Activity3D. Then, we have explained the results adapting LIME to work with video input, to further validate the models and to help future users understand the models' predictions. In addition, we have separated the explanations in space and time as a way of reducing the required computation time. Our main objective is that through the deployment of our work on a real environment, abnormal (such as repetitions or omissions) or alarming (like falls) activities can be discovered and help elderly people accordingly.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → HCI design and evaluation methods; • **Computing methodologies** → Activity recognition and understanding.

KEYWORDS

Human Activity Recognition, Explainable Artificial Intelligence, Ambient Assisted Living, Human-Computer Interaction

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Managing daily living activities for people with acquired brain injury using the DailyCare application

Lourdes Moreno †
Computer Science and
Engineering Department
Universidad Carlos III de Madrid
Madrid Spain
lmoreno@inf.uc3m.es

Paloma Martínez
Computer Science and
Engineering Department
Universidad Carlos III de Madrid
Madrid Spain
pmf@inf.uc3m.es

ABSTRACT

Daily activities give meaning to our lives and reinforce us as unique people with dignity and personal autonomy. In the case of people with Acquired Brain Injury (ABI), this performance of daily tasks is essential. It is crucial to avoid wandering behaviors that produce low self-esteem by not feeling fulfilled. In order to prevent this situation, the DailyCare system has been designed, which comprises a smartphone application and a virtual agent (chatbot) that assists people with ABI and their caregivers in structuring their time by carrying out daily tasks. With the use of this system, the objective is that people with ABI have a feeling of usefulness and dignity. In addition, for family members and caregivers, the DailyCare system is a helpful tool for managing the daily living activities of the people with ABI they care for. A qualitative exploratory study with seven ABI users has been conducted to assess the acceptance and suitability of the system. The results indicate that the application seems easy to use and is helpful to caregivers. However, most of the participants with ABI being in a stage of the initial disease, are going through a process of acceptance of the disease and some of them have a behavior of rejection of everything that is related to the disease including using this application.

CCS CONCEPTS

Human-centered computing • Human computer interaction (HCI) • HCI design and evaluation methods • User studies; Applied computing • Life and medical sciences • Health care information systems

KEYWORDS

Acquired brain injury, dementia, Parkinson, Alzheimer, family caregivers, mHealth application, evaluation.

ACM Reference format:

Lourdes Moreno and Paloma Martínez. 2023. Managing daily living activities for people with acquired brain injury using the DailyCare application. In *Proceedings of Interacción'23*. ACM, New York, NY, USA, 8 pages. <https://doi.org/xxxxxx/xxxxxxxxxx>

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Evaluation of Interactive Systems

Is It Worth the Hassle? Moving from One-directional to Multi-directional on Fitts' law evaluation

Maria Francesca Roig-Maimó*[†]
xisca.roig@uib.es
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, Spain

Ramon Mas-Sansó*
ramon.mas@uib.es
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, Spain

ABSTRACT

Based on the ISO 9241-411 standard to evaluate the efficiency and effectiveness of a pointing device, this article analyses the importance in the choice of either the one-directional point-select test or the multi-directional tapping test proposed for such a purpose. Traditionally, the multi-directional test is the chosen *de facto* to evaluate non one-directional pointing-devices such as mice, joysticks, trackballs or touchpads. However, the multi-directional test takes longer to complete, and the participants perceive it as more difficult. We conducted a user study to analyze the effect on throughput of using each of the tests while evaluating a mouse and a touchpad. The results show that while the multi-directional test takes longer and its error rate is lower, there is no significant difference on throughput. Our findings suggest that the one-directional test should not always be discarded *de facto* in front of the multi-directional test when evaluating the throughput of a pointing device.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing → HCI design and evaluation methods.

KEYWORDS

Fitts' law, ISO 9241-411, one-directional point-select test, multi-directional target-select test, mouse, touchpad

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Design and development of the LATILL platform for retrieving adequate texts to foster reading skills in German

Andrea Vázquez-Ingemo[†]
GRIAL Research Group, Research
Institute for Educational Sciences,
Universidad de Salamanca
(<https://ror.org/02f40zc51>),
Salamanca, Spain
andrea.vazquez@usal.es

Alicia García-Holgado
GRIAL Research Group, Research
Institute for Educational Sciences,
Universidad de Salamanca
(<https://ror.org/02f40zc51>),
Salamanca, Spain
aliciagh@usal.es

Roberto Therón
GRIAL Research Group, Research
Institute for Educational Sciences,
Universidad de Salamanca
(<https://ror.org/02f40zc51>),
Salamanca, Spain
theron@usal.es

Nastaran Shoeibi[†]
GRIAL Research Group,
Research Institute for Educational Sciences,
Universidad de Salamanca (<https://ror.org/02f40zc51>),
Salamanca, Spain
nastaran@usal.es

Francisco José García-Peñalvo
GRIAL Research Group,
Research Institute for Educational Sciences,
Universidad de Salamanca (<https://ror.org/02f40zc51>),
Salamanca, Spain
fgarcia@usal.es

ABSTRACT

Reading and comprehending information in different languages is becoming increasingly important in our interconnected world. However, teaching such abilities can be challenging, and pre-packaged materials found in textbooks and readers may not always meet the needs of individual learners. To address this, the LATILL project aims to enhance the reading competencies of young Europeans by providing foreign language teachers with digital tools that enable them to select level-appropriate and engaging texts for their students.

The project proposes a platform to ease the search and analysis of German literature based on specific topics and CEFR levels, along with additional tools and materials for working with authentic texts. The platform's features include generative AI in creating new elements (translations, simplifications, and generated images) and the development of text bundles, making it easier for teachers to find, share, and use appropriate materials. The initial user evaluations of the platform's prototype are promising, with the pilot users finding their features helpful and innovative.

CCS CONCEPTS

•Human-centered computing~Human computer interaction (HCI)~HCI design and evaluation methods~Usability testing
Applied computing~Education~Interactive learning environments
• Human-centered computing~Human computer interaction (HCI)~Interaction paradigms~Web-based interaction
•Software and its engineering~Software creation and management~Software development techniques~Software prototyping • Computing methodologies~Artificial intelligence~Natural language processing

KEYWORDS

•Artificial Intelligence, AI, reading skills, language learning, German, user testing.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Evaluación del impacto del género en los cuestionarios de usabilidad ASQ y ER aplicados a prototipos móviles

Cristina Cachero^{*}
ccc@ua.es

Universidad de Alicante
Alicante, C. Valenciana, España

RESUMEN

Durante los últimos 20 años, las expectativas en cuanto a UX (experiencia de usuario) han aumentado significativamente. Para satisfacer estas expectativas, los desarrolladores deben ser competentes en el manejo riguroso de distintas técnicas y artefactos de evaluación de UX. Los cuestionarios de usabilidad son uno de esos artefactos, y permiten medir diferentes tipos de percepciones subjetivas del usuario. Estos cuestionarios pueden ser sensibles a varios factores, como el género o el objeto que se evalúa, e ignorarlos puede generar suposiciones sesgadas. Desafortunadamente, se carece de suficientes datos empíricos para establecer las circunstancias en las que ocurren estos sesgos, sobre todo en el caso de cuestionarios estandarizados de tarea. En este trabajo, usamos dos de estos cuestionarios (ASQ y ER) en 20 estudios de usabilidad formativos que involucraron prototipos móviles avanzados e igual número de participantes masculinos y femeninos. El diseño del estudio fue consistente en los 20 estudios. Sobre los datos recopilados se aplicaron sendos metaanálisis. Los resultados indican que, en el contexto estudiado, ninguno de los cuestionarios se ve afectado significativamente por el género.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing → Usability testing.

KEYWORDS

usability questionnaires, observational study, meta-analysis

ACM Reference Format:

Cristina Cachero. 2023. Evaluación del impacto del género en los cuestionarios de usabilidad ASQ y ER aplicados a prototipos móviles. In *Proceedings of ACM Conference (Conference'17)*. ACM, New York, NY, USA, 8 pages. <https://doi.org/XXXXXXX.XXXXXXX>

1. INTRODUCCIÓN

La usabilidad, definida como 'el grado en que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico' [19], es un componente crítico de la

experiencia de usuario (UX) [13]. La usabilidad objetiva se centra en la eficacia y la eficiencia, e incluye medidas como el tiempo de tarea, la tasa de finalización y la tasa de errores [34, 18], mientras que la usabilidad percibida se centra en la satisfacción, de tarea o global, y generalmente se evalúa mediante cuestionarios estándar.

Los cuestionarios de usabilidad global más populares incluyen la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS) [8], el Cuestionario de Usabilidad del Sistema Informático (CSUQ) [26] y la Métrica de Usabilidad para la Experiencia del Usuario (UMUX) [15]. Sin embargo, estas medidas son propensas al 'efecto pico', lo que significa que las últimas experiencias del usuario (las asociadas con las últimas tareas realizadas) pueden tener una mayor influencia en las calificaciones finales que las experiencias iniciales. Además, estas medidas de usabilidad global no suelen ayudar a identificar qué características y funciones específicas contribuyen más a las calificaciones obtenidas [33]. Para mitigar estos riesgos, las medidas globales se complementan a menudo con medidas de tarea. Estas medidas pueden ser casi continuas, como la Estimación de la Magnitud de Usabilidad (UME) [29] o la Pregunta de Esfuerzo Mental Subjetivo (SMEQ) [41], o estar basadas en escalas Likert, como es el caso del *After Scenario Questionnaire* (ASQ) [27, 38] o el cuestionario de *Expectation-Ratings* (ER) [1].

La investigación que examina cuestionarios estándar existentes [28, 36] revela que varios factores pueden afectar potencialmente la percepción de UX, incluyendo: (a) factores demográficos como el idioma nativo [5], geografía [22], cultura, edad, género y otros factores socioeconómicos [36]; (b) factores individuales como el perfil de personalidad del usuario [23], experiencia en el dominio o experiencia previa con productos similares [5, 30, 31, 7]; (c) atributos del producto, como el tipo de interfaz [3, 24], el estado de desarrollo del producto, el tipo de interfaz o la complejidad del software del producto [25]; y (d) atributos del diseño del estudio, como el contexto del estudio, el diseño inter-sujetos vs. intra-sujetos [28], el efecto del entrevistador, la complejidad de la tarea, el orden de ejecución de la tarea o los instrumentos de medición utilizados. La figura 1 presenta un marco conceptual que incluye todos estos factores.

Sin embargo, la comunidad investigadora coincide en señalar que se necesita más evidencia empírica para alcanzar conclusiones basadas en datos sobre la medida en que los factores indicados pueden afectar las puntuaciones de usabilidad percibida de los diferentes cuestionarios de usabilidad en diversos contextos [28]. En particular, hasta lo que alcanza nuestro conocimiento, no existen datos acerca del impacto del efecto halo [12] en las puntuaciones de los cuestionarios de tarea en el contexto de prototipos avanzados, ni cómo estas puntuaciones pueden variar según el género. Estudiar el

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

Conference'17, July 2017, Washington, DC, USA

© 2023 Association for Computing Machinery.

ACM ISBN 978-x-xxxx-xxxx-x/YY/MM... \$15.00

<https://doi.org/XXXXXXX.XXXXXXX>

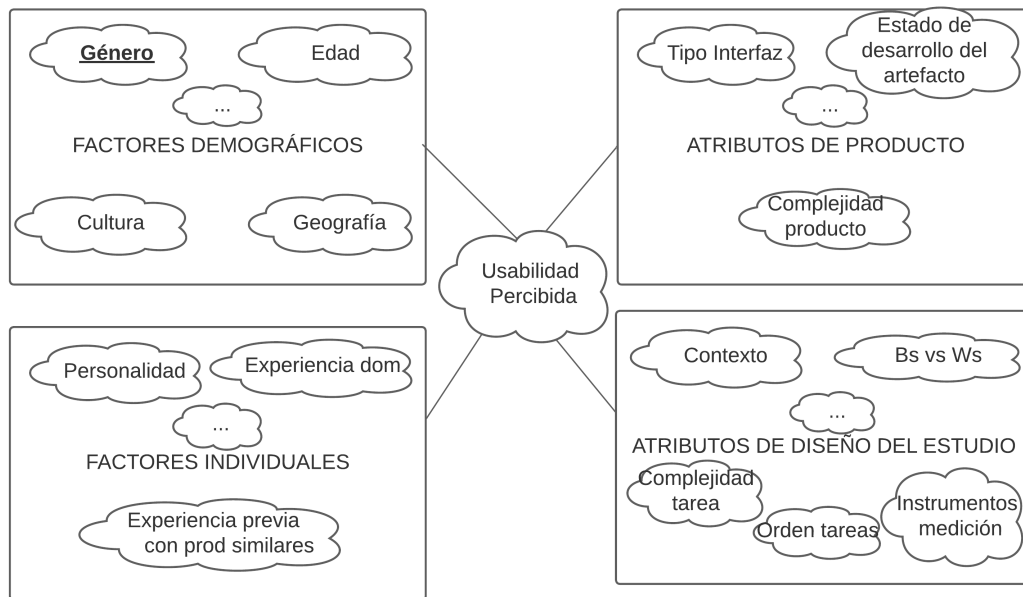


Figura 1: Marco conceptual: principales factores que pueden influir en las puntuaciones de usabilidad percibida

impacto del género en este ámbito es crucial, ya que existen diferencias reconocidas en los patrones cognitivos y de comportamiento de mujeres y hombres que afectan su modo de relacionarse con las aplicaciones [9, 16]. En este trabajo, nuestro objetivo es contribuir a paliar esta situación. El factor de interés en este estudio (Género) se destaca en la figura 1. Para lograr este objetivo, y basándonos en el marco conceptual representado en esta figura, este artículo describe una familia de 20 tests de usabilidad que se realizaron de forma remota y no moderada sobre 20 prototipos avanzados pertenecientes al tipo de aplicación 'red social'. El test incluyó cinco tareas típicas asociadas con este tipo de aplicación, así como dos cuestionarios de usabilidad percibida relacionados con la tarea: ASQ y ER. Para cada estudio se reclutaron catorce participantes distintos, siete hombres y siete mujeres, lo que dio lugar a un total de 280 observaciones. Para agregar los datos de los 20 estudios, se calcularon estadísticas resumidas para las 20 réplicas y las dos condiciones de género. Tras esto, se llevó a cabo un metaanálisis utilizando el modelo más apropiado en cada caso (efectos fijos o aleatorios) y el método de varianza inversa.

Nuestros resultados son de potencial interés tanto para investigadores como para profesionales. Por un lado, este artículo proporciona los datos necesarios para que los investigadores realicen réplicas externas y mejoren la validez de los resultados. Por otro lado, los profesionales involucrados en tests de usabilidad pueden utilizar los resultados para aumentar su confianza en la ausencia de sesgo de género en ciertos contextos cuando utilizan los cuestionarios analizados. Este trabajo también proporciona a los profesionales datos para facilitar interpretaciones más precisas de las puntuaciones obtenidas con estos cuestionarios cuando trabajan con prototipos móviles avanzados.

El documento está estructurado de la siguiente manera: la Sección 2 presenta el trabajo relacionado. La Sección 3 describe el diseño del estudio, incluidas las preguntas de investigación, variables e hipótesis. La Sección 4 explica la ejecución del estudio. Los datos recopilados se analizan en la Sección 5. Los resultados se discuten en la Sección 6. Finalmente, la Sección 7 expone las conclusiones y sugiere algunas líneas de investigación adicionales.

2. TRABAJO RELACIONADO

De los cuatro tipos de factores incluidos en el marco conceptual de la figura 1, en este artículo nos centramos en los aspectos demográficos. El estudio de estos factores y su impacto en la usabilidad percibida es de suma importancia para garantizar la equidad y eliminar el sesgo o la discriminación basada en la raza, el género, la edad, el estatus socioeconómico u otras características demográficas. Los estudios empíricos existentes que se centran en el impacto de los factores demográficos en la usabilidad percibida no han encontrado un efecto del idioma nativo o la geografía en los cuestionarios examinados [28], mientras que la edad y el género siguen siendo controvertidos. En el caso del género, aunque algunos autores no han encontrado diferencias significativas al utilizar cuestionarios como el SUS [25] o UMUX [5], otros sí la han detectado (e.g. SUS [5, 21], CSUQ [5]). La Tabla 1 resume los resultados de una selección de estudios que se centran en el impacto del género en las puntuaciones de cuestionarios estándar de usabilidad y ejemplifica la controversia que rodea a este tema. Cabe señalar que, hasta lo que alcanza nuestro conocimiento, hasta el momento no hay publicados estudios empíricos que hayan realizado este análisis con respecto a cuestionarios de tarea como el ASQ o el ER.

Como se muestra en la Tabla 1, de los diez estudios examinados, cinco encontraron un efecto de género y cinco no lo encontraron.

Cuadro 1: Resumen de estudios relevantes que abordan el impacto del género en las puntuaciones de usabilidad percibida de cuestionarios estándar.

Fuente	Año	Descripción	Resultados
[3]	2008	2.324 encuestas SUS de 206 pruebas de usabilidad recopiladas durante un período de 10 años.	No se detectó un efecto de género.
[39]	2012	Dos estudios. 56 sujetos. Encuesta SUS sobre la usabilidad percibida de los iPhones.	Se observaron diferencias de género en la forma en que cada género personalizó su iPhone, pero no en cuanto a la puntuación global de personalización o la puntuación SUS.
[25]	2013	Más de 1,000 encuestas SUS para 14 productos comunes y cotidianos.	No se detectó un efecto de género.
[24]	2015	4 experimentos, 3,575 usuarios. Usabilidad de 10 aplicaciones seleccionadas en función de su popularidad, junto con 5 aplicaciones de uso frecuente. Cuestionario SUS.	No se detectó un efecto de género.
[5]	2016	UMUX, UMUX Lite, CSUQ y SUS. Dos estudios. 556 sujetos.	Algunos ítems de SUS y CSUQ fueron sensibles al género. Los ítems de UMUX y UMUX-lite no lo fueron.
[23]	2018	268 encuestas SUS. 20 productos diferentes.	Hubo un efecto de género, pero fue mediado por rasgos de personalidad.
[21]	2019	25 médicos de la UCI. Cuestionarios estándar SUS y TAM. Usabilidad de los registros electrónicos de salud.	Se detectó un efecto de género.
[2]	2019	196 observaciones. Cuestionarios VISAWI-S y UEQ. Usabilidad de sitios web dirigidos a mujeres, hombres o neutros.	Solo la escala de atractivo de UEQ mostró un efecto de género significativo para los sitios web cuyo objetivo principal eran las mujeres.
[32]	2020	1,764 encuestas SUS. Evaluación de la usabilidad de Microsoft Teams.	No se detectó un efecto de género.
[40]	2021	2.239 respuestas SUS para evaluar la usabilidad de 9 plataformas educativas. Profesores griegos de educación primaria y secundaria.	No se detectó un efecto de género.

Creemos que la disparidad de resultados puede deberse a los diferentes contextos en los que se llevaron a cabo los estudios. Esta recopilación de estudios ilustra la necesidad de más investigación empírica para aclarar las circunstancias en las que los cuestionarios son susceptibles al efecto de género. La Tabla 1 también ilustra el hecho, anteriormente mencionado, de que la mayoría de los estudios se han centrado en cuestionarios de usabilidad global percibida, en particular el SUS, mientras que los cuestionarios de tarea han sido sistemáticamente ignorados. Nuestra primera hipótesis de trabajo es que, debido a diferencias anteriormente mencionadas en cuanto a patrones cognitivos y de comportamiento entre mujeres y hombres, el género puede explicar un porcentaje de la varianza de las puntuaciones del ASQ y el ER entre mujeres y hombres, al menos en ciertos contextos.

Las características del producto también pueden afectar significativamente las calificaciones de usabilidad percibidas. Una de estas características es el estado de desarrollo del producto que se está probando, es decir, si el test de usabilidad se realiza en una aplicación terminada o en un prototipo avanzado o temprano. Medir la usabilidad lo antes posible es esencial para reducir los costos asociados con el proceso de ciclo de vida de la interacción humano-computadora (HCI) [20]. Nuestra experiencia sugiere que los cuestionarios mencionados anteriormente pueden integrarse sin problemas en tests de usabilidad con prototipos de alta fidelidad. Sin embargo, falta orientación sobre cómo interpretar los resultados de

tales mediciones. Es razonable suponer que las normas existentes, como la Escala de Gradación de Curva Sauro-Lewis (CGS) [35], pueden no ser igualmente válidas para estos prototipos, ya que carecen de ciertas propiedades estéticas que se sabe que influyen en la usabilidad percibida [37] debido al efecto halo [12]. Este efecto sugiere que, si los usuarios no pueden juzgar cierto aspecto de la aplicación, se guiarán por su impresión general del producto. En las interfaces de usuario, este efecto implica que las puntuaciones de usabilidad pueden verse influenciadas por características directamente visibles como el diseño visual. Dado que el diseño visual de los prototipos es menos elaborado que el de los productos finales a los que los usuarios están acostumbrados, nuestra segunda hipótesis de trabajo es que los cuestionarios de usabilidad estándar, cuando se aplican a prototipos, darán como resultado puntuaciones sistemáticamente más bajas de las que se obtendrían si se aplicaran al producto final, especialmente si los usuarios no han interactuado intensamente con el prototipo antes de la evaluación [36].

3. DISEÑO EMPÍRICO

Este estudio fue diseñado como un conjunto de estudios observacionales, un tipo de estudio empírico en el que las variables independientes (en nuestro caso, el género) no son manipuladas sino observadas, a diferencia de lo que ocurre en experimentos o cuasi-experimentos. El investigador utiliza estas observaciones como base para sacar algunas conclusiones [6].

El propósito de este conjunto de estudios fue evaluar el impacto del género en las calificaciones de dos cuestionarios de usabilidad percibida relacionados con tareas individuales: ASQ y ER. La pregunta de investigación (RQ) abordada en este conjunto de estudios se diseñó para ser respondida utilizando datos cuantitativos y es la siguiente:

- RQ1: ¿Existen diferencias significativas entre las calificaciones de usabilidad de tarea percibida (ASQ, ER) de hombres y mujeres cuando la evaluación de usabilidad se realiza en prototipos móviles avanzados?

3.1. Diseño del estudio empírico

La ejecución del estudio se planificó durante el mes de mayo del 2022. Participaron 20 equipos de usabilidad (58 evaluadores, todos estudiantes de último semestre del grado de Ingeniería Informática). Cada equipo evaluó un prototipo móvil avanzado distinto. Los requisitos previos de la aplicación incluyeron el dominio (red social), los tipos de tareas y el proceso de reclutamiento. Los tipos de tareas se basaron en un análisis de tareas del dominio de la aplicación de redes sociales, que arrojó cinco categorías de tareas que se consideraron más frecuentes y/o importantes en este tipo de aplicación. Estas fueron: (1) búsqueda de información o evento; (2) publicación de información o evento; (3) inscripción en un evento o feed de información; (4) publicación de comentarios sobre información/evento, y (5) interacción entre miembros de la red (mensajes, likes, seguir/dejar de seguir, comentarios, ver perfiles de usuario). Cada prototipo tenía que incluir una tarea de cada tipo. Además, se controló que los temas de las aplicaciones fueran agnósticos en cuanto a género (e.g viajes, salud, educación), debido a experiencias previas de la autora que sugieren que, debido a temas culturales, determinados dominios son más sensibles que otros al sesgo de género en las puntuaciones de los cuestionarios.

El primer paso de los equipos fue realizar un Análisis Centrado en el Usuario (UCA) de sus aplicaciones, que fue revisado por los instructores. Este UCA fue la base para definir los prototipos en JustInMind™. Estos prototipos fueron revisados por un instructor con amplia experiencia industrial en el desarrollo de aplicaciones móviles para asegurar que los artefactos tuvieran un nivel de calidad que pudiera compararse con el de los artefactos dados a los desarrolladores de la industria. Tras el diseño de los prototipos, los equipos recibieron 20 horas de capacitación en evaluación de usabilidad. Con este conocimiento, los equipos de usabilidad definieron los tests de usabilidad en Loop11™, que fueron nuevamente revisados por los instructores para garantizar niveles adecuados de calidad (incluido el uso correcto de los dos cuestionarios estándar objeto de este estudio). Para la ejecución del test, se reclutaron mediante muestreo por conveniencia 7 mujeres y 7 hombres [14] con edades superiores a los 25 años. Finalmente, los equipos de usabilidad -los mismos que habían desarrollado el prototipo- se encargaron de ejecutar los tests de usabilidad remotos cuyos datos son la base de este estudio. Cada sujeto reclutado participó en un solo test de usabilidad. No se premió de ninguna manera ni a evaluadores (que tenían que realizar la tarea como parte de la superación de una asignatura) ni a participantes. El proceso completo puede ser visto en la Figura 2.

Los 20 estudios incluidos se pueden considerar como repeticiones externas de objeto, es decir, repeticiones en las que investigadores independientes realizan cada replicación (externas), y los objetos experimentales se cambian de replicación a replicación (repeticiones con diferentes prototipos, todos pertenecientes al mismo tipo de aplicación). El propósito de esta diferenciación fue aumentar la validez externa y verificar si el efecto del género era consistente para todos los objetos experimentales. La operacionalización y el protocolo fueron los mismos para toda la familia de estudios. Todos los resultados fueron analizados por el mismo investigador.

3.1.1. *Variables e Instrumentos de Medición.* Para llevar a cabo cada estudio en la familia, se definió una variable independiente (VI) y dos variables dependientes (VD):

- Género (VI): valor categórico, inter-sujeto, con tres posibles valores: masculino, femenino o no binario. Dado que todos los sujetos se clasificaron a sí mismos como masculinos o femeninos, el conjunto final de posibles valores se redujo a estos dos valores.
- ASQ_M (VD1): Medida de tipo ratio. Inter-sujeto. El cuestionario ASQ [27] consta de tres ítems tipo Likert de 10 puntos (Tiempo, Facilidad y Ayuda). Se puede considerar como una medida de razón cuyo rango es [0..27]. Dado que este cuestionario debe ser respondido para cada tarea y todas las pruebas de usabilidad consistieron en cinco tareas, en este estudio se utilizó su puntuación media para evaluar las diferencias de género de la siguiente manera:

$$ASQ_M = \frac{\sum_{i=1}^5 Time_i + Ease_i + Help_i}{5} \quad (1)$$

- ER_S (VD2): Medida de tipo ratio. Inter-sujeto. El cuestionario de Evaluación de Expectativas [1] consta de dos ítems Likert de 7 puntos (Expectativas y Experiencia) cuyas puntuaciones se deben restar para obtener la diferencia entre la experiencia del usuario y la expectativa del usuario para cada tarea. Por tanto su rango es [-6,6]. Para este trabajo se calculó la Evaluación Agregada de Expectativas para las cinco tareas incluidas en el test de usuario como la suma de las diferencias de las cinco tareas, dando lugar a una medida con rango [-30,30] calculada de la siguiente forma:

$$ER_S = \sum_{i=1}^5 Experiencia_i - Expectativas_i \quad (2)$$

3.1.2. *Hipótesis.* En base la revisión de literatura presentada en la Sección 2 y las preguntas de investigación y variables descritas en la sección anterior, se definieron las hipótesis alternativas de la siguiente manera:

- $H1_A$: La puntuación promedio ASQ relacionada con la tarea (ASQ_M) es significativamente diferente para mujeres y hombres.
- $H2_A$: La puntuación agregada ER relacionada con la tarea (ER_S) es significativamente diferente para mujeres y hombres.

Las hipótesis nulas correspondientes simplemente afirman que no hay diferencias significativas de género entre las condiciones que se están comparando.

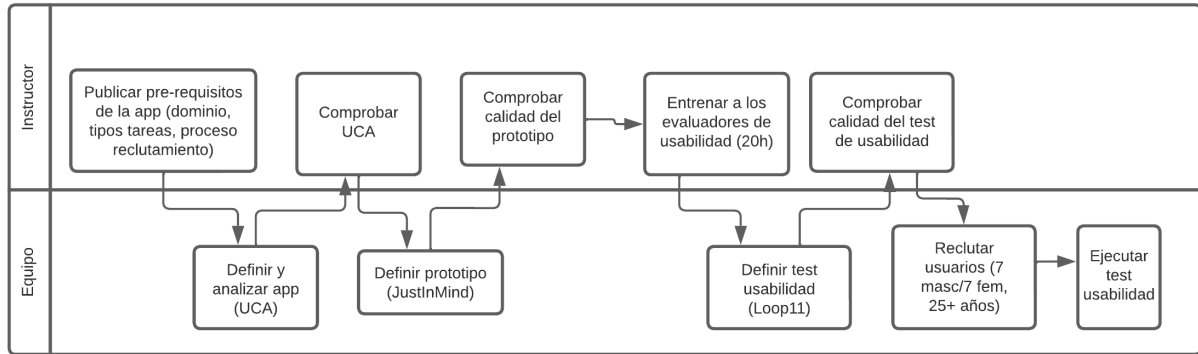


Figura 2: Proceso de diseño de los veinte estudios de usabilidad.

4. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

La realización de los 20 estudios observacionales se llevó a cabo, tal y como estaba previsto, durante el mes de mayo de 2022. Todos los equipos de usabilidad utilizaron las herramientas seleccionadas (JustInMind™ y Loop11™) para crear y lanzar un estudio de usabilidad remoto y no moderado (asíncrono) de estos prototipos [4].

Todos los tests tuvieron la misma estructura lineal: formulario de consentimientos informado, datos demográficos, y cinco tareas. La estructura de cada tarea fue pregunta de expectativa, escenario de tarea, pregunta de experiencia y ASQ.

El tiempo medio necesario para completar la prueba fue de 14 minutos.

5. ANÁLISIS DE DATOS

La edad media de los participantes en los 20 estudios fue de 44.09 años. Su interés medio en el dominio de las redes sociales fue de 5.71 sobre 7, mientras que su experiencia con redes sociales fue de 4 sobre 7. Su nivel medio de interés en la aplicación específica que se estaba evaluando fue de 4.4 sobre 7. Los participantes indicaron un nivel medio de experiencia con el uso de aplicaciones móviles de 6.2 sobre 7, y un nivel medio de experiencia con aplicaciones móviles similares de 3.11 sobre 7. Se realizó una prueba t de muestras independientes para comparar los valores de los dos grupos de interés (mujeres-hombres) para cada prototipo, con el objetivo de detectar diferencias significativas. Las muestras en todos los estudios fueron homogéneas, sin diferencias significativas en edad, interés o experiencia (usando un umbral $\alpha = 0,05$), excepto en los estudios 8 y 18. Una entrevista con estos equipos reveló que las diferencias no se debieron a ningún sesgo detectable en el proceso de selección de muestra, por lo que se decidió mantener estos estudios en el metaanálisis.

5.1. Metaanálisis

Un metaanálisis es un método estadístico que combina los resultados de dos o más estudios separados [17]. Los metaanálisis no solo aumentan la precisión, sino que también permiten a los investigadores responder preguntas que no fueron abordadas por

los estudios individuales, y pueden ayudar a resolver controversias surgidas por afirmaciones contradictorias. Consisten en dos pasos principales: extracción de datos y análisis de datos.

5.1.1. Extracción de datos. Los datos de cada estudio se extrajeron manualmente del sitio web de Loop11™ por un miembro de cada equipo de evaluadores, y se insertaron en un formulario pretestado de extracción de datos en Excel. Tras esto, la autora del artículo revisó, fusionó y reformateó los datos para el análisis.

5.1.2. Análisis de datos. En un segundo paso, las estadísticas resumidas para cada variable dependiente se ingresaron en la herramienta informática RevMan 5 [10]. Esta herramienta calcula el efecto de género resumido (combinado) como un promedio ponderado de los efectos de género estimados en los estudios individuales. En un principio se asumió homogeneidad clínica y metodológica, ya que las características demográficas de los participantes, los factores y los resultados estudiados, el diseño del estudio (incluido el dominio de aplicación y los tipos de tarea), las herramientas de medición de resultados y el riesgo de sesgo son los mismos para todos los estudios. Por ello, se eligió un modelo de efecto fijo para todas las variables dependientes. Para el procedimiento de metaanálisis se utilizó el método de varianza inversa, una de las versiones más simples y comúnmente utilizadas de metaanálisis [17].

La diferencia de medias (MD) fue la estadística de resumen utilizada para todos los análisis. Los tamaños de muestra y las desviaciones estándar se utilizaron para calcular el peso asignado a cada estudio: se dio un peso relativamente mayor a los estudios con pequeñas desviaciones estándar, ya que se supone que las diferencias en las desviaciones estándar entre los estudios reflejan diferencias en la confiabilidad de las medidas de resultado.

Los resultados de los metaanálisis de las dos variables de interés en este artículo se presentan a continuación.

5.2. Meta-análisis ASQ_M

El análisis de los datos asumiendo un modelo de efectos fijos mostró que la heterogeneidad estadística de los resultados de ASQ_M es alta: $Chi^2 = 74,09, df = 19, p < 0,0001, I^2 = 74\%$. La prueba Chi^2 rechaza la hipótesis nula de que las diferencias observadas en los

resultados son compatibles solo con el azar. Además, la prueba I^2 indica una alta heterogeneidad, identificando el prototipo como una fuente significativa de variabilidad según género. Por lo tanto, se tuvo que revisar el análisis planificado para considerar un modelo de efectos aleatorios. El análisis del efecto general no revela un impacto significativo del género ($Z = 1,35, p = 0,18$). En base a este análisis, se puede concluir que, en el contexto de este estudio, el cuestionario ASQ no está significativamente influenciado por el género, aunque los hombres tienden a obtener puntuaciones ligeramente más altas que las mujeres.

El gráfico de bosque (forest plot) resultante puede ser visto en la Figura 3. Este gráfico muestra las estimaciones de efectos y los intervalos de confianza tanto para los estudios individuales como para los metaanálisis. Las líneas horizontales en el gráfico de bosque corresponden a cada estudio separado que se está analizando y representan el intervalo de confianza del 95 % del resultado del estudio, con cada extremo de la línea representando los límites del intervalo de confianza. Además, el cuadro negro en cada línea representa la estimación puntual del estudio, que es el efecto de género, y también proporciona una indicación del tamaño del estudio por su área: los cuadros más grandes representan estudios con más participantes. Finalmente, el resultado resumido para cada metaanálisis se presenta como un diamante en la parte inferior del gráfico.

5.3. Meta-análisis de ER_S

En cuanto al meta-análisis de ER_S, en la figura 4 se observa que la heterogeneidad estadística de los resultados es baja: $Chi^2 = 14,74, df = 19, p = 0,74, I^2 = 0\%$. Por un lado, la prueba de Chi^2 no rechaza la hipótesis nula de que las diferencias observadas en los resultados son compatibles solo con el azar. Por otro lado, la prueba de I^2 indica una heterogeneidad muy baja. Por lo tanto, el modelo de efectos fijos es adecuado para estos datos. El análisis no muestra un efecto significativo del género ($Z = 0,10, p = 0,92$). Esto sugiere que, en el contexto de este estudio, el cuestionario ER no es significativamente sensible al género, aunque los hombres tienden a obtener puntajes ligeramente más altos que las mujeres.

5.4. Amenazas a la validez del estudio

Según el marco de Cook y Campbell [11], las amenazas a la validez del estudio se pueden categorizar en cuatro grupos: amenazas a la validez interna, externa, de construcción y de conclusión. La selección cuidadosa de instrumentos y el análisis de datos ha paliado las principales amenazas de construcción y conclusión, pero existen amenazas internas y externas que pasamos a detallar.

Las *amenazas a la validez interna* evalúan la causalidad y posibles factores ocultos que puedan explicar resultados alternativos. Los estudios observacionales tienen menor validez interna que los experimentos. Además, el entorno de prueba elegido y el hecho de que los equipos que evaluaron los prototipos fueran los mismos que los crearon pueden haber influido en los resultados. Para mitigar esta última, se dieron instrucciones explícitas de no informar a los sujetos reclutados sobre la autoría del prototipo. Además, se ocultó a los sujetos que estaban siendo comparados con otro grupo y se controlaron las variables demográficas, asegurando que los grupos estuvieran equilibrados. Las *amenazas a la validez externa*

se refieren a la generalización de los resultados, siendo el muestreo por conveniencia, común durante las evaluaciones formativas, y la concentración en un tipo específico de aplicación (redes sociales móviles), las que suponen una mayor amenaza a la generalización de los resultados de este estudio.

A estas amenazas hay que añadir las asociadas a la ejecución de un metaanálisis. Hasta lo que alcanza nuestro conocimiento, no existen estudios publicados por otros autores comparables al nuestro de los que extraer datos que pudieran ser incluidos en nuestro metaanálisis. Para mitigar este riesgo, planificamos un diseño cuidadoso para todos los estudios individuales que garantizara la calidad y la combinabilidad de los estudios. Siempre que los datos no respaldaban la hipótesis inicial de homogeneidad clínica y metodológica, se aplicó un modelo de efectos aleatorios. Sin embargo, el bajo número de observaciones (7 en cada rama de cada estudio), típico de las pruebas formativas, hace que la distribución de las muestras de cada rama de cada estudio no se distribuya normalmente, lo que dificulta la generalizabilidad de los resultados del metaanálisis. Por lo tanto, se requieren estudios individuales más amplios centrados en la variable de género y que utilicen prototipos móviles avanzados como objetos experimentales para aumentar la validez de nuestro resultado.

6. DISCUSIÓN E IMPLICACIONES PRÁCTICAS

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que ni el ASQ ni el ER presentan sensibilidad de género cuando se aplican a prototipos móviles de alta fidelidad en el contexto estudiado, y que el ER se ve menos afectado por la aplicación concreta que se esté testando. Estos resultados tienen dos implicaciones principales para los profesionales. Por un lado, los datos sugieren que, durante las pruebas formativas de usabilidad de aplicaciones móviles, hay contextos en los que el género parece no ser un factor de variabilidad importante, a menos que el dominio de la aplicación no sea agnóstico en cuanto al género. Si futuras réplicas en este y otros contextos corroborasen estos resultados, sería posible simplificar el proceso de evaluación formativa. Sin embargo, la cuestión de qué otras variables pueden explicar los resultados contradictorios en relación con el género y los cuestionarios de usabilidad que se ha visto en otros contextos (véase la sección 2) sigue siendo un tema abierto. Por otra parte, si asumimos que los prototipos avanzados carecen de ciertas propiedades estéticas de las aplicaciones finales que influyen en una menor usabilidad percibida debido al efecto halo [37], la media del ASQ y del ER calculada proporciona una primera aproximación a una medida de referencia para prototipos móviles avanzados, y puede además interpretarse como un límite inferior a las puntuaciones que deberíamos aspirar obtener con dichos cuestionarios cuando se aplican a aplicaciones finales. No obstante, se requieren más estudios para poder determinar qué valores umbral indicarían problemas graves de usabilidad en ambos contextos.

7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Este artículo justifica la necesidad de estudios que investiguen las incoherencias encontradas en la literatura en relación con el impacto del género en las puntuaciones de usabilidad percibida, así como

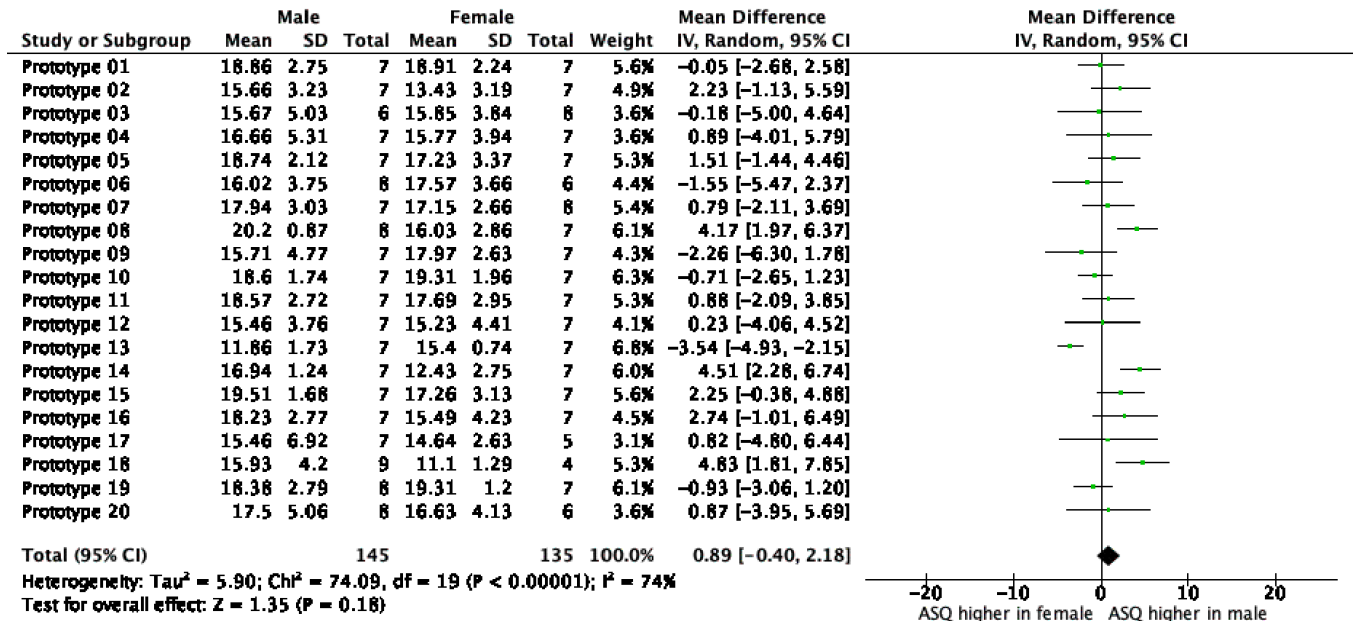


Figura 3: Gráfico de bosque de puntuaciones ASQ_M: efectos aleatorios

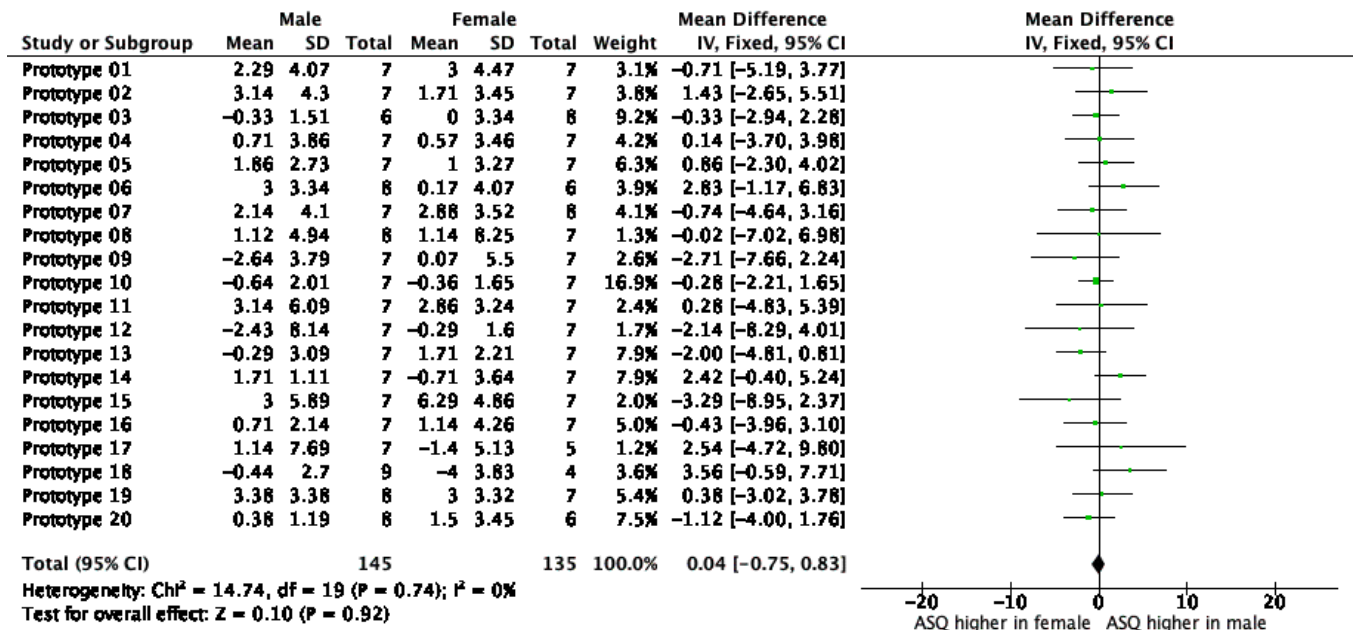


Figura 4: Diagrama de bosque de puntuaciones ER_S: efectos fijos

la medida en que las características del contexto experimental contribuyen a estas diferencias. Concretamente, hasta donde sabemos, ningún estudio metaanalítico previo ha examinado la influencia del género en las puntuaciones de usabilidad de cuestionarios de tarea en el contexto de prototipos móviles avanzados. Este trabajo sugiere que el efecto del género en las aplicaciones móviles dentro

del dominio de las redes sociales y utilizando prototipos avanzados como objetos experimentales puede no ser significativo. Por otra parte, el artículo proporciona una puntuación media para los cuestionarios ASQ y ER que puede utilizarse como referencia para el testeo de otros prototipos avanzados de aplicaciones software en el ámbito de las redes sociales. Todos estos datos son útiles para

que los profesionales puedan realizar recomendaciones basadas en datos sobre cuándo y cómo tener en cuenta la variable de género a la hora de interpretar las puntuaciones obtenidas en los cuestionarios de usabilidad estándar. Queda como trabajo futuro comprobar si efectivamente esas puntuaciones son consistentemente más bajas que las puntuaciones que se obtendrían si estuviésemos testando las aplicaciones finales, lo que estaría en línea con el efecto halo reportado en la literatura.

ACKNOWLEDGMENTS

La autora desea agradecer a todos los alumnos que participaron como evaluadores en este estudio, así como a todos los sujetos que aceptaron amablemente participar en los mismos.

REFERENCIAS

- [1] William Albert y E Dixon. 2003. Is this what you expected? the use of expectation measures in usability testing. En *Proceedings of the Usability Professionals Association 2003 Conference, Scottsdale, AZ*.
- [2] Kristina Aufderhaar, Martin Schrepp y Jorg Thomaschewski. 2019. Do women and men perceive user experience differently? *IJIMAI*, 5, 6, 63-67.
- [3] Aaron Bangor, Philip T Kortum y James T Miller. 2008. An empirical evaluation of the system usability scale. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 24, 6, 574-594.
- [4] JM Christian Bastien. 2010. Usability testing: a review of some methodological and technical aspects of the method. *International journal of medical informatics*, 79, 4, e18-e23.
- [5] Mehmet Ilker Berkman y Dilek Karahoca. 2016. Re-assessing the usability metric for user experience (umux) scale. *Journal of Usability Studies*, 11, 3, 89-109.
- [6] Allan G Bluman. 2012. *Elementary statistics: A step by step approach*. McGraw-Hill.
- [7] Simone Borsci, Stefano Federici, Silvia Bacci, Michela Gnaldi y Francesco Bartolucci. 2015. Assessing user satisfaction in the era of user experience: comparison of the sus, umux, and umux-lite as a function of product experience. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31, 8, 484-495.
- [8] John Brooke. 1996. Sus: a 'quick and dirty' usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189-194.
- [9] Chingching Chang. 2007. The relative effectiveness of comparative and non-comparative advertising: evidence for gender differences in information-processing strategies. *Journal of Advertising*, 36, 1, 21-35.
- [10] Cochrane Core Software. 2020. Review manager (revman). Ver. 5.4.1. (2020). <https://training.cochrane.org/online-learning/core-software-cochrane-reviews/revman/>.
- [11] Thomas D Cook, Donald Thomas Campbell y Arles Day. 1979. *Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings*. Vol. 351. Houghton Mifflin Boston.
- [12] Alan Dick, Dipankar Chakravarti y Gabriel Biehal. 1990. Memory-based inferences during consumer choice. *Journal of consumer research*, 17, 1, 82-93.
- [13] Sarah Diefenbach, Nina Kolb y Marc Hassenzahl. 2014. The 'hedonic' in human-computer interaction: history, contributions, and future research directions. En *Proceedings of the 2014 conference on Designing interactive systems*, 305-314.
- [14] Laura Faulkner. 2003. Beyond the five-user assumption: benefits of increased sample sizes in usability testing. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35, 3, 379-383.
- [15] Kraig Finstad. 2010. The usability metric for user experience. *Interacting with Computers*, 22, 5, 323-327.
- [16] Judy F Graham, Edward J Stendardi, Joan K Myers y Mark J Graham. 2002. Gender differences in investment strategies: an information processing perspective. *International journal of bank marketing*.
- [17] Julian PT Higgins, James Thomas, Jacqueline Chandler, Miranda Cumpston, Tianjing Li, Matthew J Page y Vivian A Welch. 2021. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 6.2*.
- [18] Kasper Hornbæk y Effie Lai-Chong Law. 2007. Meta-analysis of correlations among usability measures. En *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 617-626.
- [19] ISO. 2018. ISO 9241-11:2018 Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: Definitions and concepts. en. Standard ISO 9241-11:2018. International Organization for Standardization, Geneva, CH. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>.
- [20] ISO Central Secretary. 2019. ISO 9241-2010:2019 Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems. en. Standard ISO 9241-210:2019. International Organization for Standardization, Geneva, CH. <https://www.iso.org/standard/77520.html>.
- [21] Saif Khairat, Cameron Coleman, Paige Ottmar, Thomas Bice, Ross Koppel y Shannon S Carson. 2019. Physicians' gender and their use of electronic health records: findings from a mixed-methods usability study. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 26, 12, 1505-1514.
- [22] Philip Kortum y Claudia Ziegler Acemyan. 2019. The impact of geographic location on the subjective assessment of system usability. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35, 2, 123-130.
- [23] Philip Kortum y Frederick L Oswald. 2018. The impact of personality on the subjective assessment of usability. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34, 2, 177-186.
- [24] Philip Kortum y Mary Sorber. 2015. Measuring the usability of mobile applications for phones and tablets. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31, 8, 518-529.
- [25] Philip T Kortum y Aaron Bangor. 2013. Usability ratings for everyday products measured with the system usability scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 29, 2, 67-76.
- [26] James R Lewis. 1995. IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7, 1, 57-78.
- [27] James R Lewis. 1991. Psychometric evaluation of an after-scenario questionnaire for computer usability studies: the asq. *ACM Sigchi Bulletin*, 23, 1, 78-81.
- [28] James R Lewis. 2018. The system usability scale: past, present, and future. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34, 7, 577-590.
- [29] Mick McGee. 2004. Master usability scaling: magnitude estimation and master scaling applied to usability measurement. En *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 335-342.
- [30] Sam McLellan, Andrew Muddimer y S Camille Peres. 2012. The effect of experience on system usability scale ratings. *Journal of usability studies*, 7, 2, 56-67.
- [31] Kelly L Page, Matthew J Robson y Mark D Uncles. 2012. Perceptions of web knowledge and usability: when sex and experience matter. *International Journal of Human-Computer Studies*, 70, 12, 907-919.
- [32] Debajyoti Pal y Vajirasak Vanijja. 2020. Perceived usability evaluation of microsoft teams as an online learning platform during covid-19 using system usability scale and technology acceptance model in india. *Children and youth services review*, 119, 105535.
- [33] Jeff Sauro y Joseph S Dumas. 2009. Comparison of three one-question, post-task usability questionnaires. En *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, 1599-1608.
- [34] Jeff Sauro y James R Lewis. 2009. Correlations among prototypical usability metrics: evidence for the construct of usability. En *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, 1609-1618.
- [35] Jeff Sauro y James R Lewis. 2016. *Quantifying the user experience: Practical statistics for user research*. Morgan Kaufmann.
- [36] M Schrepp. 2021. User experience questionnaires: how to use questionnaires to measure the user experience of your products. *KDP, ISBN-13, 979-8736459766*.
- [37] Andreas Sonderegger y Juergen Sauer. 2010. The influence of design aesthetics in usability testing: effects on user performance and perceived usability. *Applied ergonomics*, 41, 3, 403-410.
- [38] Donna Tedesco y Tom Tullis. 2006. A comparison of methods for eliciting post-task subjective ratings in usability testing. *Usability Professionals Association (UPA)*, 2006, 1-9.
- [39] Chad C Tossell, Philip Kortum, Clayton Shepard, Ahmad Rahmati y Lin Zhong. 2012. An empirical analysis of smartphone personalisation: measurement and user variability. *Behaviour & Information Technology*, 31, 10, 995-1010.
- [40] Prokopia Vlachogianni y Nikolaos Tselios. 2021. Investigating the impact of personality traits on perceived usability evaluation of e-learning platforms. *Interactive Technology and Smart Education*.
- [41] Ferdinand Rudolf Hendrikus Zijlstra. 1995. *Efficiency in work behaviour: A design approach for modern tools*. Tesis doct.

Received 26 abril 2023; accepted 5 june 2023

Social Computing

Introducing Speculative Design, Gender, and AI in Lean UX for HCI Education

Carina S. González González[†]

Department of Computer Engineering and Systems, Women Studies Research Institute
University of La Laguna, La Laguna, Spain
City State Country
cjgonza@ull.edu.es

ABSTRACT

This paper presents a novel approach to HCI education that incorporates speculative design, gender, and artificial intelligence (AI) into the lean UX methodology. We argue that this approach is essential for creating more inclusive and innovative UX solutions that reflect the diversity of users in our increasingly complex world. The paper outlines the theoretical underpinnings of these concepts and how they can be integrated into the lean UX methodology. We explore the use of speculative design to imagine alternative futures and challenge assumptions, the importance of considering gender in UX design, and the potential of AI to enhance the UX design process. We present an innovative experience that exemplifies how these concepts have been applied in practice, including developing a speculative design workshop for students, using gender-inclusive language in UX design, and integrating AI tools into the lean UX process. Finally, we reflect on the potential impact of this approach on the future of HCI education, and how it can contribute to creating more inclusive, equitable, and effective UX designs. We argue that this approach is essential for preparing students to navigate the rapidly evolving UX design landscape and contribute to a more just and sustainable future.

CCS CONCEPTS

• Insert CCS text here • Insert CCS text here • Insert CCS text here

KEYWORDS

HCI education, Speculative design, Gender, Artificial intelligence
Lean UX, UCD

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Learning analytics in the design of interactive multimedia experiences for elementary education: a systematic review

Carlos Alberto Peláez
Faculty of Engineering
Universidad Autónoma de
Occidente
Cali, Colombia
capa@uao.edu.co

Andrés Solano
Faculty of Engineering
Universidad Autónoma de
Occidente
Cali, Colombia
afsolano@uao.edu.co

Jesús Alfonso López
Faculty of Engineering
Universidad Autónoma de
Occidente
Cali, Colombia
jalopez@uao.edu.co

Emma Adriana De la Rosa
Faculty of Humanities and Arts
Universidad Autónoma de
Occidente
Cali, Colombia
eadelarosa@uao.edu.co

Johann Alexis Ospina
Faculty of Engineering
Universidad Autónoma de
Occidente
Cali, Colombia
jaospina@uao.edu.co

Jorge Andrick Parra
Faculty of Engineering
Universidad Autónoma de
Bucaramanga
Bucaramanga, Colombia
japarra@unab.edu.co

Fernando Moreira[†]
REMIT, Universidade Portucalense
IEETA, Universidade de Aveiro
Portugal
fmoreira@uportu.pt

Gabriel M. Ramirez V.
Faculty of Engineering
Universidad de Medellín
Medellín, Colombia
gramirez@udemedellin.edu.co

ABSTRACT

Interactive multimedia experiences are interesting for students because they stimulate several of their senses, provide assorted styles of interaction, and the user can modify the development of the experience thanks to the interactions with it, among other benefits. Moreover, this interaction produces data that can be used to improve the teaching-learning process of students using Learning Analytics techniques. In this sense, this paper presents a review of the state of the art on the impact of Learning Analytics in the development of multimedia technologies and evolution in the design process in the context of elementary education. A systematic literature review methodology has been applied to carry out this research. The results show the need for a well-defined process and a series of specific guidelines to include Learning Analytics in the solutions for this context.

CCS CONCEPTS

Learning Analytics • Multimedia Systems • Interactive
Multimedia Experience

KEYWORDS

Interactive multimedia experience; Learning analytics;
Elementary education.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Definition and Implementation of a Gamification Model for Virtual Teaching Environments

Felipe Costa-Tébar[†]
Albacete Research Institute of
Informatics (I3A)
University of Castilla-La Mancha
felipe.costa@alu.uclm.com

Jose A. Gallud
Universidad de Castilla-La Mancha
Campus Universitario s/n, 027071
Albacete, Spain
jose.gallud@uclm.es

María Dolores Lozano
Universidad de Castilla-La Mancha
Campus Universitario s/n, 027071
Albacete, Spain
maria.lozano@uclm.es

ABSTRACT

Technology-enhanced learning environments are currently one of the research fields where great scientific advances are being made, given the repercussions it has on the teaching-learning processes, especially at an early age. The number of software applications developed for educational environments has been growing in recent years and their use in teaching environments is becoming more and more consolidated. The main objective of this paper is to design a gamification model in order to motivate Preschool and Primary Education students to get them involved in activities and tasks proposed by their teachers. The gamification model has been implemented within a multiuser virtual teaching environment created to support the performance of several activities proposed by teachers. The gamification model has been evaluated with primary school children, getting really positive results.

CCS CONCEPTS

Human-Computer Interaction • Collaborative and Social Computing • Interaction Design

KEYWORDS

Gamification, gamification model, Technology Enhanced Learning, virtual environments.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

User Experience and Usability

Estudio de la Experiencia de Usuario mediante un Sistema de Dashboards de Análisis de Aprendizaje Multimodal

Álvaro Becerra, Roberto Daza, Ruth Cobos, Aythami Morales, Julian Fierrez
Universidad Autónoma de Madrid, España
{alvaro.becerra,roberto.daza,ruth.cobos,aythami.morales,julian.fierrez}@uam.es

RESUMEN

En este artículo, presentamos M2LADS, un sistema que permite la integración y visualización de datos multimodales en forma de *Dashboards* Web. Estos datos provienen de sesiones de experiencia de usuario en un sistema de *Learning Analytics* (LA) llevadas a cabo por estudiantes de MOOCs. Los datos multimodales incluyen señales biométricas y de comportamiento monitorizados por la plataforma edBB, como electroencefalogramas (EEG) de 5 canales, frecuencia cardíaca, atención visual, videos en el espectro visible y NIR, entre otros. Además, se incluyen datos de interacción de los estudiantes con el sistema de LA a través de la herramienta LOGGE. Toda esta información proporciona una comprensión completa de la experiencia del usuario al utilizar el sistema de LA, lo que ha permitido tanto mejorar el sistema LA como la experiencia de aprendizaje de los estudiantes de MOOCs.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Human computer interaction (HCI)**.

KEYWORDS

Biometrics and Behavior, Dashboard, e-Learning, MOOC, Multimodal Learning Analytics, User Experience (UX)

ACM Reference Format:

Álvaro Becerra, Roberto Daza, Ruth Cobos, Aythami Morales, Julian Fierrez. 2023. Estudio de la Experiencia de Usuario mediante un Sistema de Dashboards de Análisis de Aprendizaje Multimodal. In *Proceedings of XXIII International Conference on Human Computer Interaction (Interacción '23)*. ACM, New York, NY, USA, 7 pages. <https://doi.org/XXXXXXX.XXXXXXX>

1. INTRODUCCIÓN

Los *Massive Open Online Courses* (MOOCs) son una valiosa fuente de contenido educativo y son respaldados y reconocidos cada vez más por instituciones oficiales [17].

Según múltiples estudios de investigación, uno de los principales problemas de los MOOCs es la falta de interacción entre estudiantes y profesores, además, los estudiantes admiten tener un sentimiento de soledad, falta de apoyo y falta de retroalimentación por parte

de los profesores [15, 21]. Esto hace que la motivación de los estudiantes disminuya, lo que finalmente lleva a que abandonen el curso [14, 25].

Un amplio número de instituciones españolas ofrecen MOOCs en diversas plataformas. En el caso de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), dichos cursos son ofrecidos a través de la plataforma edX¹. Con el objetivo de minimizar los problemas antes mencionados, en la UAM hemos desarrollado un sistema de *Learning Analytics* (LA) [16, 18, 23] para sus MOOCs con dos objetivos principales.

En primer lugar, un objetivo del sistema desarrollado es proporcionar a los profesores de MOOCs la capacidad de realizar un seguimiento de sus alumnos y así poder intervenir en los procesos de aprendizaje de sus estudiantes. Por esta razón, el sistema se denomina edX-LIMS, que es la abreviatura de “*System for Learning Interventions and Its Monitoring for edX MOOCs*” (“sistema para las intervenciones de aprendizaje y su monitorización en MOOCs en edX”) [2–4, 22]. En segundo lugar, otro objetivo del sistema es proporcionar retroalimentación a los estudiantes de MOOCs para mejorar su motivación, persistencia y participación en el curso en el MOOC. edX-LIMS facilita tanto a profesores como a estudiantes un *Dashboard* Web personalizado donde o bien realizar el seguimiento de sus estudiantes o bien ver su desempeño en los MOOCs en el caso de los estudiantes.

Este sistema de LA se ha utilizado durante aproximadamente tres años en un curso que está dirigido a aquellos interesados en aprender a desarrollar aplicaciones web. Aunque se ha comprobado la gran utilidad de edX-LIMS tanto para estudiantes como profesores del curso, estamos interesados en mejorar las visualizaciones de los *dashboards* [19, 26, 27] que genera, así como simplificar y clarificar la información que ofrece.

La captación de datos multimodales puede ser una excelente manera de obtener información valiosa sobre cómo los estudiantes interactúan con los *Dashboards* y cómo se sienten al hacerlo. Con estos datos, podemos analizar patrones y tendencias que permitan simplificar y mejorar la información que se muestra gracias al Análisis de Aprendizaje Multimodal (MMLA, *Multimodal Learning Analytics*) [9, 10, 24], lo que a su vez podría mejorar la experiencia del usuario y aumentar la eficacia del sistema. Además, puede identificar áreas que se necesitan mejorar y ajustar para ayudar a los estudiantes a obtener el máximo beneficio de la información mostrada en su *Dashboard*.

Por ello, hemos realizado la captura de datos multimodales durante el uso de los *Dashboards* ofrecidos por edX-LIMS por parte de una serie de estudiantes del MOOC. Para la integración de estos datos multimodales hemos desarrollado otro sistema llamado M2LADS, que es un acrónimo de “*Multimodal Learning Analytics*”

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

Interacción '23, Septiembre 4–6, 2023, Lleida, Spain

© 2023 Association for Computing Machinery.

ACM ISBN 978-1-4503-XXXX-X/18/06...\$15.00

<https://doi.org/XXXXXXX.XXXXXXX>

¹<https://www.edx.org/>

Dashboards System” (“sistema para Generar *Dashboards* de Análisis de Aprendizaje Multimodal”). Gracias a los *Dashboards* que genera M2LADS, los profesores del MOOC pueden realizar un análisis exhaustivo para comprender mejor cuando están los estudiantes concentrados mientras navegan por los *Dashboards* ofrecidos por edX-LIMS, y qué contenido capta su atención, entre otras cosas. En resumen, el sistema M2LADS complementa la información disponible en plataformas de *Learning Analytics* como edX-LIMS y permite analizar factores relacionados con el estado cognitivo y emocional de los estudiantes.

La estructura de este artículo es la siguiente: en la sección 2, presentamos en detalle el sistema de LA edX-LIMS. En la sección 3 proporcionamos una descripción detallada del sistema propuesto M2LADS. En la sección 4, presentamos el caso de estudio y los resultados obtenidos de la captación de datos multimodales y el uso del sistema propuesto M2LADS. Finalmente, el artículo concluye con las conclusiones y trabajo futuro.

2. EDX-LIMS

edX-LIMS es un sistema de *Learning Analytics* (LA) cuyo nombre proviene del acrónimo de: “*System for Learning Interventions and Its Monitoring for edX MOOCs*” [2-4, 22]. Este sistema permite a los profesores de MOOCs monitorizar el progreso de sus estudiantes mediante un *Dashboard Web* y llevar a cabo una estrategia de intervención en su aprendizaje. Además, edX-LIMS proporciona a los estudiantes del MOOC una amplia información sobre su interacción en el curso y cómo se espera que siga siendo en el futuro, todo ello reflejado en un *Dashboard Web*.

En el caso de los estudiantes, este sistema LA proporciona a cada uno un *Dashboard* donde pueden ver lo siguiente en las secciones que le componen:

- Progreso (Fig. 1 (a)): edX-LIMS proporciona al usuario información detallada sobre su progreso y desempeño en el curso, a través de gráficas que muestran cómo es su interacción con el mismo. Estas gráficas se generan a partir de una serie de valores (o indicadores) que se calculan a partir de los datos de registro (*logs*) del MOOC. Por ejemplo, el sistema muestra el número de sesiones que el usuario ha tenido en el curso a lo largo del tiempo, así como el número de eventos que ha generado mientras visualizaba vídeos o resolvía ejercicios, entre otros datos relevantes [4].
- Autorregulación (Fig. 1 (b)): edX-LIMS detecta si el estudiante está teniendo algún problema de autorregulación en su proceso de aprendizaje y le informa de ello, ofreciéndole la posibilidad de proporcionar retroalimentación (*feedback*) al profesor sobre la información recibida mediante unos botones de si/no (confirmando o no la información) y un cuadro de texto. Además, el sistema proporciona gráficas donde el estudiante puede ver el tiempo que ha dedicado y el número de veces que ha accedido a las diferentes secciones del curso, vídeos y ejercicios [2].
- Predicción (Fig. 1 (c)): edX-LIMS proporciona información al estudiante sobre su probabilidad de aprobar el curso o si por el contrario se ha detectado que tiene dificultades para seguir el ritmo del curso y por tanto podría abandonarlo. Asimismo,

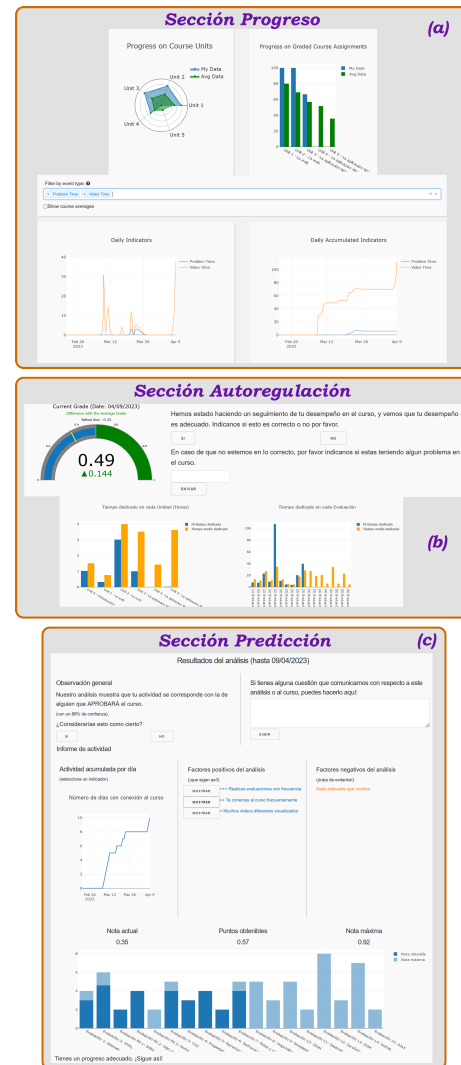


Figura 1: Ejemplos de gráficas mostradas en cada una de las secciones de un *dashboard* de la plataforma edX-LIMS

el sistema le ofrece la oportunidad de proporcionar retroalimentación al profesor sobre esta predicción mediante unos botones de si/no y un cuadro de texto. Además, el sistema muestra la progresión del estudiante en las calificaciones de los ejercicios del curso y le informa de la posible nota que podría llegar a alcanzar [22].

Tanto para la sección de Progreso como para la sección de Autorregulación, edX-LIMS utiliza analítica descriptiva, lo que significa que muestra visualmente lo que el estudiante ha realizado en el curso hasta ese momento a través de diversas gráficas. Además, el sistema le permite comparar sus valores con los de otros estudiantes del curso en la mayoría de estas gráficas, lo que le permite tener una mejor comprensión de su desempeño en relación con sus compañeros.

En la sección de Predicción, el sistema utiliza analítica predictiva y emplea el algoritmo *Random Forest* [1], el cual ha sido entrenado con datos de más de dos años para desarrollar un modelo de predicción altamente preciso. Utilizando este modelo, el sistema puede predecir en tiempo real si un estudiante tiene posibilidades de aprobar el curso y, por lo tanto, obtener un certificado, o si está en riesgo de abandonarlo.

Tanto en la sección de Autorregulación como en la sección de Predicción, el estudiante puede dar *feedback* sobre la información relacionada con la detección del problema y la predicción a través de dos vías: por un lado, puede dar su conformidad o no pulsando en unos botones que ofrece el *Dashboard* para tal efecto, y por otro lado, puede escribir un texto relacionado con esta situación en un cuadro de texto que también ofrece el sistema. Gracias a este servicio, tanto los estudiantes como los profesores se sienten más conectados.

3. M2LADS

Proponemos un sistema web llamado M2LADS (acrónimo de “*System for generating Multimodal Learning Analytics Dashboards*”). Este sistema permite generar *Dashboards* Web enriquecidos con información de comportamiento de los usuarios. Cada *Dashboard* visualiza todos los datos multimodales de un estudiante monitorizado en una sesión de experiencia de usuario (UX, *User eXperience*) [11, 28] en la plataforma edX-LIMS (ver Sección 4 para más detalles).

El sistema se compone de tres módulos siguiendo el modelo Modelo-Vista-Controlador (MVC). Los datos multimodales capturados en la sesión y procesados por el sistema se han denominado Datos por Actividad (DA). Los detalles de los datos multimodales se encuentran en la Sección 3.1.

Los Módulos del sistema M2LADS son (Fig. 3):

- Módulo de Procesamiento de Datos (Controlador): ver Sección 3.2.
- Módulo de Gestión de los Datos por Actividades (Modelo): ver Sección 3.3.
- Módulo de Visualización de los Datos por Actividades (Vista): véase el apartado 3.4.

3.1. Descripción de Datos Multimodales

3.1.1. Datos de edBB. Se ha utilizado la plataforma edBB para monitorizar a los estudiantes durante las actividades de la sesión de experiencia de usuario [8, 12]. Este marco de adquisición multimodal fue diseñado para la monitorización de estudiantes en educación a distancia, capturando información biométrica y de comportamiento. edBB está formado por un conjunto de programas que permiten comunicar y utilizar de forma sincronizada diferentes sensores y adaptar la configuración de adquisición a las circunstancias de monitorización, desde poder usar sensores avanzados (relojes inteligentes o *smartwatches*, cámaras de seguimiento de mirada o *eye-trackers*, etc.), básicos (cámaras web, datos de contexto, etc.) o ambos. En nuestro trabajo, hemos utilizado la siguiente configuración de adquisición y fuentes de información/sensores (ver Fig. 2):

- Vídeo: Datos de vídeo procedentes de 3 cámaras en diferentes posiciones: Cenital, frontal y lateral, utilizando 2 cámaras

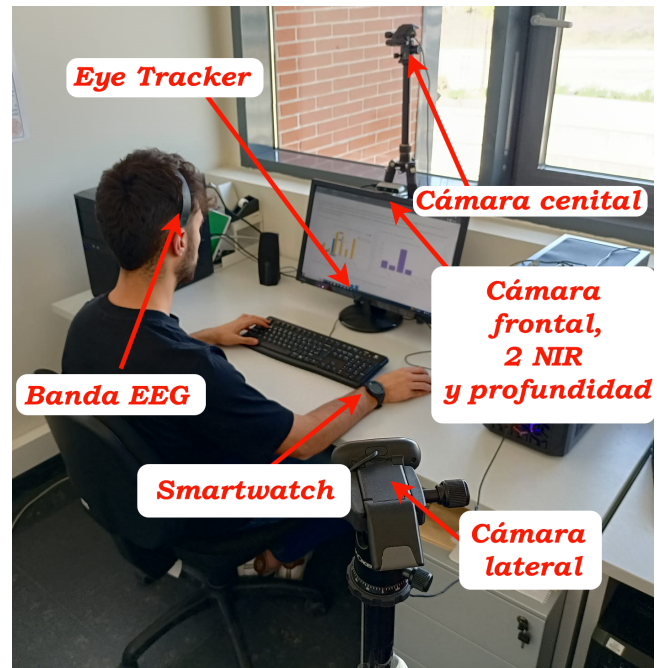


Figura 2: Imagen con los sensores utilizados en una sesión de monitorización con la plataforma edBB [12].

web simples y 1 Intel RealSense que incluye 1 cámaras RGB (espectro visible) y 2 cámaras NIR (*Near Infrared*); además este dispositivo calcula las imágenes de profundidad utilizando las cámaras NIR. Por último, también se captura el vídeo de monitorización de la pantalla.

- Datos del electroencefalograma (EEG): Utilizamos una banda de EEG NeuroSky que obtiene señales 5: δ ($< 4\text{Hz}$), θ (4-8 Hz), α (8-13 Hz), β (13-30 Hz), y γ ($> 30\text{Hz}$) y mediante el preprocesamiento de estos canales de EEG, la banda estima los niveles de atención y de meditación y el momento en que se producen los parpadeos [5–7].
- Ritmo cardíaco: Para obtener la frecuencia cardiaca en tiempo real utilizamos el pulsómetro de un Huawei Watch 2 [13].
- Actividad del ratón y teclado: edBB registra los eventos del teclado y ratón (pulsar/soltar tecla, posición del ratón, etc.) que son un rasgo biométrico de comportamiento de gran valor [20]. Igualmente son utilizados para detectar la actividad del estudiante. Además, también monitorizamos los movimientos que el usuario realiza con el ratón a través de los sensores inerciales del reloj inteligente (acelerómetro, giroscopio, etc.).
- Atención visual: Se utilizó un Tobii Pro Fusion que contiene dos cámaras de seguimiento ocular que estiman los siguientes datos: Origen y punto de la mirada, diámetro de la pupila, calidad de los datos, etc.; permitiéndonos obtener la atención visual.
- Metadatos: Los recogemos de sesiones y PCs como direcciones IP y MAC, SO, apps e historial web.

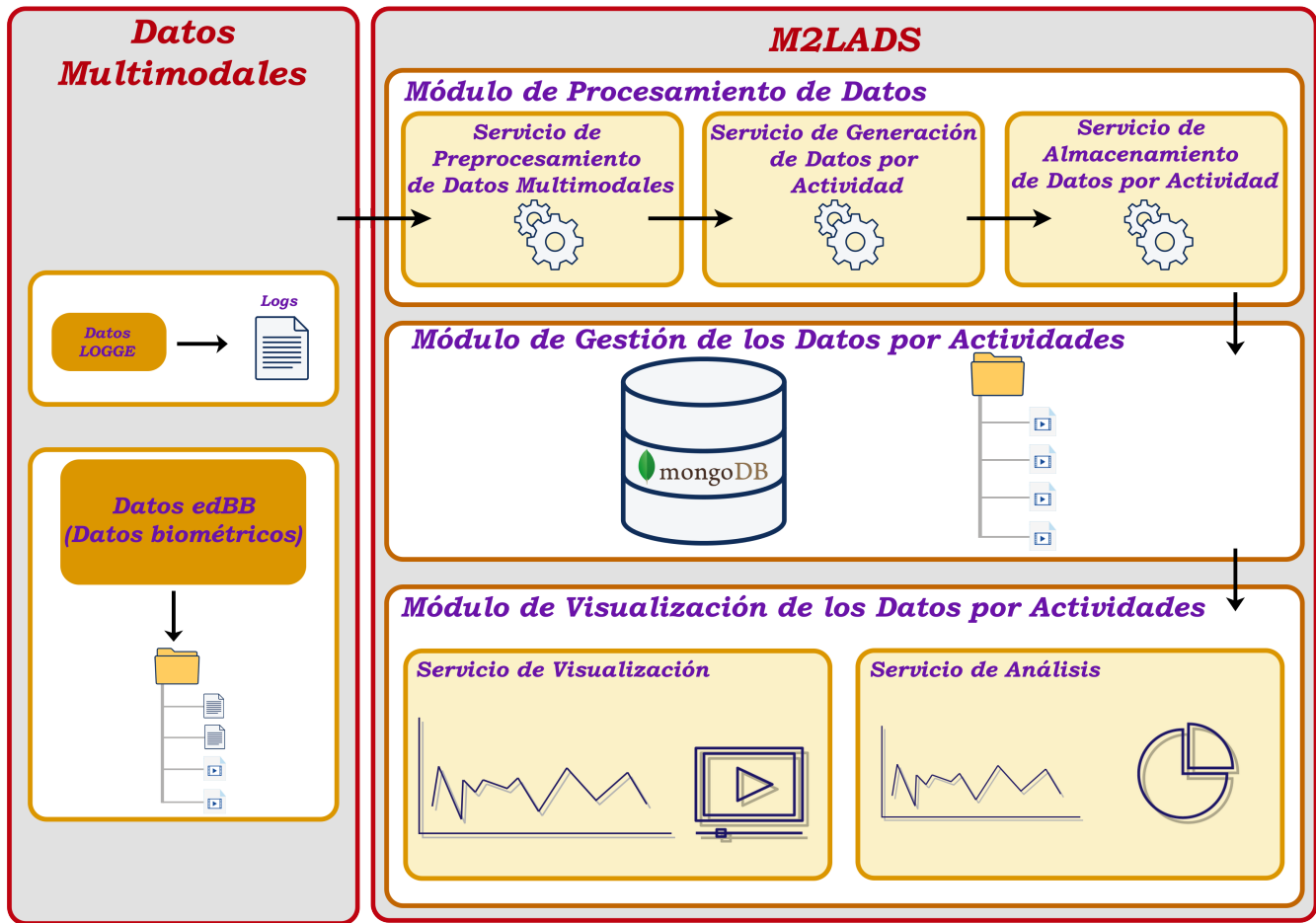


Figura 3: Arquitectura y módulos del sistema M2LADS

3.1.2. *Datos adicionales. Herramienta LOGGE.* El objetivo de esta herramienta es almacenar información adicional relacionada con el estudiante monitorizado (por ejemplo, sexo, mano utilizada con el ratón, problemas cardíacos, grupo, etc.) y registrar las interacciones que realiza delante del ordenador durante la sesión UX.

3.2. Módulo de Procesamiento de Datos

Este módulo permite extraer, limpiar, seleccionar y preprocesar los datos multimodales registrados durante la sesión UX para extraer los Datos por Actividad del estudiante. El módulo se compone de los tres servicios siguientes:

3.2.1. *Servicio de Preprocesamiento de los Datos Multimodales.* Este servicio se encarga de extraer y procesar datos de dos fuentes:

- Datos LOGGE: El archivo de *logs* generado por la herramienta LOGGE, que contiene información relacionada con las actividades o eventos que el estudiante ha realizado y los instantes de tiempo en el que han ocurrido, se preprocesa en una matriz de actividades (Matriz de Actividades) con tres columnas: el identificador de la actividad, el tiempo de inicio y el tiempo de fin de cada actividad.

- Datos edBB: Las señales biológicas y de comportamiento proporcionadas por los dispositivos biométricos se preprocesan de la siguiente manera: para cada variable, como la atención (banda EEG), la frecuencia cardíaca (*smartwatch*) o el diámetro de la pupila (*eye-tracker*), se genera una matriz con estas columnas: instante de tiempo, valor de la variable y ventana de tiempo (la media de los datos más recientes de los últimos 30 segundos). En todas estas matrices, la unidad de tiempo es la misma, y tiempo de inicio y de fin están sincronizados para que los datos de todas las variables empiecen y terminen simultáneamente. Además, se calculan las correlaciones. Para cada vídeo, se extrae el número de *frame* fotogramas y el instante en el que se tomó y se genera una matriz por cada vídeo con esta información en dos columnas.

3.2.2. *Servicio de Generación de Datos por Actividad.* Este servicio cruza los datos biométricos de los estudiantes con la Matriz de Actividades para generar la Matriz del Estudiante (ME). Para ello, cada una de las matrices con los datos de cada una de las variables (atención, frecuencia cardíaca, etc.) se combina con la matriz de actividad

clasificando cada dato en la actividad que estaba realizando el estudiante en ese momento. La ME contiene cuatro columnas: instante de tiempo, valor de la variable, ventana de tiempo e identificador de la actividad.

3.2.3. *Servicio de Almacenamiento de Datos por Actividades.* Este servicio almacena la ME como colecciones de datos en una base de datos MongoDB, y todos los vídeos grabados durante la sesión se organizan como archivos audiovisuales en un conjunto de directorios.

3.3. Módulo de Gestión de Datos por Actividades

Este módulo proporciona conectividad con MongoDB y los directorios con los archivos audiovisuales.

3.4. Módulo de Visualización de Datos por Actividades

En este módulo, el sistema crea una visualización por cada estudiante, es decir, un *Dashboard*, que refleja los datos por actividad del estudiante durante la sesión. Para ello, genera y organiza componentes visuales (gráficos) utilizando el *framework* Dash², basado en Flask³ y React.js⁴. El módulo está compuesto por los siguientes servicios:

3.4.1. *Servicio de Visualización.* Como se muestra en la Fig. 4 (a), este servicio compone el *dashboard* con varios gráficos que muestran las distintas variables biométricas como la atención del estudiante, la frecuencia cardíaca o el diámetro de la pupila. También incluye varios vídeos, como la pantalla capturada durante la sesión, distintos vídeos de las *webcams* y el vídeo de las áreas de fijación del estudiante procedente del *eye-tracker*. Todos estos elementos están sincronizados entre sí.

3.4.2. *Servicio de Análisis.* Como se observa en la Fig. 4 (b) este servicio añade gráficos al *dashboard* que muestran un análisis de los datos anteriores mediante percentiles y un análisis de la existencia o no de correlaciones entre los valores de las señales biométricas.

4. CASO DE ESTUDIO

El sistema presentado en este artículo ha sido probado con estudiantes el MOOC "Introducción al desarrollo de aplicaciones web" disponible en la plataforma edX y ofrecido por la UAM. Los estudiantes han sido monitorizados durante una sesión de UX con su *dashboard* generado por el sistema de LA edX-LIMS (véase sección 2). Estos *dashboards* están compuestos por tres secciones: progreso, autorregulación y predicción. El objetivo es monitorizar un total de 20 estudiantes (10 hombres y 10 mujeres).

Para ello, hemos diseñado la UX siguiendo el esquema que se muestra en la Fig. 5. Al inicio de la sesión, los estudiantes acceden a la sección de *Progreso* para observar su progreso en el curso semana a semana y estudiar los valores de sus indicadores a lo largo del tiempo, con la posibilidad de configurar la gráfica para mostrar más o menos información (indicadores). Después, avanzan a la sección *Autorregulación*, donde leen la información que facilita el sistema



Figura 4: Algunas capturas de un *Dashboard* generado por M2LADS



Figura 5: Esquema de la sesión de la experiencia de usuario

sobre la detección de posibles problemas en su autorregulación del aprendizaje y envían *feedback* sobre dicha situación al profesor. Entonces, exploran las distintas gráficas y comparan su tiempo

²<https://plotly.com/dash/>

³<https://flask.palletsprojects.com/en/2.3.x/>

⁴<https://es.react.dev/>



Figura 6: Comparación del nivel de atención de dos estudiantes

dedicado a cada apartado del curso con la media del resto de los estudiantes. Finalmente, acceden a la sección *Predicción*, donde leen la predicción facilitada por el sistema, envían su *feedback* sobre la misma y exploran las distintas gráficas presentadas.

Todos los datos capturados desde la plataforma edBB son procesados mediante el sistema M2LADS para generar gráficas y vídeos sincronizados, tal y como se muestra en el ejemplo de la Fig. 4. A partir de las monitorizaciones realizadas, hemos extraído de los *dashboards* de M2LADS las gráficas que se presentan en la Fig. 6.

La gráfica superior de la Fig. 6 corresponde a un estudiante (estudiante 1) que ha demostrado un buen desempeño en el MOOC, con una nota cercana al aprobado y con una alta probabilidad de aprobar el curso según la predicción de edX-LIMS. Si el estudiante mantiene su ritmo actual, se espera que termine el curso con éxito. A los estudiantes con perfiles similares a este se les puede categorizar como “estudiantes con probabilidad de éxito”.

Por otro lado, la gráfica inferior de la Fig. 6 corresponde a otro estudiante (estudiante 2) que ha estado realizando el curso durante varios meses, pero no ha interactuado con él en el último mes. edX-LIMS ha pronosticado que existe la posibilidad de que el estudiante abandone el curso. A los estudiantes con perfiles similares a este, se les puede clasificar como “estudiantes con riesgo de abandonar”.

Como se aprecia en la Fig. 6, el estudiante 1 presenta unos niveles de atención superiores al estudiante 2. Además, el estudiante 1 muestra un mayor interés al interactuar con las gráficas del *dashboard*, lo que provoca picos de atención, mientras que el estudiante 2 apenas muestra cambios en su nivel de interés. En particular, el estudiante 1 presta especial atención a las siguientes secciones del *dashboard*:

- Cuando visualiza su progreso por unidad y selecciona rangos de fechas para visualizar estos datos.
- Cuando visualiza sus indicadores del curso y, en concreto, cuando interactúa añadiendo nuevos indicadores.
- Cuando lee la información sobre la posible detección de problema.
- Cuando visualiza el tiempo dedicado en cada vídeo y se compara con otros estudiantes.
- Cuando visualiza sus calificaciones del curso.

Por otro lado, el estudiante 2 solo muestra una atención significativa al leer y escribir su *feedback* sobre la detección de problema.

Tras la sesión de UX, se solicita a los estudiantes que completen una encuesta de satisfacción con el fin de valorar las diversas secciones y gráficas presentes en el *dashboard* creado por edX-LIMS. De acuerdo con el análisis de las respuestas obtenidas, de manera preliminar podemos destacar los siguientes aspectos:

- La mayoría de los estudiantes valoran positivamente el acceso a edX-LIMS para visualizar información sobre su progreso en el curso. También afirman sentirse más orientados y supervisados, lo que reduce su sensación de soledad durante el proceso de aprendizaje.
- Respecto a la influencia del *dashboard* en su motivación, los estudiantes con mayores probabilidades de éxito afirman sentirse motivados por la plataforma. Sin embargo, aquellos con mayor riesgo de abandono no sienten que el *dashboard* les anime a participar más activamente en el curso o a trabajar de manera más constante.
- Sobre las predicciones y su nivel de desempeño, los estudiantes con mayores probabilidades de éxito consideran que el sistema acierta, mientras que aquellos con mayor riesgo de abandono no están tan convencidos.

5. CONCLUSIÓN Y TRABAJO FUTURO

En este artículo, presentamos un sistema web llamado M2LADS (acrónimo de *System for Generating Multimodal Learning Analytics Dashboards*). Este sistema soporta la integración y visualización de datos multimodales en forma de *Dashboards* o cuadros de mando resultantes de la medición y análisis de la experiencia de usuario en plataformas de *Learning Analytics* por parte de estudiantes de un MOOC. Estos datos multimodales son proporcionados por la monitorización soportada por la plataforma edBB que facilita información biométrica y de comportamiento y los datos de la herramienta LOGGE que registra las interacciones de los usuarios con el sistema durante dichas monitorizaciones.

En conclusión, en este trabajo se presenta un laboratorio MMLA completamente equipado que integra M2LADS, la herramienta LOGGE y la plataforma edBB. Hemos utilizado este laboratorio para llevar a cabo pruebas de usuario en el contexto de la interacción de los estudiantes con una herramienta de *Learning Analytics* que proporciona información sobre su progreso y desempeño en un MOOC. Este enfoque ha permitido monitorizar y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, además de brindar valiosos datos para futuras investigaciones en el área de *Learning Analytics*.

El sistema desarrollado permitirá incorporar nuevos parámetros a las plataformas de *Learning Analytics* y avanzar el conocimiento para el uso de herramientas de *Learning Analytics* en el contexto de los MOOCs. Líneas de trabajo futuro incluyen el estudio de la efectividad de estos sistemas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y mejorar la experiencia de usuario en el ámbito educativo.

6. AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por los proyectos: HumanCAIC (TED2021-131787B-I00 MICINN), BIO-PROCTORING (GNOSS Program, Agreement Ministerio de Defensa-UAM-FUAM dated 29-03-2022), IndiGo!

(PID2019-105951RB-I00), SNOLA (RED2022-134284-T) y e-Madrid-CM (S2018/TCS-4307, cofinanciada con Fondos Estructurales Europeos, FSE and FEDER). Roberto Daza ha sido financiado por una beca FPI, MINECO/FEDER.

REFERENCIAS

- [1] Leo Breiman. 2001. Random forests. *Machine Learning* 45, 1 (2001), 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- [2] Ruth Cobos. 2022. The Learning Analytics System that Improves the Teaching-Learning Experience of MOOC Instructors and Students. In *Proceedings of International Conference On Web-Based Learning - ICWL 2022 (LNCS, Vol. 13869)*. Tenerife, Spain, 29–40. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-33023-0_3
- [3] Ruth Cobos and J. C. Ruiz-García. 2021. Improving Learner Engagement in MOOCs using a Learning Intervention System: A Research Study in Engineering Education. *Computer Applications in Engineering Education* 29, 4 (2021), 733–749.
- [4] Ruth Cobos and Juan Soberón. 2020. A Proposal for Monitoring the Intervention Strategy on the Learning of MOOC Learners. In *CEUR Conference Proceedings (LASI-Spain 2020. Learning Analytics Summer Institute Spain 2020: Learning Analytics. Time for Adoption?, Vol. 2671)*. Valladolid, Spain. <http://ceur-ws.org/Vol-2671/paper07.pdf>
- [5] Roberto Daza, Daniel DeAlcala, Aythami Morales, Ruben Tolosana, Ruth Cobos, and Julian Fierrez. 2022. ALEBK: Feasibility Study of Attention Level Estimation Via Blink Detection Applied to e-learning. In *Proc. AAAI Workshop on Artificial Intelligence for Education*.
- [6] Roberto Daza, Luis F Gomez, Aythami Morales, Julian Fierrez, Ruben Tolosana, Ruth Cobos, and Javier Ortega-García. 2023. MATT: Multimodal Attention Level Estimation for e-learning Platforms. In *Proc. AAAI Workshop on Artificial Intelligence for Education*.
- [7] Roberto Daza, Aythami Morales, Julian Fierrez, and Ruben Tolosana. 2020. mE-BAL: A Multimodal Database for Eye Blink Detection and Attention Level Estimation. In *Proc. Intl. Conf. on Multimodal Interaction*. 32–36.
- [8] Roberto Daza, Aythami Morales, Ruben Tolosana, Luis F Gomez, Julian Fierrez, and Javier Ortega-García. 2023. edBB-Demo: Biometrics and Behavior Analysis for Online Educational Platforms. In *Proc. AAAI Conference on Artificial Intelligence (Demonstration)*.
- [9] Michail Giannakos and Mutlu Cukurova. 2023. The role of learning theory in multimodal learning analytics. *British Journal of Educational Technology* 00 (2023), 1–22. <https://doi.org/10.1111/bjet.13320>
- [10] Michail Giannakos, Daniel Spikol, Daniele Di Mitri, Kshitij Sharma, Xavier Ochoa, and Rawad Hammad (Eds.). 2022. *The Multimodal Learning Analytics Handbook*. Springer Nature.
- [11] Marc Hassenzahl and Noam Tractinsky. 2006. User experience - a research agenda. *Behaviour & Information Technology* 25, 2 (2006), 91–97. <https://doi.org/10.1080/01449290500330331>
- [12] Javier Hernandez-Ortega, Roberto Daza, Aythami Morales, Julian Fierrez, and Javier Ortega-García. 2020. edBB: Biometrics and Behavior for Assessing Remote Education. In *Proc. AAAI Workshop on Artificial Intelligence for Education*.
- [13] Javier Hernandez-Ortega, Roberto Daza, Aythami Morales, Julian Fierrez, and Ruben Tolosana. 2020. Heart Rate Estimation from Face Videos for Student Assessment: Experiments on edBB. In *Proc. Annual Computers, Software, and Applications Conference*. 172–177.
- [14] K. S. Hone and G. R. El Said. 2016. Exploring the factors affecting MOOC retention: A survey study. *Computers & Education* 98 (2016), 157–168. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.016>
- [15] Habib Iraj, Amy Fudge, Michael Faulkner, Abelardo Pardo, and Vitomir Kovanović. 2020. Understanding Students' Engagement with Personalised Feedback Messages. In *LAK 2020 Proceedings*. ACM, 438–447. <https://doi.org/10.1145/3375462.3375527>
- [16] Charles Lang, George Siemens, Alyssa Wise, and Dragan Gasevic (Eds.). 2017. *Handbook of Learning Analytics*. SOLAR, Society for Learning Analytics and Research New York.
- [17] Long Ma and Chei Sian Lee. 2019. Investigating The Adoption of MOOCs: A Technology–User–Environment Perspective. *Journal of Computer Assisted Learning* 35, 1 (2019), 89–98.
- [18] Alejandra Martínez Monés, Ioannis Dimitriadis Damoulis, Emiliano Acquila Natile, Ainhoa Álvarez, Manuel Caeiro Rodríguez, Ruth Cobos Pérez, Miguel Ángel Conde González, Francisco José García Peñalvo, Davinia Hernández Leo, Iratxe Menchaca Sierra, et al. 2020. Achievements and Challenges in Learning Analytics in Spain: The View of SNOLA. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 23, 2 (2020), 187.
- [19] Wannisa Matcha, Dragan Gašević, Abelardo Pardo, et al. 2019. A systematic review of empirical studies on learning analytics dashboards: A self-regulated learning perspective. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 13, 2 (2019), 226–245.
- [20] Aythami Morales, Julian Fierrez, Marta Gomez-Barrero, Javier Ortega-García, Roberto Daza, John V Monaco, Jugurta Montalvão, Jânio Canuto, and Anjith George. 2016. KBOC: Keystroke Biometrics Ongoing Competition. In *Proceedings of the tenth international conference on learning analytics & knowledge*. 1–6.
- [21] Abelardo Pardo, Jelena Jovanovic, Shane Dawson, Dragan Gašević, and Negin Mirriahi. 2019. Using learning analytics to scale the provision of personalised feedback. *British Journal of Educational Technology* 50, 1 (2019), 128–138. <https://doi.org/10.1111/bjet.12592>
- [22] Ivan Pascual and Ruth Cobos. 2022. A Proposal for Predicting and Intervening on MOOC Learners' Performance in Real Time. In *CEUR Conference Proceedings (LASI-Spain 2022, Vol. 3238)*, A. Vázquez-Ingelmo, Y. Dimitriadis, A. Martínez-Monés, and F. J. García-Peñalvo (Eds.). Salamanca, Spain, 26–38. <https://ceur-ws.org/Vol-3238/paper4.pdf>
- [23] Cristóbal Romero and Sebastian Ventura. 2020. Educational Data Mining and Learning Analytics: An Updated Survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery* (2020).
- [24] Daniel Spikol, Emanuele Ruffaldi, Giacomo Dabisias, and Mutlu Cukurova. 2018. Supervised machine learning in multimodal learning analytics for estimating success in project-based learning. *Journal of Computer Assisted Learning* 34, 4 (2018), 366–377.
- [25] Paraskevi Topali, Alejandro Ortega-Arranz, Erkan Er, Alejandra Martínez-Monés, Sara L Villagrà-Sobrino, and Yannis Dimitriadis. 2019. Exploring the problems experienced by learners in a MOOC implementing active learning pedagogies. In *International Conference on Learning and Collaboration Technologies (LNCS, Vol. 11475)*. Springer, 81–90. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19875-6_10
- [26] Katrien Verbert, Erik Duval, Joris Klerkx, Sten Govaerts, and José Luis Santos. 2013. Learning analytics dashboard applications. *American Behavioral Scientist* 57, 10 (2013), 1500–1509.
- [27] Katrien Verbert, Sten Govaerts, Erik Duval, Jose Luis Santos, Frans Van Assche, Gonzalo Parra, and Joris Klerkx. 2014. Learning dashboards: an overview and future research opportunities. *Personal and Ubiquitous Computing* 18 (2014), 1499–1514.
- [28] Mohammad Zarour and Mubarak Alharbi. 2017. User Experience Aspects and Dimensions: Systematic Literature Review. *International Journal of Knowledge Engineering* 3, 2 (2017), 87–94. <https://doi.org/10.18178/ijke.2017.3.2.087>

Estudio de la Experiencia de Usuario en el Desarrollo de Videojuegos

Roger Larriba Baudilio
Department of Computer
Engineering and Digital Design
University of Lleida
Lleida, Spain
roglarbau@gmail.com

Toni Granollers
Department of Computer
Engineering and Digital Design
University of Lleida
Lleida, Spain
toni.granollers@udl.cat

Juan E. Garrido
Department of Computer
Engineering and Digital Design
University of Lleida
Lleida, Spain
juanenrique.garrido@udl.cat

ABSTRACT

A lo largo de este artículo se presenta el resultado de la investigación realizada sobre la experiencia de usuario en videojuegos realizada en el contexto de un Trabajo Fin de Grado en la Universidad de Lleida. Resulta clave identificar parámetros de los videojuegos que permitan conocer las necesidades generales que plantean los usuarios. Del mismo modo, es necesario conocer los elementos empleados para cubrir las necesidades detectadas. Es por ello que se ha realizado un análisis que ha permitido obtener ciertos parámetros que han de considerarse como fundamentales en los videojuegos en términos de experiencia de usuario: usabilidad, engage-ability, motivación, emoción, inmersión y compromiso en el juego. Con ellos, se ha trabajado sobre una evaluación heurística concreta, con una base y fundamentación contrastada. El resultado ha sido la obtención de una nueva versión de la misma añadiendo a los principios en los que se basa, preguntas que permiten hacer una evaluación sobre videojuegos. Esta ampliación se convierte en opcional, al poder ser tenida en cuenta sólo cuando el software a analizar sea un videojuego.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → *Usability testing; Heuristic evaluations; Human computer interaction (HCI)*

KEYWORDS

UX Usability Gaming

1 Introducción

Los videojuegos suponen un software fundamental en el mundo

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

Interacción '23, September, 2023, Lleida, España

© 2018 Copyright held by the owner/author(s). 978-1-4503-0000-0/18/06...\$15.00
<https://doi.org/10.1145/1234567890>

actual. En este sentido, el presente trabajo pretende responder a la necesidad de conocer de manera formal cómo es la usabilidad de un videojuego y consecuentemente, saber qué se puede mejorar y por qué. Para ello, el trabajo se ha focalizado en primer lugar en descubrir las necesidades a tener en consideración que se presentan/generan en la interacción entre un videojuego y su usuario. Posteriormente, explorar cómo se aplican ciertos principios de la disciplina de interacción persona-ordenador (IPO) en el videojuego.

Siendo conscientes de que cada videojuego contiene unas necesidades en función de ciertas variables como su género y la audiencia a la que apunta, es necesario definir qué diferencia un videojuego del resto de tipos de software [1, 2]. Un videojuego es un software que es utilizado por parte del usuario con la finalidad de divertirse/disfrutar. Para desarrollar una experiencia de usuario acorde hay que hacer que su experiencia de uso sea lo más atractiva posible. En consecuencia, los dos componentes que se han identificado que juegan un mayor papel en esta son la usabilidad y la engage-ability, las cuales se tratarán en detalle en el artículo junto con otros parámetros considerados como relevantes como son la motivación, emoción, inmersión y compromiso en el juego.

Estos parámetros permitirán saber qué es necesario considerar en un videojuego, desde el punto de vista de la usabilidad. Su conocimiento permitirá, en el caso que ocupa, incorporar el conocimiento adquirido a una herramienta con una base teórica adecuada para evaluar la usabilidad en videojuegos.

Debido a que el objetivo es trabajar sobre la evaluación de la calidad uso de la interfaz de un videojuego, se considera fundamental conocer las actividades de evaluación sobre videojuegos que se realizan y en qué condiciones. Esto supone un importante conocimiento para ser capaces de situar la herramienta finalmente obtenida dentro del contexto real de los videojuegos, desde el punto de vista de su evaluación, y, de este modo, tener el conocimiento de cuál puede ser el alcance de dicha herramienta. Para ello, se ha analizado el framework ofrecido por Rohrer [3] (Figura 1) basado en los siguientes tres ejes:

- **Actitud y Conducta:** sintetizable en “lo que la gente dice respecto a. lo que la gente hace”. La primera se emplea para descubrir qué opinan los usuarios, de qué información son conscientes y cuál están dispuestos a compartir. Por contraparte, la conducta se usa para descubrir cómo responden a acciones y situaciones que el producto o sus cambios presentan a los usuarios.
- **Cualitativo y Cuantitativo:** los dos extremos de este eje se diferencian en el nivel de personalización que tienen los usuarios y hasta qué punto se modelizan las respuestas para obtener datos con o sin investigador. Las metodologías

cualitativas ofrecen un acercamiento más individual, dado que se centran en descubrir el porqué de las respuestas y el proceso en cómo los usuarios han llegado a estas. Las cuantitativas no requieren tanto de la presencia in situ, ya que sus preguntas son medibles para poder extraer patrones/datos numéricos de las respuestas para facilitar el análisis en un mayor número de usuarios.

- **Contexto de Uso:** delimitado por las condiciones en las que el usuario se encuentra en el momento de realizar la prueba y con qué parte del producto interactúa.

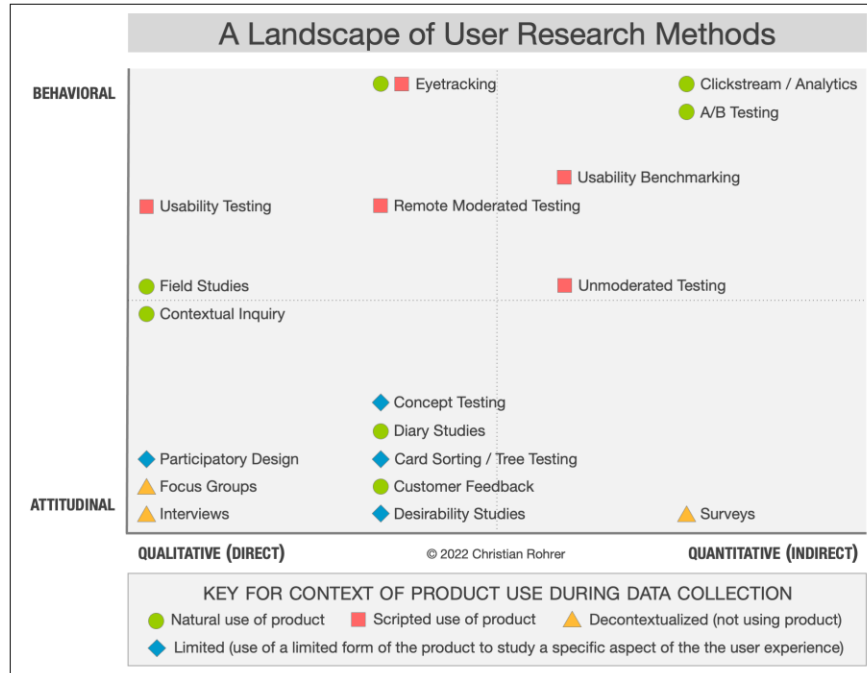


Figura 1. Clasificación de metodologías de evaluación y análisis de videojuegos [3]

Junto a las metodologías y técnicas de evaluación de videojuegos ofrecidas por el citado framework, también existen las evaluaciones heurísticas [4, 5]. Estas pueden ser utilizadas cuando se buscan respuestas de forma sencilla a situaciones más complejas sin la necesidad de la intervención directa de usuarios, implicando a expertos evaluadores. De forma genérica, constan de un conjunto de principios (pautas, guías o acercamientos a un problema), denominados principios heurísticos, que se utilizan para obtener una respuesta en términos de usabilidad del sistema interactivo analizado. En experiencia de usuario se usan para descubrir en qué estado se encuentra un producto referente a ciertos aspectos (los aspectos de los propios principios heurísticos seleccionados). El modo en el que se atienden y evalúan los principios es por medio de evaluadores expertos que analizan principio a principio a través de preguntas planteadas que han de ser contestadas en base a lo que ofrece el software evaluado. Es posible que los principios heurísticos sean divididos a su vez en

subprincipios permitiendo una clasificación interna de las preguntas realizadas (en nuestro caso, como veremos, más que subprincipios serán preguntas asociadas al principio).

La evaluación heurística será el foco del presente trabajo ya que, analizando los parámetros que son estudiados como elementos fundamentales en videojuegos, una evaluación heurística con una base, fundamentación y validez contrastados será actualizada para su uso en los mismos con nuevas preguntas formuladas. Dicha evaluación corresponde a la elaborada por el grupo de investigación GRIHO de la Universidad de Lleida formando parte de la metodología de Ingeniería del Software MPIu+a [6, 7] focalizada en el diseño centrada en el usuario [7].

Con el fin de explicar el trabajo realizado, el artículo se estructura como sigue: la sección 2 mostrará los parámetros fundamentales en videojuegos que han sido seleccionados y estudiados para su consideración en la adaptación de una evaluación heurística existente. El proceso para la obtención de la nueva versión de la

herramienta de evaluación heurística, adaptada a videojuegos, es explicada en la sección 3. Finalmente, la sección 4 mostrará las conclusiones obtenidas, así como el trabajo futuro que la investigación realizada plantea.

2 Experiencia de Usuario en Videojuegos

Resulta necesario conocer adecuadamente determinados aspectos relativos a la experiencia de usuario dentro de los videojuegos, con el fin de poder obtener el conocimiento necesario que permita analizar objetivamente el método de evaluación heurística que pretende ser ampliado para ser aplicable a dicho software.

Se consideran claves la usabilidad, engage-ability, motivación, emoción y game flow los cuales representan características o atributos propios de un videojuego. A continuación, serán analizados cada uno de estos aspectos intentando destacar aquellos componentes o consideraciones que deberán ser tratados dentro de los principios heurísticos que puedan componer una futura evaluación de usabilidad.

2.1 Usabilidad

La usabilidad [8] en términos generales se focaliza en la facilidad de uso alcanzada teniendo en cuenta los requisitos y limitaciones que presentan los usuarios y plantea el medio. Esto se puede expresar de la siguiente forma: “*la usabilidad sirve el propósito de reducir al máximo las dificultades que se pueda encontrar el usuario en el uso de un producto*”.

Desde el punto de vista de un videojuego existen los siguientes puntos que deben ser tenidos en cuenta cuando se pretende conocer el nivel de usabilidad del mismo:

- **Señales y feedback.** Similar al principio “visibilidad del estado del sistema”, la diferencia principal es el uso general del vocabulario dentro de la industria de los videojuegos.
- **Claridad.** Entendemos la claridad como la capacidad de un jugador de entender todas las señales desde su percepción y perspectiva. Tener en cuenta la subjetividad que estas conllevan, implica ser consciente de que se pueden contemplar distintas formas de diferenciar elementos. Para ayudar en esto se pueden seguir pautas como guías de estilo de las fuentes elegidas en los textos mostrados (font guidelines) para tener nociones de cómo escoger una fuente para una mejor legibilidad, o los *Principios de la Percepción de Gestalt* [9], para saber cómo presentar elementos de forma que sea cómoda según los patrones por los que ordenamos estos en un ambiente.
- **La forma sigue a la función.** En el diseño industrial existe un término para un concepto similar denominado “Affordance” [10]. La diferencia yace entre si hay o no un agente externo que juzgue si la forma del elemento contiene/sugiere su función o propósito. En un videojuego esto es de vital importancia para la fluidez del jugador a través de este. Entender de forma rápida para qué sirve, qué

indica o cómo puede actuar un elemento interactivo es algo esencial para que el jugador sienta que puede concentrarse en la experiencia y no batallar para entender aquello que se le plantea.

- **Consistencia.** Los elementos similares deben comportarse de manera similar. Lo mismo ocurre con las acciones. Todo ello en todo momento e interacción.
- **Mínima carga de trabajo.** Nuestros cuerpos tienen limitaciones tanto físicas como cognitivas. Siempre y cuando no sea un nivel de carga que el juego requiera, ya sea por limitaciones de hardware o por intencionalidad del juego con su desafío y/o experiencia, esta se debería reducir.
- **Prevención y recuperación de errores.** Es importante poner atención donde se crea que los usuarios pueden tener dificultades con el entorno. Adaptar mecánicas, zona de colisión/hitbox, o poder deshacer acciones en ciertos sistemas, aunque sea en un juego en línea en tiempo real, son opciones que dan flexibilidad para que los jugadores no se sientan demasiado castigados por fallos que no tienen que ser partes esenciales del propio reto/experiencia que se ofrece (como en la Figura 2, donde los desarrolladores ofrecen un pequeño tiempo una vez el jugador ha dejado la plataforma para ejecutar el salto).



Figura 2. Ilustración de una mecánica (Coyote Time) implementada en el videojuego Celeste © para la prevención de ciertas caídas¹

2.2 Engage-ability

El concepto engage-ability se refiere a todo aquello que hacemos para que la experiencia de interactuar con el videojuego sea más inmersiva e interesante. Para alcanzar esta experiencia es necesario generar situaciones en las que el jugador tiene que realizar toma de decisiones ya que, un videojuego lo que ofrece es una marcada interacción por parte del usuario. Diseñar para este objetivo no siempre es sencillo, ya que se debe tener en cuenta el estado del jugador respecto al sistema y qué se intenta generar en el jugador en cada una de las situaciones. Con esto en mente hay que considerar y pensar qué elementos usar para brindar las

¹ <https://www.celestegame.com>

motivaciones, las emociones y el flujo de juego (game flow) que se desea.

2.2.1 Motivación

Gracias a los trabajos realizados en [11] resulta interesante conocer las diferentes motivaciones que un usuario puede encontrar en un videojuego:

- **Motivación intrínseca.** Se refiere a realizar una tarea por el bien de la misma como por el disfrute de completarla. Una aproximación para cuando se busca generar este tipo de motivación es que nuestro juego tiene que satisfacer aquellas necesidades relacionadas a nivel personal con la competencia (sensación de control, maestría y progresión), la autonomía (sensación de poder realizar decisiones importantes, control de sus acciones y sentido sobre lo que hace), las relaciones (interacciones sociales con peso, significativas) y el significado (sensación de propósito, valor e impacto).
- **Motivación extrínseca.** Motivaciones generadas por las necesidades adquiridas/generadas por el entorno. Aprendidas por medio de aquello que se recibe como resultado de la actitud del usuario hacia el entorno, donde el usuario tiende a repetir aquellas con las que reciba feedback positivo a modo de premio y, en principio, evitará aquellas por las que sea castigado.
- **Necesidades individuales y motivos implícitos.** Hay que ser conscientes que, aunque funcionamos de manera muy similar, hay distintos tipos de personas y, por ende, distintos tipos de jugadores. Por eso es importante saber a qué audiencia se enfocará un videojuego para poder diseñar una actividad acorde a ellos. Con esto nos referimos tanto a qué géneros busca nuestro jugador, al nivel de desafío que espera y cómo este tiene pensado interactuar con el resto de los elementos de su entorno [12]. Cabe destacar el estudio mencionado por Hodent [2] en el cual se realizó una encuesta a más de 100.000 jugadores de donde se obtuvo la siguiente clasificación: action-social (relacionado con la destrucción, la excitación, la competición y la comunidad), mastery-achievement (relacionado con la maestría, la estrategia, el completado y el poder), e immersion-creativity (relacionado con la fantasía, la historia, el diseño y el descubrimiento).

2.2.2 Emoción

Según Hodent [2] existen cinco experiencias para el jugador: sensación estética de control, placer de aprender una habilidad, extensión de los sentidos, extensión de la identidad e interacción con una realidad física única en el juego.

Para crear estas emociones hay que pensar en los elementos que se han de añadir, qué papel jugarán estos en la realidad a simular y cómo serán percibidos por el jugador. No debe malinterpretarse que estos elementos sean únicamente aquellos con los que el jugador interactúa de forma activa, la misma música tiene una gran capacidad para evocar emociones.

La suma de todos los elementos a añadir, si han sido colocados de forma correcta, aportarán aspectos positivos en conjunto a la inmersión que el jugador pueda sentir a través de reforzar/construir las experiencias. Ahí aparece la emoción como pieza clave en la experiencia de usuario.

2.2.3 Game Flow

El flow según Isbister [1] se puede definir como “*un estado en el que el jugador está completamente inmerso y comprometido en una actividad que tiene asociada una motivación intrínseca*”. Este concepto se halla en objeto de debate ya que no se consiguen definir del todo aquellos componentes que se requieren para alcanzarlo, aun así, Isbister observó que en la mayoría de las propuestas se hallan los siguientes aspectos: concentración, reto, habilidades desarrolladas por el jugador, sensación de control, objetivos claros, feedback directo e inmersión / pérdida de la noción del tiempo.

El game flow es un punto al que se llega después de pasar por distintas fases de la experiencia del juego, ya que el jugador habrá requerido desarrollar maestría/control de ciertas habilidades y con un reto adecuado a la situación. Demasiado difícil implica frustrar al jugador y demasiado fácil llevará al aburrimiento.

2.3 Otros aspectos

Cuando se evalúa o desarrolla un producto, o en este caso un videojuego, durante el desarrollo se pueden plantear diferentes situaciones presentes en el sector que pueden afectar de gran forma, tanto en la calidad de la experiencia para los jugadores, como en la cantidad que tendrán la capacidad de disfrutar del producto. Estas pueden plantear debates que llevan años presentes como, por ejemplo: ¿Qué hacer con los micropagos? El tema permite una amplia discusión, pero gran parte de la comunidad parece tener claro que no hay problema siempre que estos sean opcionales y no sean necesarios para avanzar/progresar en el juego de manera natural. Desde la experiencia de usuario se plantea el problema relativo a la existencia de casos en los que estos son tratados como puede ser el uso de monedas sin las que se priva de acceso a cierto contenido. En estos casos la posición es clara, no cumplen unos estándares de experiencia de usuario dado que su comportamiento implica que no se puede predecir el resultado ni si este último será el deseado.

Otro gran debate viene de la mano de la accesibilidad y el nivel de dificultad. Esta por sí sola puede cerrar la puerta al producto a múltiples jugadores. Un punto muy recurrente es el hecho de no alterarla al expresar parte de la experiencia de la obra. Este argumento es completamente válido, pues como se ha mencionado antes, no todos los juegos tienen el mismo objetivo ni contexto, por tanto, no tienen que enfocarse a diseñar para plasmar todas las motivaciones y emociones. Dicho esto, si la producción lo permite, implementar opciones de accesibilidad y adaptación de la dificultad a los requisitos que plantean los distintos usuarios no hace más que favorecer al juego. Esto cobra sentido porque ningún jugador que esté buscando cierta experiencia (que le haya atraído a un producto) y quiera tener un

reto demasiado asequible, quiere experimentar el flow que ese juego tiene pensado dar, aunque no es siempre aplicable a las motivaciones extrínsecas.

3. Adaptación de una Evaluación Heurística

Considerando los aspectos previamente destacados dentro de los videojuegos y asociados a la experiencia de usuario, es posible llevar a cabo el objetivo planteado en el presente trabajo de investigación. En concreto, se pretende incorporar en una evaluación heurística completa, aspectos obtenidos de los parámetros estudiados siendo reflejados en los diferentes principios heurísticos.

La evaluación que ha sido tratada y usada como base del presente trabajo ha sido la realizada por el grupo de investigación GRIHO de la Universidad de Lleida [13, 14].

A continuación, se describen cada uno de los pasos llevados a cabo hasta el resultado final.

3.1 Lista Inicial

El primer paso realizado ha sido el estudio de heurísticas que en base a los parámetros estudiados, ofrecieran principios que pudieran ser considerados en la propuesta final:

- **Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games** [15]. El primer conjunto de heurísticas de experiencia de usuario específicas para videojuegos. En su trabajo refleja un conjunto de heurísticas en base a literatura donde trabaja con un equipo de desarrolladores de videojuegos.
- Using heuristics to evaluate the playability of games [16]. Aportan la evaluación heurística para la jugabilidad (HEP), dirigida a evaluar juegos de todo tipo en sus fases más tempranas (prototipos y mock-ups).
- Game Usability Heuristics (PLAY) for Evaluating and Designing Better Games: The Next Iteration [17]. Presentan una versión más refinada de HEP, donde aparte de en las fases tempranas se indica que también puede usarse a lo largo del ciclo de desarrollo de un videojuego.
- **User Experience Design for Inexperienced Gamers: GAP – Game Approachability Principles** [18]. Heurísticas diseñadas para tener un mejor primer contacto con el videojuego.
- **Using Heuristics to Evaluate the Overall User Experience of Video Games and Advanced Interaction Games** [19]. Presentan un conjunto de heurísticas formada a partir de literatura sobre heurísticas en videojuegos, no centrada únicamente en usabilidad, intentando abarcar todos los conceptos de experiencia de usuario relacionados con el gameplay, la historia y la interfaz.

A medida que se investigaban las citadas heurísticas, se comprobó que existían coincidencias ya que tenían preguntas similares o iguales, no por casualidad sino porque se menciona que varios ya se basan entre ellos y otras heurísticas de usabilidad para software general (estas últimas sobre todo en aquellos trabajos hechos antes del 2010, pues no existían muchas referencias relacionadas con los videojuegos). Cabe recordar que una evaluación heurística se focaliza en evaluar, por parte de expertos, el software objetivo por medio de dar respuesta a preguntas que pertenecen a principios heurísticos que han de ser cumplidos.

3.1.1 Listado de Heurísticas

En base a las heurísticas analizadas, se compuso una primera lista de principios heurísticos como resultado de realizar un cribado entre las que ofrecían. El objetivo no era otro que estas tuvieran un enfoque en analizar aspectos relacionados con usabilidad y que fueran extrapolables a los videojuegos como conjunto independientemente de su género. Dando una recopilación inicial a añadir de 9 principios generando un total de 33 preguntas asociadas a su conjunto y que permiten evaluarlos:

A. Heuristic: Documentation/Tutorial

A1. El jugador no necesita leer el manual o la documentación para jugar.

A2. El jugador no necesita acceder al tutorial para poder jugar.

B. Heuristic: Status and Score

B1. Los controles en el juego se mantienen consistentes dentro de este y siguen las convenciones estándar.

B2. Los indicadores de estado son fluidos, obvios, disponibles y no interfieren con el gameplay.

B3. Los controles son intuitivos, configurados/distribuidos en una forma natural; son personalizables y de forma predeterminada en la configuración estándar de la industria.

B4. La consistencia reduce la curva de aprendizaje siguiendo las tendencias de la industria de los videojuegos para conseguir las expectativas de los usuarios. Si no existe un estándar en la industria, realizar una investigación en usabilidad/jugabilidad para averiguar la mejor distribución para la mayoría de los jugadores objetivo.

C. Heuristic: Game Provides Feedback

C1. El juego proporciona feedback y reacciona de forma consistente, inmediata, desafiante y excitante a las acciones del jugador.

C2. Proporciona feedback auditivo/visual/visceral apropiado (música, efectos de sonido, vibración en el controlador).

D. Heuristic: Terminology

D1 Los objetivos del juego son claros. El juego proporciona objetivos claros o da soporte a la creación de estos por parte del jugador, presenta objetivos primordiales en el inicio, así como objetivos a corto plazo a lo largo del juego.

D2. Las habilidades necesarias para conseguir objetivos son enseñadas suficientemente temprano para jugar o usarlas a posterior, o justo antes de que sean necesarias.

D3. El juego da recompensas que sumergen más al jugador en la experiencia aumentando sus capacidades, habilidad, o expandiendo su capacidad de personalización, por ejemplo.

E. Heuristic: Burden On Player

- E1.** El juego no pone cargas innecesarias en el jugador.
- E2.** El jugador obtiene controles que son suficientemente básicos como para ser aprendidos rápidamente, pero expandibles con opciones avanzadas para jugadores avanzados.
- E3.** El juego proporciona suficientes oportunidades de práctica para las nuevas habilidades/herramientas.
- E4.** El jugador es competente con las habilidades y herramientas conseguidas después de un entrenamiento inicial.
- E5.** El juego debería dar pistas, pero no demasiadas.
- E6.** Las mecánicas del juego deben sentirse naturales y tener un peso e impulso/momento adecuado. Además, deben ser apropiadas para la situación a la que el jugador se enfrenta.

F. Heuristic: Screen Layout

- F1.** El diseño de la pantalla es eficiente, visualmente atractivo y está integrado.
- F2.** El jugador experimenta la interfaz de usuario como consistente (en controlador, color, tipografía, diálogo y diseño de la interfaz de usuario).
- F3.** Los jugadores experimentan la interfaz de usuario/HUD como parte del juego.
- F4.** El arte es reconocible por el jugador y habla de su función.
- F5.** La interfaz debe ser lo menos intrusiva posible.
- F6.** El jugador debe ser capaz de identificar elementos del juego como avatares, enemigos, obstáculos, power ups, amenazas u oportunidades. Los objetos deben destacarse, incluso para los jugadores con problemas de vista o daltonismo y no deben ser fácilmente malinterpretados.
- F7.** Los objetos "deben parecerse a lo que son".
- F8.** La cámara se comporta correctamente.

G. Heuristic: Navigation

- G1.** La navegación es consistente, lógica y minimalista.

H. Heuristic: Error Prevention

- H1.** Se evita el error del jugador.
- H2.** Se apoya la interrupción del jugador, de modo que los jugadores puedan encender y apagar fácilmente el juego y puedan guardar los juegos en diferentes estados.
- H3.** Al encender el juego, el jugador tiene suficiente información para comenzar a jugar.
- H4.** Se debe proporcionar ayuda contextual sensible durante el juego para que los jugadores no se queden atascados y necesiten recurrir a un manual de ayuda.
- H5.** Todos los niveles de jugadores pueden jugar y participar rápidamente y fácilmente con tutoriales y/o niveles de dificultad progresivos o ajustables.
- H6.** El jugador no puede cometer errores irreversibles.

I. Heuristic: Game Story Immersion

- I1.** La historia del juego fomenta la inmersión (si el juego tiene un componente de historia).

3.1.2 Clasificación en principios

A partir de la propuesta anterior, se realizó una distribución de los principios heurísticos de usabilidad para el diseño de interfaces de usuario de Jakob Nielsen [20]. Ya que estos facilitan una clasificación más estándar, además de ser compatible y referencia

de la evaluación heurística de la Universidad de Lleida [13,21] (base del presente trabajo), en la cual se añadirán las nuevas preguntas y, en caso de disponer de preguntas que no encajan en ninguno de los principios existentes, se definirán más específicos para los videojuegos.

De este modo, el resultado para principios ya existentes es el siguiente:

A. Heuristic: Documentation/Tutorial

- A1** añadida en Ayuda y Documentación.

- A2** añadida en Ayuda y Documentación.

B. Heuristic: Status and Score

- B1** añadida en Consistencia y Estándares.

- B2** añadida en Visibilidad y Estado del Sistema.

- B3** añadida en Flexibilidad.

- B4** añadida en Consistencia y Estándares.

F. Heuristic: Screen Layout

- F1** añadida en Diseño Estético.

- F2** añadida en Diseño Estético.

- F3** añadida en Diseño Estético.

- F4** añadida en Diseño Estético.

- F5** por determinar si se mantiene en la lista.

- F6** añadida en Color y Legibilidad.

- F7** añadida en Color y Legibilidad.

- F8** por determinar si se mantiene en la lista.

G. Heuristic: Navigation

- G1** por determinar si se mantiene en la lista.

H. Heuristic: Error Prevention

- H1** por determinar si se mantiene en la lista.

- H2** añadida en Guardar Estado.

- H3** añadida en Prevención de Errores.

- H4** añadida en Prevención de Errores.

- H5** añadida en Flexibilidad.

- H6** añadida en Prevención de Errores.

I. Heuristic: Game Story Immersion

- I1** por determinar si se mantiene en la lista.

Con respecto a preguntas que han sido consideradas como parte de nuevos principios por su poca anexión a los existentes, el resultado es el siguiente:

C. Heuristic: Game Provides Feedback

- C1** añadida en Feedback.

- C2** añadida en Feedback.

D. Heuristic: Terminology

- D1** añadida en Terminología.

- D2** añadida en Terminología.

- D3** añadida en Terminología.

E. Heuristic: Burden On Player

- E1** por determinar si se mantiene en la lista.

- E2** añadida en Carga en el Jugador.

- E3** añadida en Carga en el Jugador.

- E4** añadida en Carga en el Jugador.

- E5** añadida en Carga en el Jugador.

- E6** añadida en Carga en el Jugador.

3.2 Evolución de Principios Heurísticos Definidos

Sobre la definición anterior de los principios heurísticos obtenidos en la combinación previamente definida, se realizó una evolución de la lista resultante.

En primer lugar, se renombró el principio de Terminología en Motivación/Emoción, puesto que el nombre original no ilustraba el objetivo de los principios de forma suficientemente clara. Posteriormente, se transfirieron las preguntas del principio de Feedback al de Motivación/Emoción (C1 y C2). Esto fue debido a que tratan de generar sensaciones y emociones según la situación y las acciones que esté realizando o haya realizado el usuario.

Se desplaza D2 de Terminología a Flexibilidad. La pregunta trata el aprendizaje previo de una habilidad a su uso.

Las preguntas asignadas en un inicio a carga en el jugador son redistribuidas entre los principios de Reconocimiento (E5 y E6) y de Flexibilidad (E2 y E3). Del mismo modo se realizaron cambios para mejorar su comprensión en las preguntas B1 y B2.

Finalmente, se han eliminan determinadas preguntas por los siguientes motivos:

- E4 porque se requería de jugadores para evaluarlas.
- H5 debido a que el aspecto tratado tiene mayor peso en la accesibilidad que en la usabilidad.

Una vez realizadas las modificaciones anteriores, se llevó a cabo una segunda fase de modificaciones a modo de segunda iteración. En este caso se pretendió identificar la existencia de términos concretos de videojuegos extrapolables a otros de experiencia de usuario para poder generalizar. En este sentido, se observó que el feedback es un tipo más de señal que ofrece el sistema, siendo un grupo de señales que se muestran a modo de reacción a las acciones y situaciones en las que se encuentra el jugador. Además, las preguntas en Motivación/Emoción, dieron lugar a una duda: “¿Qué diferencia la satisfacción generada en usabilidad y aquella que se relaciona con el aspecto de engage-ability?”. Para ello, se contactó con una investigadora con una trayectoria destacable en la temática, Celia Hodent, autora de *The Gamer’s Brain* [2], para esclarecer si los principios de engage-ability también se podrían interpretar de alguna forma como principios de usabilidad. A lo que ella respondió²:

“La usabilidad consiste en hacer que un producto sea eficiente, eficaz y seguro para realizar una tarea. El objetivo es eliminar todas las frustraciones. En un juego, agregamos frustraciones: los jugadores son desafiados, fallan, tienen que volver a intentarlo, etc. Lo que hace que un juego sea divertido no se tiene en cuenta solo con la usabilidad.

Los juegos no son herramientas: no los usamos para lograr objetivos. Interactuamos con los juegos por el simple hecho de

² Hodent, C. [@CeliaHodent]. (2022, May 3). Usability is about making a product efficient, effective, and safe to accomplish a task. The goal is to remove all [Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/CeliaHodent/status/1532642547532763143>

hacerlo. Por lo tanto, la diversión, el diseño emocional, la engage-ability, o como queramos llamarlo, es fundamental, no solo la usabilidad (capacidad del juego para ser utilizado). ¡Espero que esto ayude!”

Habiendo considerado la respuesta, se transfirieron varias preguntas de Motivación/Emoción a los principios de Consistencia y estándares (C1) y de Visibilidad y estado del sistema (C2 y D1).

De manera complementaria, se esclarecieron ciertas preguntas añadiendo ejemplos para su mejor comprensión (H3 y F1) y se eliminaron varias preguntas por las siguientes razones:

- Objetivos redundantes, otras preguntas también los cubren (G1, E1 y H1).
- Complejidad de evaluación (E1 y H1).
- No aplicable a todos los géneros de videojuegos (I1).
- Términos con definiciones poco concretas (F5).
- No se le ha encontrado un propósito apropiado (F8).
- Se eliminaron tanto el principio de Motivación/Emoción como la pregunta restante en este (D3), ambos no trataban aspectos de usabilidad.

3.3. Resultados generados

El resultado generado consta de la evaluación heurística dada por la Universidad de Lleida con la adición de 28 preguntas obtenidas por medio del proceso descrito. Algunas añadieron ejemplos para una mejor comprensión por parte de evaluadores externos.

Las nuevas preguntas se podrían catalogar a grandes rasgos en estos tres conceptos:

- Dar información de la situación del usuario, ya que esta cambia mucho durante el transcurso de una sesión de juego.
- Tratar el aprendizaje del usuario, el reconocimiento de lo aprendido.
- Evitar que el usuario se sienta/esté perdido o bloqueado por culpa del sistema.

Es importante remarcar, que hay principios heurísticos que no tienen preguntas añadidas. La principal razón es que simplemente no se encontraron preguntas que se puedan generalizar a todo tipo de juegos. Un ejemplo fácilmente remarcable: en juegos multijugador en línea competitiva, tener feedback y respuestas en el menor tiempo posible hacen que la latencia y la conexión tengan un mayor peso en su usabilidad de media con respecto a cualquier otro género. Así se ha considerado importante remarcar que estas preguntas son generales, y como se ha investigado durante el trabajo, cada producto tiene sus propias necesidades a las cuales se tendrán que adaptar sus procesos de control de calidad y experiencia de usuario. Habiendo dicho esto, parece lógico que aquellos principios con los que se ha terminado con

más preguntas añadidas sean la visibilidad, la consistencia, la legibilidad y el diseño estético.



Figura 3. Fundamentos para la definición de los ejes que permiten clasificar metodologías de evaluación y análisis de videojuegos [3]

Finalmente, se considera interesante localizar la herramienta obtenida dentro de la clasificación mostrada en la Figura 1 en base a los ejes marcados en el análisis de Rohrer [3] y que quedan resumidos en la Figura 3.

En base a estos ejes se puede considerar que la evaluación heurística planteada puede localizarse en una zona intermedia cercana a la pregunta sobre por qué y cómo solucionar cada punto detectado. Esto es debido a que, al participar expertos en la evaluación, debe quedar centrado según el eje y, al no aplicar directamente la opinión de los usuarios. Asimismo, se localizaría hacia la izquierda en el eje x ya que los expertos ofrecerían un por qué y una idea cercana a una posible solución en problemas o recomendaciones encontradas en cada principio heurístico analizado.

4. Conclusiones

La experiencia de usuario supone un factor diferencial a la hora de ganar o perder usuarios, por lo tanto, obtener una herramienta para evaluarla se considera esencial. En este sentido, el presente artículo ha descrito cómo, por medio de detectar parámetros importantes en videojuegos, se ha podido obtener una evaluación heurística resultante de la incorporación de nuevas preguntas evaluables a una evaluación heurística ya desarrollada y validada. Es evidente que el resultado obtenido no pretende ser una herramienta perfecta en su estado actual, pero sin duda aporta valor, pues brinda la oportunidad de dar un diagnóstico más personalizado/concreto si se trata de evaluar el estado de usabilidad de un videojuego. Esto es así teniendo en cuenta el estado anterior y el obtenido de la herramienta de evaluación trabajada ya que antes no consideraba los aspectos específicos estudiados para videojuegos.

Como trabajo futuro se pretende hacer un uso intensivo de la evaluación obtenida mejorándola de manera conjunto con métodos de evaluación que la complementen con el fin de generar un estudio que permita a expertos evaluadores, así como en videojuegos, continuar con la ampliación de la propuesta presentada.

REFERENCIAS

- [1] Katherine Isbister. 2017. *How Games Move Us*. The MIT Press, ISBN 9780262534451.
- [2] Celia Hodent. 2017. *The Gamer's Brain*. Taylor & Francis. ISBN: 9781315154725. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781315154725>
- [3] Christian Rohrer. 2022. *When to Use Which User-Experience Research Methods*. Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/which-ux-research-methods>.
- [4] Jakob Nielsen. 1993. Chapter 5: Usability Heuristics. In, *Usability Engineering* (pp. 115-164). Academic Press, Inc. ISBN: 0125184050.
- [5] Jakob Nielsen and Rolf Molich. 1990. Heuristic evaluation of user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 249-256), DOI: <https://doi.org/10.1145/97243.97281>
- [6] Toni Granollers, Jesús Lores and Ferrán Perdrix. 2003. Usability engineering process model. Integration with software engineering. In *Proceedings of the HCI International 2003*. ISBN: 978-0805849349.
- [7] Granollers, T. 2003. User centred design process model. integration of usability engineering and software engineering. *Interact 2003*. ISBN: 978-1-58603-363-7.
- [8] Nigel Bevan, N., Jurek Kirakowskib and Jonathan Maissel. 1991. What is usability. In *Proceedings of the 4th International Conference on HCI* (pp. 1-6).
- [9] Ian Verstegen. 2010. "Gestalt Psychology". *The Corsini Encyclopedia of Psychology*. pp. 1-3. doi:10.1002/9780470479216.corpsy0386. ISBN 9780470479216.
- [10] Manuel Heras-Escribano. 2019. *The Philosophy of Affordances*. Springer Series New Directions in Philosophy and Cognitive Science. ISBN: 978-3-319-98829-0
- [11] Juan Antonio Trillo Manzano, Francisco Gutiérrez Vela and Patricia Paderewsk. 2022. Objetivos de juego y motivadores en sistemas basados en juego. *Interacción Revista digital de AIPO*, 3(2), 78-89
- [12] Ramon Valera-Aranguren, Patricia Paderewski-Rodriguez, Francisco Gutierrez-Vela y Jefferson Arango-López. 2022. Un Catálogo de Patrones de Mecánicas y Elementos de Juego para Experiencias de Juego Sociales Pervasivas, *Interacción Revista digital de AIPO*, 3(2), 149-160
- [13] Toni Granollers. 2018. Usability Evaluation with Heuristics. *New Proposal from Integrating Two Trusted Sources*. In: Marcus A., Wang W. (eds) *Design, User Experience, and Usability: Theory and Practice*. DUXU 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 10918. Springer, Cham.
- [14] Toni Granollers. 2018. Usability Evaluation with Heuristics, *Beyond Nielsen's List*. *ACHI 2018: The Eleventh International Conference on Advances in Computer-Human Interactions*. SIBN: 9781612086163.
- [15] Melissa A. Federoff. 2002. *Heuristics and Usability Guidelines for the Creation and Evaluation of Fun in Video Games*. Indiana University: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.89.8294>
- [16] Heather Desurvire, Martin Caplan and Jozsef A. Toth. 2004. Using heuristics to evaluate the playability of games. *Association for Computing Machinery*: DOI: <https://doi.org/10.1145/985921.986102>
- [17] Heather Desurvire and Charlotte Wiberg. 2009. *Game Usability Heuristics (PLAY) for Evaluating and Designing Better Games: The Next Iteration*. https://www.researchgate.net/publication/221099657_Game_Usability_Heuristics_PLAY_for_Evaluating_and_Designing_Better_Games_The_Next_Iteration
- [18] Heather Desurvire and Charlotte Wiberg. 2010. Chapter 8, *User Experience Design for Inexperienced Gamers: GAP – Game Approachability Principles*. Isbister, K. *Enabling Social Play: A Framework for Design and Evaluation*. In: Bernhaupt, R. (eds) *Evaluating User Experience in Games*. *Human-Computer Interaction Series*. Springer, London. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-84882-963-3_2
- [19] Christina Hochleitner, et al. 2010. Using Heuristics to Evaluate the Overall User Experience of Video Games and Advanced Interaction Games. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-84882-963-3_13
- [20] Jakob Nielsen. 2020. *10 Usability Heuristics for User Interface Design*. Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- [21] Toni Granollers. 2018. Usability Evaluation with Heuristics, *Beyond Nielsen's List*. *Proceedings of The Eleventh International Conference on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI 2018)*. March 25 – 29, 2018 – Rome, Italy. ISBN: 978-1-61208-616-3, pp. 60-65.

Proposal of a set of heuristics for evaluation of wearable interfaces usability

Mario Kawano Guizerian †
Faculdade de Computação e
Informática
Universidade Presbiteriana
Mackenzie
São Paulo Brazil
marioguizerian@gmail.com

Valéria Farinazzo Martins
Faculdade de Computação e
Informática/ Programa de Pós-
Graduação em Computação
Aplicada/ Programa de Pós-
Graduação em Distúrbios do
Desenvolvimento

Universidade Presbiteriana
Mackenzie
São Paulo Brazil
valeria.farinazzo@mackenzie.br

ABSTRACT

Wearable technologies aim to merge computational elements into the user's daily life through integration with clothing. This type of technology distances itself from traditional computer models by its variety of communication options with the user and its need to integrate into clothing without drawing too much attention. Since the model diverges from conventional interfaces, there is a need to create a new set of heuristics to verify the quality of the interaction concerning usability. This paper discusses the problems related to wearable technologies and presents a set of formulated heuristics to meet this product type. It also offers the results of applying this set in a real scenario with a commercial device to validate it.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing • Human computer interaction (HCI) • HCI design and evaluation methods

KEYWORDS

Heuristic Evaluation, Wearable Interface, Wearable technologies, Expert Evaluation.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Interactive art

Proyectos artísticos de visualización de datos medioambientales.

Experimentos en el desarrollo de nuevos lenguajes para la comunicación de datos.

Kepa Landa Maritorena
Departamento de Ingeniería Informática y Diseño Digital
Universidad de Lleida
Lleida, Cataluña, España
kepa.landa@udl.cat

ABSTRACT

El objetivo de este texto es presentar una serie de trabajos de investigación artística en la representación de datos medioambientales y de clima desarrollados por el autor.

Los dos primeros representan los datos de contaminación atmosférica de la ciudad de Madrid. Dichos datos son empleados para transformar sonidos, el sonido de cantos de pájaros en el primer caso y el sonido de la lectura del protocolo de Kioto en el segundo.

El tercero muestra una representación multivariable de datos climáticos en relación con datos de dendrocronología.

El cuarto proyecto, en proceso, representa los datos del crecimiento de los árboles de un bosque a través del sonido de pájaros carpinteros.

Finalmente se presentan reflexiones sobre el papel que puede tener el arte en el contexto de la visualización de datos medioambientales.

CCS CONCEPTS

#10010469	Arts and humanities
#10010474	Media arts
#10010923	Information visualization
#10011769	Empirical studies in visualization

KEYWORDS

Media art, data visualization art, sound art, climate change, environmental data.

Visualización de datos, arte sonoro, cambio climático, datos medioambientales

1 Introducción

Este texto pretende explicar proyectos artísticos, audiovisuales cuyos desarrollos o transformaciones están basados en visualización o sonificación de datos medioambientales.

En la actualidad la percepción que se tiene de nuestro entorno se ha ampliado, respecto a la del artista tradicional, a través de los sistemas de sensores de todo tipo (químicos, sonoros, lumínicos etc.). Al representar nuestro entorno a través de una obra de arte

transmitimos cómo vemos un paisaje filtrándolo por una mirada particular, la de nuestra época. Dado que nuestra mirada hoy se extiende a través de sensores que nos permiten “ver” más allá que nuestros sentidos, estos proyectos se tratan de desarrollar una representación partiendo de esa “mirada”, que autores como **Roy Ascott** califican de “**cibercepción**” [1]. Estos proyectos traducirán los datos numéricos a representaciones dinámicas sonoras o visuales que permitan hacernos conscientes y reflexionar sobre el entorno en el que vivimos. Con el fin de reforzar una visión sistémica de nuestra vida, como plantea **Fritjof Capra**,

“Para el pensador sistémico las relaciones son prioritarias. Las fronteras entre patrones discernibles (objetos) son secundarias.” [2]

Perspectiva sistémica, desde la que nuestros actos en lo local tienen repercusión en lo global o glocal, pensando globalmente y actuar localmente.

Por otra parte, los científicos están observando con gran interés los nuevos comportamientos de los seres vivos, bioindicadores, en su intento por adaptarse a nuevas condiciones de los ecosistemas, en especial, la reubicación de los animales en nuevos hábitats que hasta ahora no frecuentaban. (ranas que emigran hacia zonas más altas en las montañas en busca de temperaturas más frescas)[3]. Esta reubicación o cambios en el comportamiento de ciertas especies especialmente sensibles a los cambios climáticos está llamando la atención tanto como los propios datos que recogen los científicos.

2 Trabajo 1: “Avis Data”

Este proyecto pretende desarrollar una representación sonora, un paisaje sonoro que se altere en tiempo real (o casi) partiendo los datos de análisis de la calidad del aire de una ciudad y que invite a reflexionar sobre el entorno en el que vivimos. El proyecto se presentó en dos espacios públicos: Plaza de las Letras y patio de MedialabPrado, en Madrid. Este proyecto busca combinar los parámetros de nuestros sistemas tecnológicos y metafóricamente alterar el comportamiento de nuestro “entorno natural”, representado por el canto de pájaros típicos en la ciudad de Madrid (si se presentara en otro lugar se tendrían en cuenta las aves locales).

sonoro, especialmente cuando los niveles de contaminación son

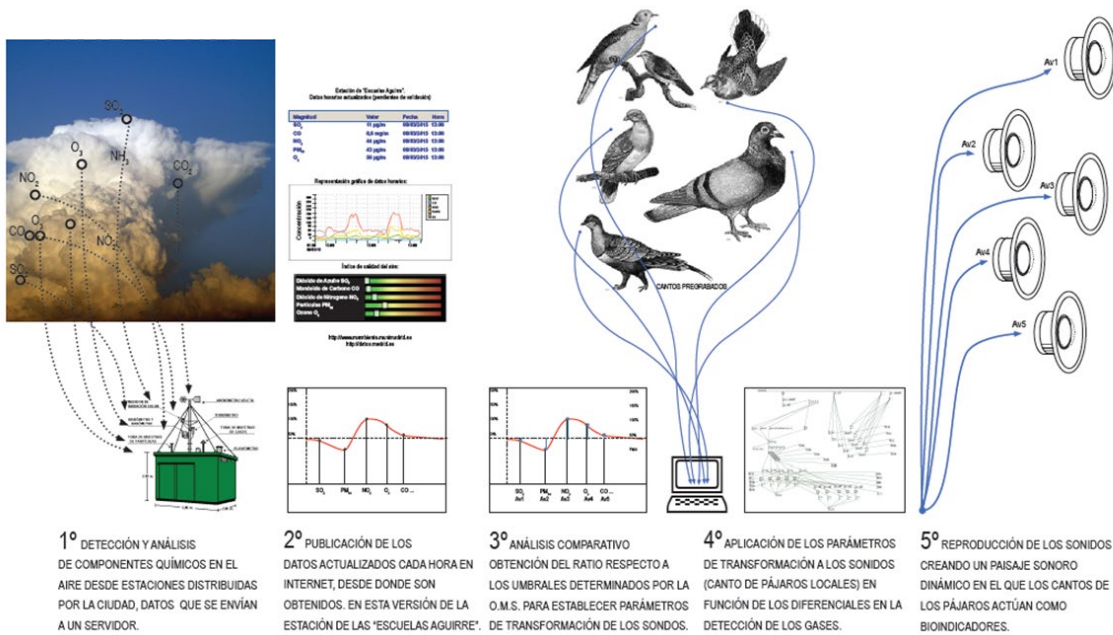


Figura 1: Trabajo 1. Proceso de captura de datos, tratamiento sonoro y reproducción del canto de los pájaros.

El proceso es el siguiente, Figura 1:

A) Se parte de la captura de datos publicados por el "Sistema Integral de la Calidad del Aire" del Ayuntamiento de Madrid, que es un servicio de información que permite acceder a los ciudadanos, empresas e instituciones, a toda la información relativa a la contaminación atmosférica y acústica. La información es ofrecida con periodicidad horaria. Madrid capital: <http://www.mambiente.munimadrid.es/> Esta red detecta una veintena de gases que se van analizando constantemente (O3, NO2, CO, SO2, partículas, etc.).

B) Tras capturar los datos se procede a calcular la diferencia porcentual con los establecidos como datos "aceptables". Este parámetro es definido para cada gas en función de los parámetros establecidos como aceptables por la OMS [4].

C) El parámetro de variación porcentual es aplicado al sonido del canto de pájaros pregrabados, por medio de transformaciones de parámetros (frecuencias y velocidad) de la señal sonora a través de Pure Data. El sonido resultante se escucha en el espacio al aire libre público de una plaza y de un patio, en MedialabPrado, generando un nuevo paisaje sonoro transformado por los datos de contaminación cuando esta excede los límites definidos como aceptables o bien sin alteración del canto de los pájaros, cuando la contaminación no excede dichos límites. Este paisaje sonoro se escucha a modo de instalación sonora, en un espacio al aire libre. Los equipos de sonido, altavoces, reproductor, etc. pasan totalmente desapercibidos haciendo casi "natural" el paisaje

bajos. En condiciones de una calidad óptima del aire, no sufrirán ninguna variación sobre el sonido natural. En el caso de que un gas sea excesivo (120% de CO2) se alteran en el mismo porcentaje cualidades sonoras del canto como el tono y velocidad de reproducción. Por tanto, comenzaremos a percibir la alteración medioambiental no como datos sino como vivencia, y como vivencia de otros "seres vivos" que actúan, en este caso metafóricamente, como bioindicadores.

Este proyecto se desarrolló gracias una Beca de Creación, Centro de Arte Contemporáneo Huarte de Navarra (www.centrohuarte.es)

3 Trabajo 2: "Atmos Data: Kioto"

La obra consiste en lectura del Protocolo de Kioto [5], la misma voz en 4 pistas, cada una de las cuales se ve alterada en su velocidad por unas variables. Estas corresponden al porcentaje de variación de NO2 (Dióxido de Nitrógeno) sobre la cifra media anual aceptada por la OMS. Los datos de contaminación fueron recogidos en 4 estaciones de análisis calidad del aire de la ciudad de Madrid (Plaza de España, Retiro, Plaza de Castilla y Plaza Elíptica) y tras calcular el porcentaje de diferencia con la cifra propuesta por la OMS se aplica a un fragmento de la grabación del protocolo. La misma voz es reproducida a diferentes velocidades según la influencia de los datos aportados desde cada una de las 4 estaciones: Los datos de la grabación incluida en Audiosfera [6], corresponden a los días de Cumbre del Clima en Madrid COP 25 [7], inicialmente prevista para ser celebrada en Chile.

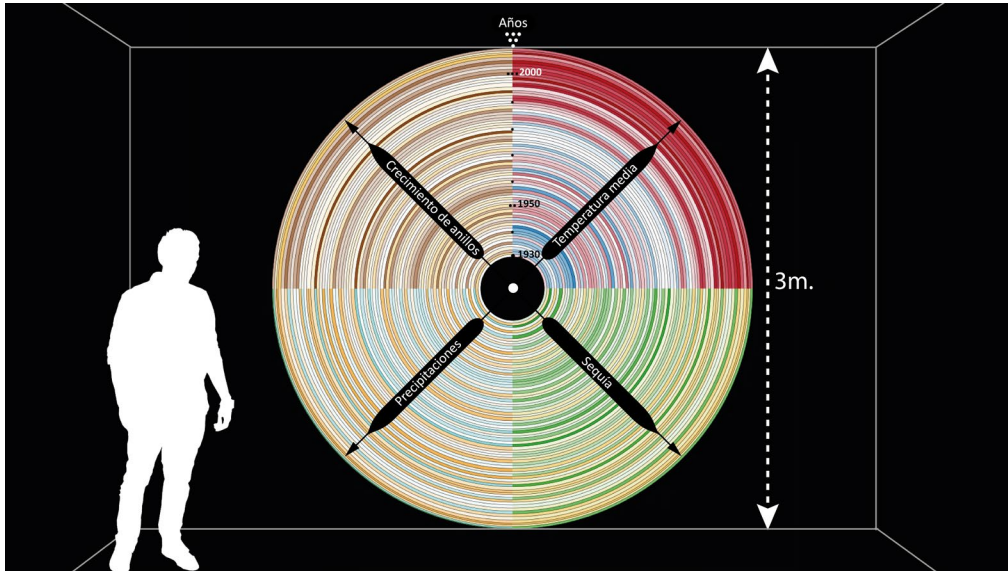


Figura 2: Esquema de presentación del Trabajo 3 en una exposición. El texto, los números y las flechas no aparecen.

De la escucha del texto legal se pasa a la disolución del mensaje, provocada en la medida en que la realidad se aleja de los objetivos. Cada voz se reproduce a su ritmo como la aplicación del protocolo de Kioto y los posteriores “acuerdos” para el freno del cambio climático.

4 Trabajo 3: “Arboris Data”.

El proyecto “Arboris Data”.surge de la intención de hacer visible el cambio climático a través de la visualización de datos. Se trata de relacionar datos obtenidos del análisis de los anillos de árboles, *Pinus sylvestris*, de los bosques de Arcalís (Lleida) con datos climatológicos: temperatura, sequía y precipitaciones. Trata de aplicar la idea de la “cibercepción”. La obra busca invitar a la reflexión y para ello marca el tiempo, el ritmo para pausar la observación. Actúa como un ojo que te devuelve la mirada. Por cada paso de crecimiento hay dos de espera, de silencio, de quietud, es el ritmo del crecimiento natural, 4 meses de crecimiento por 8 de reposo. La dendrocronología, del griego δένδρον (dendron, árbol, χρόνος, crónos, tiempo, y λόγος, logos, estudio), es la ciencia que estudia la datación de los anillos de crecimiento de los árboles y analiza sus patrones. En el laboratorio de Silvicultura de la ETSEA-UDL se estudia la relación entre la evolución del clima y la variación de los anillos de las coníferas.

Partiendo de estos datos se ha creado una visualización multifactorial, en la se pueden observar y relacionar diversos datos:

-se puede identificar cada año gracias al código empleado en dendrocronología:

- cada 10 años ● (comienzan en 1930)
- cada 50 años ●● (1950)
- cada 100 años ●●● (2000)

- el ritmo de crecimiento, (crecen durante 1/3 del año y el crecimiento cesa durante 2/3 del año, representado por 0,5 seg. y 1 seg.).
- las diferentes anchuras en el crecimiento de los anillos, proporcionales en el gráfico,
- la evolución de las temperaturas desde 1930 a 2008, codificada en colores (rojo oscuro más cálido / azul más frío, blanco la media).



- la evolución de la sequía desde 1930 a 2008, codificada en colores (amarillo más seco / verde más húmedo, blanco la media)



- la evolución de las precipitaciones desde 1930 a 2008, codificada en colores (turquesa más precipitaciones/ naranja menos precipitaciones, blanco la media)



- la evolución relativa el crecimiento de los anillos desde 1930 a 2008, codificada en colores (mayor crecimiento en marrón oscuro /menor crecimiento en marrón claro, blanco la media)



La codificación de las temperaturas se basa en *Warming stripes* [8] propuesta del climatólogo Ed Hawkins, climatólogo de la Universidad de Reading, con el fin de mantener algo que ya se ha convertido en un modelo.

Esta visualización de datos es parte del trabajo de investigación de Tatiana Shestakova, investigador postdoctoral del grupo GRHIO de la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Lleida y se plantea como una colaboración interdisciplinar entre artistas y científicos.

Los datos climáticos, de dendrocronología y el asesoramiento científico para generar esta visualización, fueron facilitados por la Tatiana Shestakova, investigadora postdoctoral programa Beatriu

de Pinós, Universitat de Lleida, AGROTECNIO en la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària (ETSEA).

5 Trabajo 4: “*Dentrocos Data*”

Este proyecto parte de los datos de dendrocronología de un bosque de pinos en de Arcalís (Lleida). Estos datos de un grupo de árboles individuales se obtienen con el fin obtener un índice medio que corresponde a un bosque para de analizar el crecimiento en relación con valores climáticos. En el caso de este proyecto se aplican como parámetro de transformación al sonoro repiqueteo un pájaro carpintero (*Dendrocopos*) agujereando el tronco de un árbol para crear su nido, aunque también puede emplear los árboles como instrumento, para marcar su territorio. Los datos del índice de crecimiento de los árboles se extienden desde 1917 a 2008 y corresponden a 11 árboles.

En este caso, el ritmo al que se repiten las percusiones en los diversos árboles es marcado por los datos de crecimiento anual de sus anillos. El registro que realiza cada árbol en sus anillos nos conecta con las condiciones de vida que experimentó y el conjunto de árboles a una imagen más aproximada de las condiciones del bosque, temperatura, humedad, etc, que pueden aproximarse a las que un pájaro pueda experimentar. Los investigadores en dendrocronología y clima han constatado el paralelismo entre el crecimiento de los anillos y las condiciones climáticas. El repiqueteo de los pájaros actúa como metafórico traductor y altavoz de los bioindicadores silenciosos, que son los árboles. Los nidos de los carpinteros pueden tener hasta 20 cm de profundidad y 15cm de ancho, siendo la entrada más cerrada, 5cm.

6 Conclusiones

1. El resultado de estos proyectos es el de *combinar la visualización de datos científicos con los leguajes artísticos*, adaptando así la expresión artística a la visión de mundo que hoy podemos tener a través de la mirada científico-técnica, de los sensores que miden múltiples señales.
2. Se ha trabajado el desarrollo de *nuevas narrativas* que expandan la visión que tenemos de aquello que no es visible o fácilmente perceptible, cambiando la perspectiva común de los datos y dándoles así nuevas posibilidades de lectura.
3. A través de estos proyectos *se participa* en el reto colectivo que supone *la toma de conciencia* sobre como nuestra sociedad afecta el medio ambiente, haciendo participe al público de la información de formas alternativas a las comunes.
4. El espacio público, como una plaza, puede ser un espacio donde se active la percepción de lo que nos afecta de modo invisible para catalizar el debate.
5. Los proyectos artísticos pueden evidenciar las *contradicciones* políticas en el desarrollo de las medidas de protección contra el calentamiento global.

6. Desarrollar nuevas formas de representación de relaciones entre datos medioambientales y de bioindicadores puede enfatizar las conclusiones o la comprensión de las mismas.
7. La diferencia entre un sonido esperado y el que escuchamos en realidad, alterado en función de datos mediambientales, hace fácilmente comprensible el contraste entre (lo que es y lo que debería ser.) un estado mediambiental saludable y el que es en la realidad.
8. Separar los actos de las consecuencias disipa la responsabilidad percibida, por lo que generar procesos o dispositivos que tracen las conexiones entre actos o vivencias cotidianas y sus consecuencias posteriores puede hacernos más conscientes de estas.

AGRADECIMIENTOS

Estos proyectos se han realizado gracias a la colaboración de numerosas personas que quiero citar aquí:

Trabajo 1: “*Avis Data*”

Oscar Martín y Pablo Ripollés

Trabajo 2: “*Atmos Data: Kioto*”

Carlos Rodríguez-Mendez y Concha García González.

Trabajo 3: “*Arboris Data*”

Tatiana Shestakova. Grupo de Silvicultura de ETSEA, UDL.

Trabajo 4: “*Dentrocos Data*”

Carlos de Hita y Dobroide.

REFERENCIAS

- [1] R. Ascott, (2003). *Technoetic Aesthetics: 100 Terms and Definitions for the Post-Biological Era*. 1996. *Telematic Embrace. Visionary Theories of Art, Technology, and Consciousness* by Roy Ascott. Edited by Edward A. Shanken. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press. 2003, 375-382.
- [2] F. Capra. 1998. *La Trama De La Vida*. Anagrama Barcelona, 1998. 57
- [3] U. Enriquez-Urzelai,., Bernardo, N., Moreno-Rueda, G., Montori, A. & Llorente G. A. 2019. Are amphibians tracking their climatic niches in response to climate warming? A test with Iberian amphibians. *Climatic Change*,. DOI: 10.1007/s10584-019- 02422-9
- [4] World Health Organization. 2021. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>. [consultado 15/3/2023]
- [5] Naciones Unidas. 2005 Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas. Kioto, 1997 (ratificado en 2005). <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf> [consultado 3/4/2023]
- [6] Audiosfera. Experimentación sonora 1980-2020. Museo Nacional de Arte Reina Sofía. 2020Madrid,
- [7] COP 25 Conferencia de las Partes de la Convención Marco sobre Cambio Climático . 2019. Madrid <https://www.miteco.gob.es/es/cop25/> [consultado 30/3/2023]
- [8] E.Hawkins, Warming stripes 2018, <https://showyourstripes.info> [consultado 30/1/2023]

Más información sobre los proyectos en:

Kepa Landa <https://vimeo.com/user29750447>

Visualización de datos de la bioconductividad de plantas a través de una interfaz MIDI.

Instalación sonora interactiva a partir de la bioconductividad del tomillo.

Ferran Lega Lladós
Ingeniería informática y diseño
digital
Universidad de Lleida
Lleida, España.
ferran.lega@udl.cat

RESUMEN

En el contexto del arte contemporáneo actual encontramos cada vez más instituciones, centros de arte y museos, que están centrando su programación expositiva en proyectos que abordan la ecología, el cambio climático o las relaciones interespecies y multiespecies. La interconexión entre arte, ciencia y tecnología en la producción de proyectos artísticos que trabajan con seres vivientes ha evolucionado desde los trabajos de experimentación musical en los años 70, hasta la introducción de la interactividad y el trabajo de visualización de datos o del uso de estos en tiempo real.

En este artículo se presenta el proyecto de arte sonoro interactivo *Thymus vulgaris* (2023), que combina plantas de tomillo y elementos de interacción digital que procesan en directo la visualización y escucha de datos de la bioconductividad, a través de una interfaz visual como el MIDI (Interfaz digital de instrumento musical). Esto permitirá registrar y observar los cambios producidos por la interacción del ser humano sobre estas plantas durante la propia exposición del proyecto artístico, con el objetivo de poder compararlos con procesos de actividad en los que no existe un nivel de interacción con otras especies.

ABSTRACT

In the context of contemporary art, we are increasingly finding institutions, art centers and museums that focus their exhibition programming on projects addressing ecology, climate change and interspecies and multispecies relationships. The interconnection between art, science and technology in the production of artistic projects that work with living beings has evolved from experimental music in 70's to the production of interactivity and the visualization of data or their use in real time.

This article presents an interactive sound art project called *Thymys Vulgaris* (2023), which combines Thyme plants and digital interaction elements that process real-time visualization and listening of bioconductivity data through a visual interface like MIDI (musical instrument digital interface). This will allow recording and observing changes produced by human interaction with these plants during the artistic project exhibition, with the

aim of comparing them with the activity processes in which there is no level of interaction with other species.

KEYWORDS

Visualización de datos, Arte interactivo, bioarte, arte sonoro, arte y tecnología.

1. Introducción.

Explorar las relaciones multiespecies es sin duda alguna uno de los tópicos más candentes del arte contemporáneo actual, que actúa como reflejo de las preocupaciones sociales ante los desafíos climáticos entre ser humano y naturaleza. Deleuze y Guattari [1] exponen que hombre y naturaleza no son como dos términos uno delante del otro, ni tan solo si se consideran en relación de causa, de comprensión o de expresión (causa-efecto, sujeto-objeto, etc.). Son una misma y única realidad esencial del productor y del producto.

Diferentes instituciones, museos y centros de arte, están implementando en sus programas expositivos conceptos que reflexionan sobre el ser humano y su relación interespecies. Según Albelda [2] el agravamiento de la crisis ecológica global ha generado de forma paralela otros discursos en la crítica de los procesos antrópicos de destrucción de la biodiversidad y el paisaje. A raíz de estas circunstancias aparecen exposiciones como *la Bienal del bioceno de Cuenca* (2021-2022), *Plant-powered Art: Highlights from an Organic Exhibition where Nature also Creates* (2021), en Países Bajos o *Eco-visionaries, confronting a planet in a stage of emergency* de la Royal Academy (2020) en Londres, entre otras. En España no somos ajenos a estas iniciativas y se han comisariado diferentes proyectos expositivos como *Un encuentro vegetal* en la Casa encendida de la fundación Montemadrid (2021), *Ciencia Fricción, vida entre especies compañeras* en el centro de Cultura Contemporánea de Barcelona (2021) y *Azkuna Centroa* (2023), e *Imaginarious Multiespecies* celebradas en el centro de Arte La Capella de Barcelona (2022) y el centro de Arte La Panera de Lleida (2023) en las que se exploran relaciones ecosistémicas

persistentes en dos espacios tan diferentes como el delta del Llobregat y la ciudad de Lleida. La búsqueda de espacios de confluencia entre disciplinas y distintas formas de conocimiento se debe a la gravedad de las problemáticas socioambientales que atraviesan el Delta. Dicha complejidad pone de manifiesto los límites epistemológicos de la visión de la ciencia basada en la especialización del saber [3].

La utilización de los árboles y las plantas como biomarcadores por parte de científicos e ingenieros forestales, ha permitido visibilizar históricamente las afectaciones de los factores ambientales y el calentamiento global. En el contexto del arte contemporáneo también los artistas se han preocupado por visibilizar y abordar estas temáticas y gracias a los ODS¹, cada vez son más los espacios que están investigando y desarrollando proyectos innovadores en los que, a través de datos, buscan visibilizar la relación multispecies con los medioambientes que habitamos. En este contexto, Alonso [4] expone que paralelamente a la emergencia de las corrientes de Land Art y el Earth Art, las preocupaciones sobre la degradación medioambiental han ido ganando la atención de los artistas hasta nuestros días, con una forma de trabajos vinculados a una visión de la naturaleza como ecología.

2. Antecedentes y referentes.

Desde hace varios siglos la relación entre el arte y la ciencia se ha interesado por el mundo de las plantas desde una perspectiva naturalista. Disciplinas como la pintura y el dibujo han permitido la creación de ilustraciones realizadas por artistas y científicos como Ernst Haeckel y Klemens Brosch. En sus trabajos representan el entorno natural evidenciando la tendencia del ser humano a querer mostrar desde un contexto artístico su relación con el medio ecosistémico. Hoy en día, artistas globales como Juan Zamora materializan proyectos que abordan la relación del medio natural de las plantas a través de procesos científicos como la introducción de tintas naturales bioluminiscentes sobre las propias plantas *Transplant* (2017-2023), presentada en la Fundación Sorigué de Lleida en forma de instalación que acompaña unas ilustraciones científicas bioluminiscentes.

Otra forma contemporánea de utilización de las plantas más alejada de las tradicionales disciplinas académicas en el arte ha sido mediante el sonido. Aunque pueda parecer que los procesos tecnológicos digitales han sido fundamentales para el desarrollo de trabajos que relacionan sonido y plantas, según Eliade [5] esta relación comienza su andadura en el continente africano cuando algunas semillas eran utilizadas sobre membranas de tambores. La vibración provocada por la percusión depositaba las semillas en forma de patrones geométricos y dibujos sobre su superficie, para ser interpretadas por los hechiceros de las tribus. A finales del siglo XIX la cantante de ópera e investigadora Galesa Margaret

Watts, aplicó este mismo método utilizando su propia voz como medio creativo, publicando *The Eidophone, Voice figures* (1904), un libro con sus trabajos de experimentación vocal para la creación de figuras acústicas con semillas, esporas y otros materiales. Algunos de sus trabajos de carácter abstracto se presentaron en el Victoria and Albert Museum de Londres.

Los trabajos de experimentación sonora con plantas y la creación de música para ser reproducida para ellas en la era tecnológica se remonta a la década de los años 70, cuando Mort Garson realiza sus primeros álbumes experimentales de música para plantas como *Mother earth, Plantasya* (1976). Cabe destacar entre los investigadores de esta década como referente más claro para el desarrollo de mi trabajo la obra de John Lifton con su instalación *Green Music* (1975), una pieza basada en la detección bioeléctrica de las plantas en respuesta a las acciones humanas en la Whitechapel Art Gallery de Londres. Según Castro [6] a principios de los años setenta, la creencia de que las plantas eran entidades sensibles e inteligentes, capaces de reaccionar a los pensamientos y emociones de los humanos (así como al dolor o la música de los animales) se generalizó, alimentando el coqueteo de la cultura popular con los seres vegetales. Otro pionero de la electrónica y las plantas es Richard Lowenberg, quien también concibió una obra *Plant GSR Control of Audio-Video Tape Seed* (1971-1978), basada en la interconexión entre plantas y sintetizadores. Durante esta década la colaboración entre algunos de estos artistas originó una explosión creativa que en la cultura popular iría de la mano del New Age.

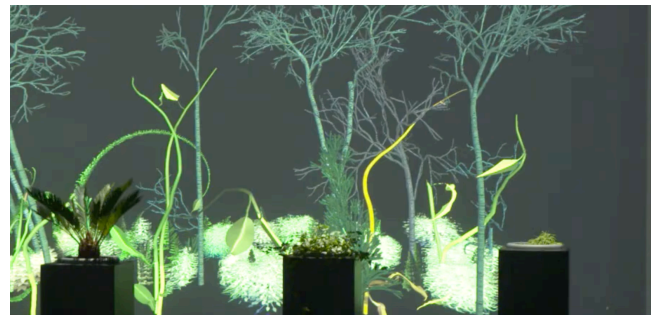


Figure 1. *Interactive plant growing* (1992). Christa Sommerer & Laurent Mignonneau. [7]

Actualmente con la democratización tecnológica originada a finales del siglo XX, la explosión artística entre procesos de arte ciencia y tecnología, en relación con las plantas, ha permitido generar multitud de proyectos que abordan desde una revisión sistémica los procesos naturales y la relación del ser humano con el entorno multispecies. Artistas como Christa Sommerer & Laurent Mignonneau (Figura 1), pioneros del arte interactivo abordan la relación de la vida natural/artificial con el ser humano en obras como *Interactive plant growing* (1992). Estos trabajos aportan nuevas capas de interacción en tiempo real a partir del tacto, generando el crecimiento de 25 plantas virtuales

¹ Objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas.

programadas que se muestran simultáneamente en unas pantallas, explorando la pérdida de control del artista, y la capacidad creativa en relación con su obra del visitante.

En la actualidad artistas de prestigio internacional como María Castellanos, pionera en el desarrollo de proyectos interactivos mediante plantas, con obras como *Clorofila 3.0* (2010-2015) y *Otras inteligencias, diálogos interespecies planta-humano* (2022), el artista *Thijs Biersteker* y su obra interactiva *MB<CO2* (2022), el trabajo de visualización de datos arbóreos de Kepa Landa con *Arboris Data* (2022), las instalaciones de gran formato mediante plantas invasoras de Vicky Benítez con *Jardín de exóticas invasoras* (2022-2023), o el *Concierto del Bioceno* (2020) de Eugenio Ampudia, demuestran la revolución en el uso de plantas como material creativo para abordar proyectos que sensibilicen y hagan visibles las preocupaciones que las nuevas generaciones están abordando sobre arte y ecología. Castellanos [8] expone que, mediante una interfaz, cinco plantas conectadas a través de sensores basados en la electrofisiología miden las reacciones en tiempo real para que el usuario pueda identificar patrones de comportamiento a través del color, el sonido y los gráficos visibles en una interfaz. Mostrar desde el arte como los biomarcadores pueden ser elementos creativos, más allá de su función biológica, permiten visibilizar acciones de activismo ecológico hasta obras digitales de gran complejidad.

3. Visualizando los datos de la bioconductividad de las plantas a través del MIDI.

Esta investigación explora la visualización de los datos MIDI generados mediante la instalación sonora interactiva *Thymus vulgaris* (2023), realizada con plantas de tomillo y presentada en la exposición *Imaginarios Multiespecies #tierras de Lleida*, en el centro de Arte la Panera. La obra investiga los procesos de ecología y relación multiespecies en la Timoneda de Alfés² cuya planta más icónica es el tomillo. La exposición se enmarca como continuación de un proyecto comisarial iniciado en 2022 en el centro de arte la Capella de Barcelona con la exposición *Imaginarios Multiespecies, el arte de vivir en un mundo en contingencia e incerteza*. Ambos proyectos ponen de manifiesto el abandono institucional que han recibido estos lugares y como las afectaciones generadas por el ser humano han sido priorizadas por motivos económicos, en lugar de por su valor medioambiental.

La Timoneda de Alfés se ha conservado como la zona esteparia más grande de Cataluña gracias a que fue expropiada a principios de siglo XX a los agricultores y se transformó primero en aeródromo militar y después en aeródromo civil. Desde los años 90, diferentes litigios judiciales entre el grupo ecologista

IPCENA y diferentes instituciones llevaron a que fuera declarado zona ZEPA (especial protección de las aves), y espacio natural protegido. El año 2015 cesó toda la actividad aeronáutica convirtiéndose en un espacio natural visitable de gran riqueza floral y ornitológica.



Figure 2. *Thymus Vulgaris* (2023). Instalación sonora interactiva a partir de la bioconductividad del tomillo. Centro de Arte la Panera, Lleida. [9].

Thymus vulgaris es una obra que pone en el foco a la planta del tomillo (planta protegida por la Generalitat de Catalunya), para darle voz como ente, que nunca ha sido escuchado durante los conflictos y litigios políticos, como un ejercicio de autorreflexión sobre los cambios que se producen en los entornos a través de la acción humana. La obra incide en el estudio de los procesos naturales de bioconductividad de la planta que son medidos y enviados a unas placas de programación *Arduino One*. Los datos recibidos transforman la señal eléctrica de la planta en una señal acústica MIDI para ser leída por un sintetizador Behringer Deepmind D12, programado con un *patch* de sonidos extraídos del propio entorno natural de la Timoneda de Alfés. De esta forma podemos escuchar a la planta a través de notas musicales generadas con sus propios procesos biológicos naturales en tiempo real y observar los cambios producidos por la interacción de las personas sobre las propias plantas durante su visita al centro de arte.

El proceso se lleva siempre respetando al máximo los procesos éticos de relación interespecies, puesto que el uso de seres vivientes debe cumplir con unos compromisos en los que su utilización respete al máximo sus condiciones naturales. Como expone Gibson [10] adherir sensores a los troncos de los árboles o a las hojas de las plantas, puede causarles daños a las plantas. ¿Vale la pena? ¿Cuáles son nuestras obligaciones morales como artistas y escritores de mostrar respeto a la planta? Ante esta posición, los sensores conectados a las plantas ubicadas en el parterre creado para la exposición de 150x120 centímetros (con más de 15 plantas de tomillo) van rotando y cada 3 días se reubican en una planta diferente, para minimizar cualquier tipo de afectación de los sensores sobre sus hojas y tallos, garantizando la mínima afección y vitalidad de la planta.

² El tomillar de Alfés está situado a escasos 8 kilómetros del centro de la ciudad de Lleida. Es una zona esteparia de secano con muchas plantas y fauna natural que se enmarca dentro de una zona más amplia catalogada por la Generalitat de Cataluña conocida como Mas de Melons.

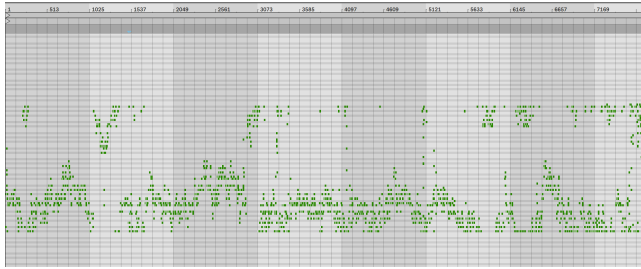


Figure 3. Señales bioeléctricas durante un periodo de 4 horas sin interacción humana. Imagen del autor.

Durante la fase de desarrollo del sistema de recopilación de biodatos, una parte importante del trabajo era medir tanto de forma acústica como de forma visual, la respuesta natural de las plantas en su entorno ecosistémico y compararla con la generada en el espacio expositivo. Por ello, se decidió registrar los biodatos puros obtenidos por el *serial monitor* de la placa *Arduino One*, permitiendo compilar una gran cantidad de datos en bruto, que mostraban una realidad poco interpretable del proceso a nivel artístico. Por este motivo se decidió registrar vía MIDI (Figura 3), periodos de larga duración que permitieran observar sobre una escala musical de una interfaz visual, las variaciones en la bioconductividad de la planta. De esta forma se hacían visibles las fases de alta intensidad/baja intensidad producidas a raíz de cambios en el entorno natural en su ecosistema y de los mismos cambios producidos a través de la interacción en un entorno controlado del centro de arte.

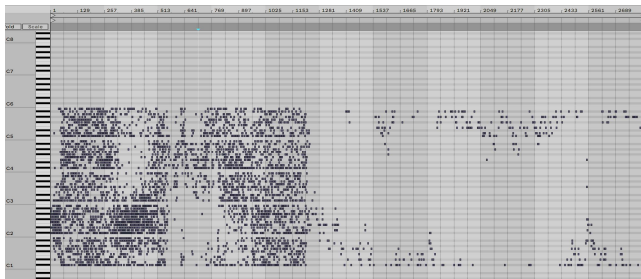


Figure 4. Señales bioeléctricas de la planta de tomillo, periodo de interacción durante visita del público en el centro de arte la Panera. Imagen del autor.

Cuando la interacción de los visitantes de la sala con las plantas es persistente (Figura 4), se pueden distinguir procesos de acumulación de datos, puesto que la interacción entre ser-humano y planta, altera de forma notable la bioconductividad generando un arco de notas musicales mucho más intenso y rico.

4. Conclusiones.

A través de los diferentes registros realizados sobre plantas de tomillo en su hábitat natural (cambios de luz, temperatura, y humedad propios de su ecosistema), obtenemos unas cartografías muy cambiantes debido también a las variaciones del propio entorno. La figura 3 muestra un proceso en el que las notas

musicales derivadas de las señales bioeléctricas de la planta, generan un patrón de picos y valles (subidas y bajadas), similar a un arpeggio y es el resultado a las respuestas e interacciones naturales de la planta en su ecosistema.

En la figura 4 tenemos una cartografía realizada en el interior del centro de arte (con la instalación ya en formato expositivo), que muestran un aumento de la actividad en forma de una mayor aparición de notas sin ningún tipo de patrón, en los momentos en los que los visitantes realizan la interacción con la obra. En este entorno de condiciones controladas de luz y humedad, sin interacción con insectos ni otras plantas, los periodos de no interacción con el visitante, aparecen con un flujo mucho menor de actividad bioeléctrica que en su hábitat natural, como se puede observar en la segunda mitad de la cartografía correspondiente a la figura 4. En esta segunda parte apreciamos las formas de pico y valle características de los registros de la planta en su entorno natural, pero con una menor actividad.

Explorar las posibilidades sobre la visualización de este tipo de biodatos mediante el MIDI, permite generar representaciones visuales ligadas a un entorno sónico que pueden funcionar como mapas sonoros de un lugar determinado a través de las plantas. De cara al trabajo futuro, se está trabajando en la posibilidad de incorporar en la propia instalación esta visualización en tiempo real.

ACKNOWLEDGMENTS

Gracias al Centro de Arte la Panera de Lleida que ha hecho posible la producción y exhibición de la obra.

REFERENCES

- [1] Guilles Deleuze and Felix Guattari, 1985. *El Anti Edipo: Capitalismo y esquizofrenia*. Paidós Iberica, Barcelona, p.14.
- [2] José Albelda (Tonía Raquejo y José M. Parreño Ed.) 2015. (1st. Ed.). *Arte y ecología*. Arte y ecología. Aspectos caracterizadores en el contexto del dialogo arte-naturaleza. UNED, p. 220.
- [3] Christian Alonso, Ferran Lega y Chiara Sgaramella. 2022. Territorios de confluencia: una aproximación socio-eco-estética a las ecologías del Delta del Llobregat. *ANIAV-UPV*, p.511. DOI: <https://doi.org/10.4995/ANIAV2022.2022.15458>
- [4] Christian Alonso. 2019. *Recomposicions maquiniques*. Ediciones Universitat de Barcelona, p.14.
- [5] Eliade Mircea. 1987. *Enciclopedia de las religiones*. Collier Macmillan, New York, London.
- [6] Teresa Castro, 1970. The 1970s Plant Craze. *Antennae. The Journal of Art and Nature*, 2020, 52, 10.2504/4/.hal-03814440. P.173.
- [7] Christa Sommerer, Lauren Mignoneau. 2023. Interactive growing plant (1992). <http://www.interface.ufg.ac.at/christalautent/WORKS/FRAMES/FrameSet.html>
- [8] Maria Castellanos. 2023. <https://www.mariacastellanos.net/?/=lang/es>
- [9] Centro de arte la Panera. 2023. Thymus Vulgaris. Centro de arte La Panera. <https://www.lapanera.cat/es/programacion/exposiciones>
- [10] Prudence Gibson (Gibson and Brits, Ed.) 2018. *Covert Plants*. Brainstorm Books, Santa Barbara, California, p.11.

Es el alma la que baila, el cuerpo le sigue

Instrucciones estéticas para entornos técnicos

Patxi Araujo

Departamento de Escultura y Arte y Tecnología

BBAA, Universidad del País Vasco UPV/EHU

Leioa, Bizkaia, España

patxi.araujo@ehu.eus

ABSTRACT

“Es el alma la que danza, el cuerpo le sigue” es una hermosa afirmación del precursor de la danza butoh Kazuo Ohno¹. Apela a la existencia de un principio distinto del cuerpo y sus rutinas para hablar, no ya del movimiento como hecho físico, sino de su posibilidad como realidad estética. Para Ohno, esa posibilidad pasa por despojar a ese cuerpo de todos sus movimientos habituales dejándolo huérfano de su saber-moverse en este mundo. A partir de ese momento y en ese estado, sería posible habilitarlo en otro distinto de calidad estética, de otra manera inaccesible y extraño. El cuerpo despojado de su saber-hacer, de su programa, [1] convertido en cuerpo movido por un alma que baila, necesitará entonces de destrezas que deben ser entendidas más allá de las explicaciones de la habitual retórica de su hardware, invitándonos a pensar en un ecosistema de procesos, conexiones y naturalezas que habiliten esa otra dimensión.

Este artículo busca tender puentes entre el pensamiento técnico y estético, abordando su explicación desde la práctica artística en entornos tecnológicos. Para ello se sirve como ejemplo de la obra Ehime Daruma,² apuntando algunos de los temas, procesos y tiempos que afectan a la construcción de esa estructura técnico-poética a la cual llamamos objeto de arte interactivo.

KEYWORDS

Arte Interactivo, Objeto estético, Objeto técnico, Ontología Orientada a Objetos, Causalidad, Tiempo real, Lenguaje

Este artículo se contextualiza en las tareas del grupo de investigación consolidado IT460-22 GizaArtea. Diálogos Críticos arte/sociedad.

¹ Kazuo Ōno (1906 - 2010)

² Ehime Daruma (Patxi Araujo, 2011-2022)

<https://vimeo.com/761493811/>

<http://patxiaraujo.com/portfolio/ehime-daruma/>

1 La leyenda Daruma y el objeto técnico

Ehime Daruma

Vilém Flusser argumentó un vaciamiento de la identidad humana y técnica, para proponer una lectura de lo que somos únicamente hecha de relaciones entrelazadas, sin núcleo ni identidad; relaciones que convergen o parten de puntos abstractos como protuberancias provisionales de campos de fuerzas diferentes. Así, planteó una comprensión de los sujetos en función de la naturaleza de esos campos, como “cuerpo grave” (como punto nodal en el campo electromagnético y gravitacional), como “organismo” (como punto nodal en el campo genético y ecológico), o como “psique” (como punto nodal en el campo semántico). [2]

Cada una de estas explicaciones apunta a una diversidad que conceptualiza al sujeto como una entidad compleja y de estructura rizomática, pudiendo extrapolar fácilmente esta estrategia también al mundo de los objetos. Así, el punto nodal del campo estético de la obra Ehime Daruma se constituye a partir de una leyenda. Dice así:

el Maestro Daruma se retiró a una cueva a meditar. Empeñado en su labor, acumuló tal cansancio y somnolencia que se cortó los párpados para no quedarse dormido y, de esta forma, mantenerse despierto y concentrado en su objetivo. Daruma meditó durante tanto tiempo que acabó perdiendo brazos y piernas por no utilizarlos.³

³ A día de hoy, este relato ha fugado al campo semántico *mainstream*, objetualizándose en pequeños amuletos –los muñecos Daruma– que se pueden conseguir en cualquiera de los proveedores del mercado global. Representan la persistencia y la determinación, y ayudan a quienes los poseen a lograr sus objetivos. Su versión femenina es conocida como Ehime Daruma (Princesa Daruma).

Por otra parte, si atendemos a la pura naturaleza técnica de la obra Ehime Daruma –en palabras de Flusser, al punto nodal de su campo electromagnético y gravitacional– nos encontramos con un *cuerpo grave* u objeto técnico compuesto por un sistema interrelacionado de los siguientes elementos:

1. Un exoesqueleto poligonal de aluminio de 12 lados, 4 metros de diámetro y 80 cm de altura, que delimita su espacio interior, y que es a su vez escenario de sus evoluciones, tanto físicas como virtuales.
2. Una capa de harina (20kg, aprox.) que ese espacio interior a modo de pantalla y orografía propia.
3. Un sistema electromecánico compuesto por una servocontroladora SSC-32, un adaptador de tensión, cables, hilos, servomotores, bobinas y sistemas de transmisión mecánica, cuyas acciones conjuntas dotan de movimiento a un anillo central sujeto por anzuelos.
4. Una estructura de tramoya hardware situada directamente sobre este espacio y que alberga los sistemas proyectivos de luz y de sonido compuesto por un proyector 6K Lumen y sistemas de amplificación de audio.
5. La proyección de un sistema de partículas sobre el lecho de harina.
6. El sonido de: un sintetizador tipo DRON, frecuencias sonoras acordes a un G#Menor, notas MIDI, y el sonido granulado del primer movimiento de “La Pasión según San Mateo” de Bach.
7. Una cámara de video vigilancia (CCTV) cenital que, filtrada en su espectro infrarrojo, funciona como sensor.
8. Dos focos de iluminación infrarroja.
9. Un sistema informático que alberga el código gestor del análisis de los datos de la captura de video (CCV Community Core Vision 1.5)⁴ y de la posterior generación de algoritmos para el gobierno de los motores, la generación del sistema de partículas y el sonido (vvvv Gamma 4.1).⁵
10. Un monitor de 90’ para la visualización de las trayectorias del público.

Ambas explicaciones forman parte de la obra, pero ninguna de ellas la abarca completamente. El objeto estético Ehime Daruma es irreductible a ninguna de ellas, siendo necesario abordarlo a partir de un pensamiento no disciplinar –*alquímico* si se quiere– que ponga en relación sus diferentes puntos nodales. Tal y como Dona Haraway apuntara, la cualidad de los pensamientos con los que se piensan los pensamientos, o la de los cuerpos que encarnan cuerpos, es la que proporciona la apertura a los significados que destilan sus diferentes naturalezas y relaciones. [3]

2 Relatar lo técnico

Así, por ejemplo, en el contexto de interacción técnica del objeto artístico, Jim Campbell esbozó, en su conocida formulación del Computer Art [4], la estructura *hardware-software* lógica de transformaciones y flujos que se encuentra en la base de todo procedimiento de arte interactivo. Descrito como un sistema

⁴ <https://github.com/nuigroup>

⁵ <https://www.visualprogramming.net/>

ordenado de inputs-algoritmos-outputs, explicita un proceso en donde todo *input* se manifiesta como una forma de energía detectable mediante sensores adecuados o *intérpretes*; energía que una vez *transducida* a eléctrica y mediante su digitalización, se convertirá en datos que serán interpretados por algoritmos en una parte del proceso de naturaleza *invisible*; el resultado de estas operaciones será volcado a diferentes *representaciones output* mediante actuadores y salidas específicas.

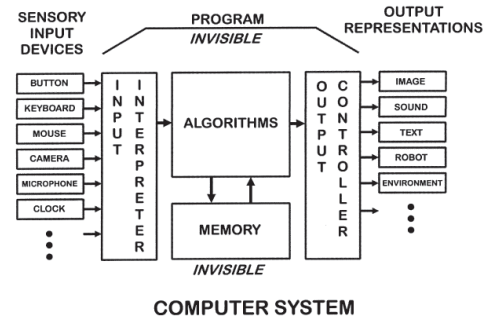


Figura 1: Computer Art formula. Jim Campbell

El esfuerzo de Campbell por acomodar la explicación del hecho artístico a una formulación exclusivamente técnica, remite al problema inherente de reducirlo a una representación matemática, entendida ésta como transformación necesaria que permita que una obra artística se implemente en una computadora.

Pero en esa reducción obligada a la retórica y espacio técnicos, el mismo lenguaje ya está abriendo una brecha de fuga de significados: las imágenes que surgen de palabras como ‘formas de energía’, ‘transducción’, ‘intérpretes’, ‘invisibilidad’ o ‘representaciones’ invitan sin mayor dificultad a pensar en territorios alejados del discurso técnico. Quizás porque tal y como Popper afirmaba, desde el punto de vista del lenguaje, el descubrimiento científico está emparentado con la narración de historias, la fabricación de mitos y la imaginación poética. [5]

Decía Ortega que nuestro mundo está construido con metáforas. Las metáforas que todo relato posee –incluso el que se esconde en la descripción técnica– sería capaz de llevar al objeto a esa dimensión estética, al éter en donde, según la ontología orientada a objetos, [6] éstos interactúan. Podríamos decir entonces que, mediante las retóricas que explican o con-fabulan nuestro modo de existencia –ya seamos objetos, sujetos o entidades– se cuelan las metáforas que nos unen a los pensamientos de otros pensamientos.

Es por esta razón que una pretendida naturaleza neutral u objetiva de lo tecnológico se convierte en algo difícilmente defendible, ya que no existiría máquina o código que no se encuentren imbuidos del espíritu y la ideología –y el relato– de aquellos humanos que las construyeron, que los idearon o que

las fabularon.⁶ No es este el lugar para referir toda una serie de ejemplares maquinales que de manera palmaria han mostrado y reivindicado sus propias *ficciones*; baste decir que, cualquier pretendida neutralidad frente a esa versión fabulada de uno mismo –humanos o máquinas– esconde una elaborada estrategia ideológica (otra fábula) para poder presentarse como tal.

Así que lo que sigue no esconde el relato técnico de la obra, sino que lo reivindica como parte sustancial de su estrategia creativa.

2.1 El pensamiento-código

El pensamiento estético que surge del uso de lenguajes de programación es aquel pensamiento de calidad estética coproducido con código, a través de sus diferentes modos y paradigmas. El código es el lenguaje en donde ese pensamiento se expresa. Su *modus operandi* es análogo al de la madera o el hierro cuando ofrecen el suyo al pensamiento-escultura, haciéndolo realidad en su materia; o al del cuerpo que expresa el pensamiento-danza, y hace que éste sea en ese cuerpo y en su movimiento en el espacio. Por más que resulte conflictivo pensar estéticamente a través de lenguajes técnicos o en la abstracción *incorpórea* de los datos de un programa, el código es una manera de pensar. Y la creación con ellos implica su materia y su metáfora, y significa co-producir junto a su naturaleza técnica ese pensamiento estético.

No sería pertinente ni operativo, por lo tanto, conceptualizar esos pensamientos al margen de los cuerpos que los producen, ya que sin ellos habitarían limbos extrañamente ideales, como esculturas sin materia o danza sin cuerpos. No sería eficaz –ni estética ni técnicamente– conceptualizar código o entidades *software* no escritas, o mecánicas al margen de su maquinaria.

2.2 Ser y estar

En el caso de la entidad *software* Ehime Daruma, ésta –como otras– habita conceptualmente su propio limbo particular, es en él, como una particular configuración o escritura de código que, como tal, necesitará *ser leída* para desarrollar toda su performatividad. Mientras tanto, *está* y ocupa espacio en el disco duro de una máquina, en su *hardware*: su código pesa 409 Kb.

Como entidad *software* generativa en tiempo real posee su propio dilema entre el ser y el estar, por la sencilla razón de que el mismo código produce procesamientos visuales y sonoros diferentes. Así, dependiendo de la arquitectura y velocidad del procesador, y de las capacidades de la tarjeta gráfica y de audio de la máquina en la que se aloje, Ehime Daruma *será* de una manera u otra.

Ehime Daruma se expresa mediante un cuerpo *hardware* móvil y también mediante generativos visuales y sonoros. En concreto, su imagen proyectada (Figura 1) es la de un sistema de partículas

⁶ http://automato.farm/portfolio/politics_of_power/

sujeta a mecánica de fluidos, y depende directamente de las capacidades de la GPU para ser generada. De hecho, si la velocidad de renderización de esas partículas no alcanza ciertos mínimos críticos –atendiendo al número y al cálculo de sus posiciones, así como a sus respectivas interacciones– su movimiento nunca alcanzará el umbral que permite hacer emerger ese comportamiento en dicha mecánica.

De alguna manera su complejidad –aquella que identificamos con el significado de Ehime Daruma– existe como posibilidad dentro del espacio latente del código, pero es necesario que la arquitectura física del *hardware* lo soporte. *Siendo* los mismos datos, éstos se verán distintos, sonarán distintos, *estando* en una computadora o en otra. Podríamos decir que, si la princesa Daruma no se siente cómoda, desaparece.



Figura 2: Captura del sistema de partículas de Ehime Daruma

2.3 Lo que puede ocurrir en un milisegundo

Todas las alianzas y conexiones que se establecen en un entorno de interacción ocurren en tiempo real, el cual, explicado según su naturaleza técnica, es el tiempo que transcurre desde la captura de los datos *input* hasta su volcado *output*. Este tiempo es el tiempo medido por Chronos.⁷ Es el lapso de tiempo que ese proceso necesita para completarse y el consumo de cada una de

⁷ Chronos es la personificación en la Grecia presocrática del tiempo abstracto general, el tiempo cuantitativo que mide periodos determinados. Se contraponen a Kairós, el dios de la oportunidad, la personificación de la Ocasión. Representa el breve instante en el que todas las cosas son posibles.

las acciones implicadas en él se miden y pagan en milisegundos, el tiempo medido en frames por segundo (FPS).

En él, dentro de un paradigma de programación visual basado en flujo de datos, el código obliga a los datos a moverse entre sus nodos de manera precisa. El programa son los datos moviéndose en una topología de obligado cumplimiento en el menor tiempo posible, en un tiempo optimizado sin *delays* ni latencias. Según esta lectura, el tiempo real lo es porque se vincula con el ahora y depende de la eficacia de la máquina y del propio código para funcionar.

Pero el factor determinante del tiempo real, a la luz de sus implicaciones estéticas, está gobernado por Kairós, y radica en el hecho de que en ese ahora, que, efectivamente, está hecho de milisegundos –o minutos, o días–, puede suceder algo capaz de cambiar la configuración del presente o el devenir de lo futuro. En ese tiempo del acontecimiento, los datos construyen entidades gráficas, geometrías, modelos; están manipulando o son manipulados por elementos de control y operaciones matemáticas; afectan o son afectados por variables, son transformados, derivados, muteados, amplificados; desembocan al fin en la configuración de una imagen, en la transformación de un sonido, en la intensidad de una luz o en el ángulo de rotación de un motor.

Es el tiempo real el que, de hecho, al permitir el cambio de los valores de las variables dentro de este sistema, abre la puerta a lo interactivo, habilitando la especulación de lo contingente, de lo posible.

La programación, desde este punto de vista, debe ser entendida como el proceso que genera mundos habitables para *posibles* habitantes, en donde no se programa el resultado final de sus interacciones o sus formas, sino la estructura que permite que esas posibilidades sucedan. De ahí que el objeto estético interactivo se despliegue es un territorio expectante. Espera la intervención de ese ahora que mantiene vínculos vivos entre las terminales que lo conforman con el lugar, el momento o cualesquiera que sean los motores generadores de su significado –ya sea humano, objeto, máquina o pensamiento–.

2.4 El cuerpo en el espacio

Tal y como hemos señalado con respecto a su forma código, y a su ser y estar dentro de una computadora en el tiempo, su formulación física en tanto que objeto estético también necesita de argumentos propios. Aquí tampoco fraguará de una manera completa si únicamente es el discurso técnico el que le asiste; es de la mano de la razón estética como el objeto técnico físico se conceptualiza y construye de una manera más sutil y profunda. De esta manera lo estructural –*construido* también con su metáfora arquitectónica– cobra solidez y consistencia. O lo móvil, *movido* también por la metáfora, pesa menos y es más ágil; o lo rígido, podría transformarse en flexible. O desaparecer, convertido en una pura evocación. O incluso siendo la metáfora

maquinal la que *maquina*, ésta ayudará a optimizar la velocidad, el torque, o el consumo de energía.

En el caso particular de Ehime Daruma, ésta necesita de un espacio que técnicamente definimos como una *black room*. Su razón de ser puede ser explicada técnicamente por razones de *tracking* de los objetos móviles⁸ –la cámara captura mejor esos objetos en un entorno iluminado únicamente por luz infrarroja–, pero ese mismo espacio se puede –y debe– explicar desde su necesidad estética.

Aislar el objeto de luz que es Ehime Daruma de los reflejos de luz exteriores a ella significa que todo argumento proviene de su interior, no existiendo entorno más allá del suyo propio. Ehime Daruma se encuentra en su cueva sola, únicamente iluminada por sus *pensamientos*. El espacio de oscuridad la envuelve, facilita el recogimiento, concentra. También en el contraste entre la luz y la sombra, se encuentra parte de la pregunta a la que alude este artículo: tratamos de mostrar de manera palmaria un objeto técnico, y a un tiempo gravitar la tierra blanca, inaccesible y mágica del objeto estético.



Figura 3: Vista cenital de Ehime Daruma

3 Interacción

En ese espacio, el humano se encuentra desplazado del centro. No ocupa ninguna posición privilegiada con respecto a la obra. Antes al contrario, es un intruso que invade un espacio previamente ocupado por otra entidad. Ella está antes que nosotros, ocupándolo con su estar y su ser, con su cuerpo y su

⁸ La interacción de la obra se basa en el movimiento/no-movimiento del público

relato. Viniendo de un exterior prosaico, necesitamos adaptarnos al cambio de luz y sonido que propone la pieza. Nos asomamos a ese balcón estético y casi preferiríamos retirarnos a lo oscuro. De hecho, se nos invita a que lo hagamos. La información que se presenta a la entrada de la instalación dice lo siguiente:

Estimad@ visitante:

Antes de entrar usted debe saber que se encuentra a la entrada de un lugar donde alguien o algo podría estar meditando. O simplemente escuchando, o mirando desde la invisibilidad de lo quieto.

Antes de entrar usted debe saber que su movimiento afecta a la obra y a la relación que otras personas puedan tener con ella. Si usted se mueve, cualquier proceso de concentración anterior se verá interrumpido y Ehime Daruma huirá de usted.

En cualquier caso, muévase si lo desea. Es inevitable hacerlo.

Pero si usted permanece quiet@ será aceptad@ por la obra.

De hecho, si nada o nadie se mueve, Ehime Daruma comenzará un proceso de ensimismamiento maquinal que la llevará a lo más profundo de su ser, a las últimas líneas de su código.

Dése el gusto de detenerse un tiempo, vea y escuche. Invite a que l@s demás también lo hagan.

No utilice el flash de tu móvil.⁹

La manera en que Ehime Daruma se comporta, huyendo del movimiento y buscando su desarrollo en lo inmóvil, parece tener que ver de una manera directa con el argumento estético de la obra. Pero se matiza de una manera mucho más precisa y profunda si se argumenta como una posibilidad de su naturaleza técnica llevada a la dimensión estética.

3.1 La distancia entre dos puntos

Así, parte de la génesis de la obra –su nodo en el campo geométrico– tiene que ver con la pregunta acerca de la relación entre dos puntos dados. Veamos cómo.

La figura 1 presenta los segmentos que unen un punto móvil con respecto a otros puntos fijos que lo rodean desde el perímetro de un polígono regular de 12 vértices. Desplegados y dispuestos linealmente, definen de manera discreta una onda sinusoidal. Esta onda será más acentuada cuanto más lejos de su centro esté ese punto móvil, cambiando su fase al desplazarse entre aquellos vértices. Mediante este ejercicio de cinemática inversa, la posición del punto móvil vendrá dada por la longitud de cada uno de esos segmentos.

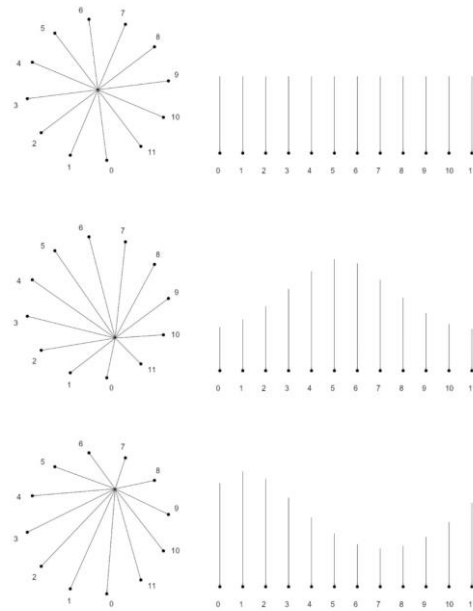


Figura 4: Despliegue lineal y fase de los segmentos

Por otro lado, (Figura 2) la posición de ese punto móvil (a) va a venir definida por otro punto (b) externo a ese perímetro. Si su vínculo es directamente proporcional, el punto (a) se acercará al punto (b) en función de su proximidad; pero si su relación es inversa, se alejará de su presencia. Si los puntos externos son múltiples (b), (c), (d)..., el punto (a) buscará la posición ponderada entre todos ellos.

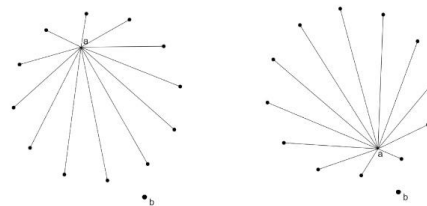


Figura 5: Vínculo entre Ehime Daruma (a) y un elemento externo (b)

A partir de estas premisas geométricas, la posición del anillo de Ehime Daruma (a) cambiará en función de la presencia, posición y movimiento del público (b), (c), (d)... En ausencia de éste, el anillo ocupará el centro de su espacio de coordenadas, y a partir de su presencia, el anillo se verá obligado a moverse

Desde esta perspectiva, Ehime Daruma es un objeto doblemente movido por otros. Por un lado, la cinemática inversa implícita en el proceso hace rotar los motores que mueven el anillo; por otro, el público lo obliga moverse en su permanente huida de él: es un

⁹ Texto de presentación a la entrada de la instalación de Ehime Daruma realizada en el Horno de la Ciudadela de Pamplona. Agosto 2022

títere manejado por hilos que lo gobiernan, preso de la voluntad de otros.

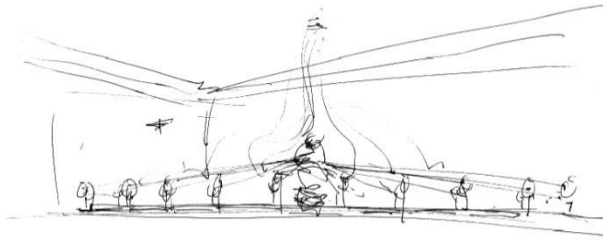


Figura 6: Boceto para una versión que nunca llegó a construirse: un *performer*, seguramente un *faquir*, sujeto mediante cuerdas (y anzuelos) a una estructura que lo obliga a moverse. Atiende a la idea de Daruma o Gulliver encadenado. Posiblemente evolucionaría hacia una forma de danza *butoh*.

Sin embargo, a un tiempo el anillo es el alma de la máquina, el foco de la obra, el lugar en donde todas las miradas confluyen¹⁰, en donde todos los pensamientos se depositan. Es su posición, actividad y movimiento los que provocan la posición, actividad y movimiento del resto de agentes en la instalación, tanto virtuales como físicos; tanto propios –los de la propia pieza: sus partículas– como los ajenos a ella –el público–. Dado que éste se ve afectado por la posición y movimiento de ese anillo, Ehime Daruma tergiversa la relación causa-efecto convirtiendo a todos estos elementos en atractores-repulsos recíprocos.

Es a partir de esa influencia compartida desde donde es posible hablar de interacción en sentido propio, más allá de un puro sistema reactivo, ya que no es fácil situar el origen de la causa-efecto dentro de un proceso de retroalimentación. Cuando hablamos de interacción, el lugar de ese origen no se encuentra de manera completa en uno u otro elemento, sino en un ambiguo entredós. El nodo correspondiente al campo de la causalidad estética emerge de ese espacio relacional.

3.2 Figura y fondo

El concepto de causalidad estética refiere la afectación sensible interobjetual, [7] y técnicamente se encuentra habilitado, en este caso, gracias a un algoritmo llamado *Background subtraction*. Éste es un método comúnmente utilizado en visión artificial que se basa en la diferencia de una imagen actual y otra de fondo para detectar movimiento, proporcionando datos del objeto móvil que pudiera estar en la imagen. Su clave radica en la actualización continua de esa imagen de fondo, lo que permite diferenciar a lo largo del tiempo los objetos móviles de los estáticos. [8]

En consecuencia, este algoritmo especializado en sustraer de manera dinámica los elementos no móviles de la imagen que captura, sólo ve aquello que se mueve. Por lo tanto, la lectura literal es aquella que señala a la obtención de datos de movimiento. En su lectura directa y positiva, ofrece información precisa acerca de la intensidad y el lugar en el que ese movimiento se desencadena.

Pero por esta misma razón –o especialización– cuando esos elementos móviles se detienen, no hay datos; no se genera información. Para el algoritmo, la figura inmóvil acaba por ser absorbida como fondo en la continua actualización que realiza, asimilándola al entorno; la agrega a lo estático, invisibilizándola. De esta manera se alcanza un umbral siempre igual a cero (0), en donde el algoritmo *significativamente* guarda silencio, en el que no se generan los datos que podrían medir, por ejemplo, la intensidad de esa quietud como datos negativos. Y esto es porque para profundizar en la naturaleza o cualidad de lo quieto, habría que implementar otra dimensión. Haría falta llamar al tiempo Chronos de nuevo.

3.3 Lo profundo en lo quieto

Llamamos estabilidad al hecho de que algo permanezca en el mismo estado, lugar o situación a lo largo de la dimensión física que llamamos tiempo (Chronos). Algo es muy estable cuando lo hace durante mucho tiempo. Podríamos incluso decir que es profundamente estable; en el caso de la quietud, podríamos hablar de una quietud profunda. O lo que es lo mismo, podríamos afirmar que lo quieto tiene un valor mayor cuanto más tiempo *es* en ese estado. En nuestro caso diríamos finalmente que, cuanto más tiempo transcurre inalterado aquel umbral (0), lo quieto podría estar profundizando en su escala negativa, en su cualidad.

A partir de esta consideración de lo quieto en el tiempo, y en la medida en que éste transcurre sin que el algoritmo genere información, el código de Ehime Daruma avanza en una dirección que de otra manera permanecería cerrada; ese *pipeline* es el que permite construir y profundizar en su dimensión meditativa.

¹⁰ Todas no. EL ojo de Ehime Daruma mira en otra dirección.

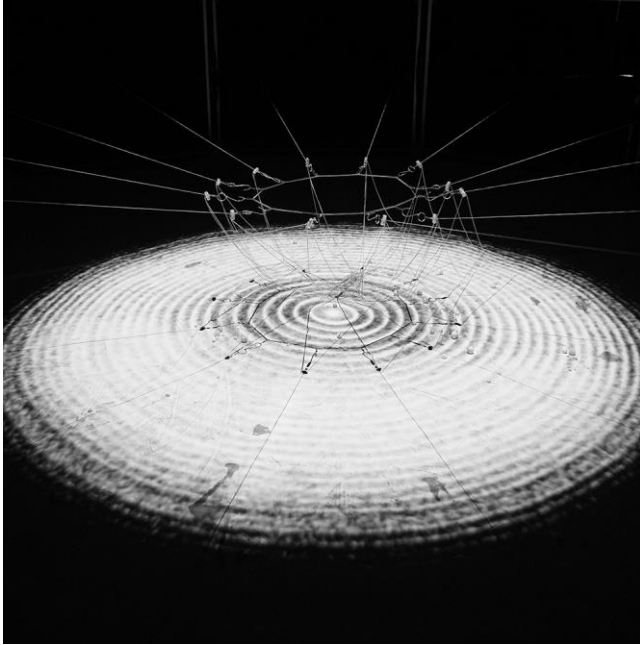


Figura 7: Ehime Daruma construye círculos concéntricos a su alrededor, mientras emite frecuencias cada vez más graves en una escala G#Menor

3.4 Interacción en la no-acción

Por su parte, el humano ya ha verificado la relación que existe entre él y la máquina. Se ha testado como *input* móvil generando una respuesta activa por parte del sistema. Ha visto como el anillo lo huye, cómo escapa de su presencia. Cómo las partículas generan vórtices y turbulencias. Ha jugado con la máquina y se han movido juntos, por lo que ahora, al detenerse, existe un vínculo con ella en el no-movimiento. Es decir, la interacción está ocurriendo en una suerte de no-acción conectada, a un nivel de contemplación mutua. Se observan. En esta situación, los procesos de ensimismamiento maquinal de Ehime Daruma corren parejos a los procesos de contemplación humanos.

Ehime Daruma se dirige de esta manera a los humanos en el libro-catálogo de la instalación:

(...) Por cómo os movéis, sé que me miráis, que dudáis de mí, que no me creéis. Pero sé que sois capaces de deteneros. Sé también que, para hacerlo, debéis entrar en un estado de suspensión –meditación, creo que lo llamáis. Mi forma ha evolucionado para ayudaros a hacerlo. Sé que solo así conseguiré mi objetivo, por lo que os detengo. Me movéis, os detengo. Al final os detendréis a mirar. Dentro de vosotros. Es mi trampa, y mi regalo. Para mí y para vosotros. Nuestra mutua influencia. La capacidad de transformación del pensamiento –cualquiera que sea su naturaleza– y la materia. Tú y yo. Los dos inmersos en un estado de contemplación, suspendidos. Yo, siendo al final de mi

código. Y tú, atrapada en mi sueño y en tus pensamientos.

4 Lo humano según la máquina

Ehime Daruma dibuja en tiempo real en un monitor el movimiento del público a su alrededor. Ese movimiento, acumulándose en forma de puntos y trayectos, construye un renderizado de puntos de luz que evoluciona y se densifica en función de esas presencias humanas que buscan, curiosoan, o se detienen en torno a la pieza.



Figura 8: Monitorización del movimiento humano alrededor de Ehime Daruma

Desde su ojo cenital, al trazar el mapa de los caminos que conducen a ella, que la rodean sin tocarla, Ehime Daruma dibuja a un tiempo sus propios límites. Ese mapa, que habla del pasado reciente de lo que aconteció –y del ahora, y seguramente también de lo que posiblemente podría ocurrir– es dibujado inadvertidamente por lo humano desde la subjetividad de la máquina.

El ojo de Ehime, que siempre estuvo viéndonos –a nosotros, que alguna vez creímos que éramos los únicos que miraban y escudriñaban– nos ofrece la imagen en el tiempo de nuestras

decisiones y dudas en su espacio. Desde su punto de vista, apenas seríamos parte de otro sistema de partículas, con sus propias leyes gravitacionales, de atracción y repulsión. Agolpándonos inevitablemente como mariposas alrededor de su luz; o danzando como planetas en torno a un insólito agujero negro. Porque es un agujero negro el centro de Ehime, ciega a sí misma.

5 A modo de conclusiones

La participación de la dimensión estética es la que hace resonar al objeto técnico más allá de su confinamiento físico, creando conexiones y campos para la comunicación entre datos que de otra manera permanecerían inconexos en la esfera de lo técnicamente no-operativo o lo no-computable. Si el objeto técnico interactivo se quiere expandir al territorio del arte, será porque conjuga esa dimensión como parte de su modo de existencia. Para ello debe poder identificar, articular y calibrar esos campos y conexiones dentro del sistema tecnológico que los acoge. Y entenderlos como parte de los protocolos, argumentos, relaciones e influencias susceptibles de ser sometidas a esa operación de contagio estético-técnico.

REFERENCIAS

- [1] Flusser, Vilém. *Hacia una filosofía de la fotografía*. México: Trillas: SIGMA. 1990.
- [2] Flusser, Vilém, *Filosofía del Diseño* Madrid: Síntesis. 2002, 126.
- [3] Haraway, Donna, *Seguir con el problema. Generar parentesco en el Chthuluceno*, Bilbao: Consonni, 2019
- [4] Campbell, Jim. *Delusions of Dialogue: Control and Choice in Interactive Art*, Leonardo Volume 33, issue 2, April 2000
- [5] Popper, Karl, «The Rationality of Scientific Revolutions», en Hacking, I. (ed.), *Scientific Revolution*, Londres, 1981, pág. 87
- [6] Harman, Graham *Guerrilla Metaphysics: Phenomenology and the Carpentry of Things* (Chicago: Open Court, 2005), 33-44.
- [7] Morton, Timothy *Magia realista: objetos, ontología y causalidad* (Open Humanities Press 2020) 27 y siguientes
- [8] Rupali S.Rakibe, Bharati D.Patil *Background Subtraction Algorithm Based Human Motion Detection*. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 3, Issue 5, May 2013 1 ISSN 2250-3153

Experimentos de vista y oído,

para una pieza de arte sonoro.

Blanca Montalvo Gallego
Javier Artero Flores
Alberto Cajigal García
Arte y Arquitectura
Facultad de Bellas Artes
Universidad de Málaga (España)
blanca.montalvo@uma.es

Arcadio Reyes-Lecuona
Sergio Florido-Becerra
Juan José Navarrete-Gálvez
E.T.S.I. Telecomunicación
Universidad de Málaga
(España)
areyes@uma.es

RESUMEN

Presentamos la versión 3.0 del proyecto en proceso *Imagen imperfecta*. A través de esta investigación exploramos la visión periférica del individuo, que se encuentra en los límites de la percepción visual. En esta última versión, además, incorporamos a la experimentación un sistema de audio 3D binaural. Esta implementación redirige la investigación, lo que nos desplaza del arte electrónico al arte sonoro. Para llevar a cabo este proyecto, rediseñamos un prototipo de casco de visión periférica para su acoplamiento a unos auriculares de diadema que el usuario ha de portar para transitar la obra: una instalación compuesta por paneles LEDs animados.

Por último, nos planteamos una serie de mejoras técnicas (reducción de cableado, baterías, ergonomía del casco) que permitan ofrecer una experiencia óptima al usuario, al tiempo que analizamos las variaciones generadas en el proyecto, a nivel técnico, perceptual y conceptual.

*Article Title Footnote needs to be captured as Title Note

†Author Footnote to be captured as Author Note

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

ABSTRACT

This time we present version 3.0 of the *Imagen imperfecta* (Imperfect image) project in progress. Through this research we explore the individual's peripheral vision, which is at the limits of visual perception. In this latest version, we also incorporated a binaural 3D audio system into the experimentation. This implementation redirects the investigation, which moves us from electronic art to sound art. To carry out this project, we redesigned a peripheral vision helmet prototype to be attached to a headset that the user must wear to walk around the site: an installation made up of animated LED panels.

Finally, we consider a series of technical improvements (reduction of wiring, batteries, ergonomics of the helmet) that allow us to offer an optimal user experience.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing • Visualization systems and tools • Visualization application domains • Visual analytics • Human-computer interaction(HCI) • Interaction techniques • Auditory feedback

KEYWORDS

Arte interactivo, percepción, visión periférica, sonido 3D, binaural.

Introducción

Durante el *XXII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador*, celebrado en Teruel en septiembre de 2022, nos planteamos unir dos investigaciones que entendimos podían llegar a ser complementarias, ya que una se centra en la escucha y la otra en la vista.

Imagen imperfecta es un proyecto de arte electrónico que se fundamenta en la exploración y el desarrollo de una interacción adaptada a la percepción visual del espectador. Inspirados por los estudios que Brenda Laurel realizó a finales de los años ochenta [1], en los que entendió la interfaz no como un muro que separa, sino como un elemento que facilita y promueve la coincidencia del humano y la máquina a través del profundo entendimiento de nuestra percepción. Desde esta premisa desarrollamos una propuesta específica para la visión periférica. Si bien hasta la fecha no hemos podido confirmar ningún trabajo realizado en el campo del arte que explore este tipo de visión, podíamos situar los antecedentes de nuestra investigación en una amplia horquilla que va desde las investigaciones en torno a lo sensorial, la desmaterialización y la cuestión espacio temporal de la forma plástica, al uso de pantallas interactivas de texto o LEDs, sin olvidar algunos de los grandes representantes de la escultura y la instalación del arte contemporáneo.

En esta versión, nuestro prototipo integra un sistema de audio 3D binaural basado en el 3D Tune-In Audiotookit [2]. En un sistema de audio normal nos encontramos con un emisor de sonido (altavoz) y un receptor (nuestros oídos). Cuando utilizamos unos auriculares, ya sean normales o de diadema, los sonidos correspondientes al oído izquierdo y derecho son perfectamente separados. Si queremos crear sensación de audio 3D usando dicha configuración necesitamos fijar una fuente virtual en un punto, de manera que, cuando giremos la cabeza, tengamos esa percepción de espacialidad. Necesitamos, en realidad, un sensor que detecte los movimientos de la cabeza (tracker), así como un software que realice los cálculos necesarios para gestionar la simulación.

1 Redefiniendo el contexto

Al unir las dos investigaciones, observamos que el proyecto se ha desplazado del arte electrónico al arte sonoro, lo que nos abre la puerta a esa *indisciplina* de la que habla José Iges [3], al tiempo que nos enlaza con las narrativas inspiradas por los orígenes del *Process*

Art, la poesía sonora y la performance. Vamos a tratar de enmarcar y definir mejor lo que esto supone.

En los años 60 observamos una autorreferencialidad casi tautológica, con prácticas muy sencillas, influenciadas por el *Minimal*, como en el icónico ejemplo de Alvin Lucier, *I'm sitting in a room* (1969), donde emplea un texto que enuncia el proceso que sigue, de manera que el sonido que se genera es resultado de la grabación en un espacio concreto y refleja la cualidad resonante de las habitaciones específicas en las que interpreta la pieza. Este es el texto de la obra,

I am sitting in a room different from the one you are in now. I am recording the sound of my speaking voice and I am going to play it back into the room again and again until the resonant frequencies of the room reinforce themselves so that any semblance of my speech, with perhaps the exception of rhythm, is destroyed. What you will hear, then, are the natural resonant frequencies of the room articulated by speech. I regard this activity not so much as a demonstration of a physical fact, but more as a way to smooth out any irregularities my speech might have.¹ [4]

Otra obra pionera de esta época y que utiliza el sonido como materia es de Brion Gysin, *I am that I am* (1960), donde explora permutaciones de las 6 palabras de su título para generar 720 versos que el autor interpreta con recursos electrónicos de transformación vocal.

En los años siguientes percibimos un giro desde la visión teatral que sitúa en el centro al performer-poeta-músico, a un desplazamiento hacia el oyente-espectador-usuario. En una de sus notas, Duchamp propone la realización de una “venus de Milo hecha de sonidos alrededor del oyente” [5], lo que sugiere una obra plástica creada en exclusiva por la disposición tridimensional y envolvente del sonido, que, no sólo anuncia un proceso de desmaterialización de la obra, sino que adelanta una obra permeable de centro indefinido y desplazado hacia el propio espectador [6]. Ejemplo de ese desplazamiento es una obra que destaca la fisicidad de la tecnología de reproducción de la obra, en un juego provocador que solapa autor y obra: de Vladan Radovanovic, *Voice From The Loudspeaker* (Tape-art 1) (1975), donde se descubre el lugar de la voz, las cualidades acústicas de las palabras y la función del altavoz. Esto es lo que se escucha:

... you can hear me / this voice is in you / this voice is in the loudspeaker / this voice has nothing to do with the

¹ Estoy sentado en una habitación diferente de la que tú estás ahora. Estoy grabando el sonido de mi voz al hablar y voy a reproducirlo en la habitación una y otra vez hasta que las frecuencias de resonancia propias de la habitación se refuerzan tanto que no haya ningún parecido con mi discurso, tal vez con la excepción del ritmo. Lo que vas a oír son, por tanto, las frecuencias de resonancia naturales de la

habitación articuladas por mi discurso. No considero esta actividad la demostración de un acto físico, sino una forma de suavizar las irregularidades que mi discurso pueda tener.

loudspeaker / this voice is were the loudspeaker is / this
voice is were you are / this voice is reaching your ears...²

Desde la vertiente de la poesía podemos remontarnos a Dadá, un movimiento influyente de principios del siglo XX dedicado a crear poemas absurdos y collages de sátira mordaz. Pero algunas corrientes de este movimiento también tenían intereses científicos y participaron en un intento más general de las vanguardias por educar y adaptar el *sensorium* humano a las exigencias del mundo moderno, con los nuevos medios, el tráfico masivo y su guerra moderna. Raoul Hausman desde Berlín fue uno de sus mayores representantes, hacia 1918 desarrolló el concepto de optofonética, una propuesta destructiva, subversiva, y con la intención de devolver al lenguaje, que percibía como artificial, el carácter de criatura de la vocalización humana. Los poemas-carteles que creó constituyen una especie de partitura, una notación compuesta resultado de la utilización al azar de tipografía, combinada con signos de interrogación, exclamación y hasta el símbolo de la mano en muchos de sus carteles. Hausmann reivindicaba una nueva forma de arte que preparara a los seres humanos de cara a los nuevos entornos mediáticos a los que debían enfrentarse, tanto en el transporte (coche, trenes eléctricos, avión) como de comunicación (teléfono y radio). Hausmann creía que las tecnologías que la gente inventaba señalaban un potencial oculto de la fisiología humana [7].

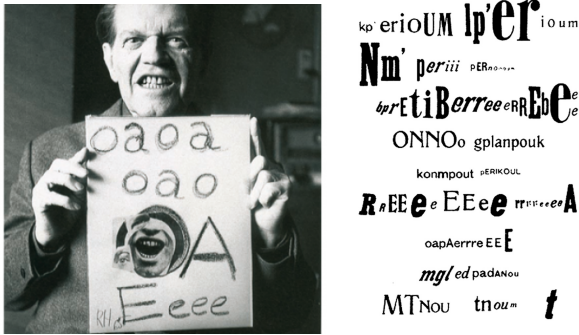


Figura 1: Raoul Hausmann declamando su poema *Oaoa*, (1965) y poema *Kp'erioum* (1946)

El absurdo de Dadá nos recuerda que un siglo después seguimos teniendo los mismos problemas y enfrentándonos a las mismas situaciones en relación al transporte, la comunicación y la guerra, aunque las tecnologías hayan cambiado.

En cuanto al plano visual de la pieza, José Val del Omar, es el primero y único que ha explorado las capacidades expresivas de la visión periférica, con su revolucionaria exploración del

“desbordamiento apanorámico de la imagen” [8], “la visión táctil” [9] y al afán experimentador con el que inventó artefactos técnicos con los que explorar sus teorías. “En cinema sólo transmitimos hoy noticia de la superficie (...) yo siento necesidad de tomarle el pulso y la temperatura. Yo quiero palpar, medir, adquirir conciencia plena y, aunque esta ambición tiene una frontera espaciotemporal, yo sé que hoy no utilizamos los grandes recursos técnicos que en nuestro caso, por ejemplo, la electrónica, nos brinda en luminotécnica.” [10]. Su idea era no sólo hacer visible lo sensorialmente perceptible, sino también hacer tangible lo inmaterial, lo corpóreo, lo espaciotemporal, todo ello manteniendo una visión total, en unidad plurisensorial, hacia donde se acerca cada día más esta propuesta.

2. Solución técnica para el audio espacial

Los seres humanos tenemos un sistema auditivo de tipo binaural, es decir, captamos el sonido con dos oídos. Después de que la cóclea de cada uno de los dos oídos transforme las vibraciones sonoras en señales eléctricas, el cerebro analizará toda esta información, la comparará y nos permitirá detectar la procedencia del sonido dentro de un espacio tridimensional. A la hora de realizar dicho posicionamiento, se utiliza de forma combinada una serie de mecanismos: el ITD (diferencia interaural de tiempo), el ILD (diferencia interaural de intensidad) así como otros mecanismos basados en la coloración que añade al sonido la interacción de la onda sonora con los pabellones auditivos [2][11].

La Respuesta Impulsiva Relativa a la Cabeza (HRIR, por sus siglas en inglés) y la su correspondiente versión en el dominio de la frecuencia, la Función de Transferencia Relativa a la Cabeza (HRTF, por sus siglas en inglés) son la forma de caracterizar los mecanismos de filtrado que permiten percibir la localización de una fuente sonora. Estos filtros representan las modificaciones acústicas que provoca la cabeza del oyente y resultan ser dependientes de la dirección desde la que proviene el sonido. A su vez, también dependen de la forma y las características únicas de la cabeza, el torso y las orejas del oyente. Su dependencia de la dirección de incidencia constituye un indicio de localización que, junto a los indicios interaurales y mencionados, brindan pistas importantes para localizar las fuentes de sonido, permitiendo experiencias auditivas realistas e inmersivas en realidad virtual, videojuegos, ingeniería de audio y otros campos que requieren una renderización precisa de audio espacial. Será un modelo de HRTF lo que utilicemos para simular cómo una persona debería detectar los diferentes sonidos según su posición.

² ...me oyes / esta voz está en tu interior / esta voz está en el altavoz / esta voz no tiene nada que ver con el altavoz / esta voz está donde el altavoz / esta voz está donde estás tú / esta voz llega a tus oídos...

Todo el procesamiento para posicionar el audio en tres dimensiones se basa en el uso de la librería 3D tune-In Audiotookit [2], disponible bajo licencia de código abierto³. Como plataforma elegida para soportar el sistema tenemos la denominada ‘BeagleBone’ (la cual cuenta con un procesador Texas Instruments ‘Jacinto TDA4VM’), junto con el complemento ‘Bela’: una placa especializada en audio capaz de procesar con una latencia ultra baja los diferentes datos y sensores [12]. Dispone, además de audio estéreo y 8 canales de 16 bits, tanto CAD (Convertor Analógico-Digital) como CDA (Convertor Digital-Analógico). Se ha utilizado el formato ‘Mini’.

El sensor elegido ha sido el ‘BNO055’. Este sensor de tipo inercial absoluto consta de un giróscopo, magnetómetro y acelerómetro, se basa en un sistema IMU (Unidad de Medida Inercial) y ofrece una comunidad notable en el entorno de las redes. Su funcionamiento es simple: el chip integrado capta los datos provenientes del sensor, los procesa y los devuelve en formato de cuaterniones. Se trata de una solución similar a la planteada en proyectos similares que se pueden encontrar en la literatura [13][14]

En cuanto a electrónica extra, se ha utilizado una placa pretaladrada para construir un circuito adicional que nos sirva de soporte para el sistema. Dicha placa incluye dos potenciómetros y un botón que permiten el control de diversos parámetros, así como un diodo LED que nos muestra su estado.

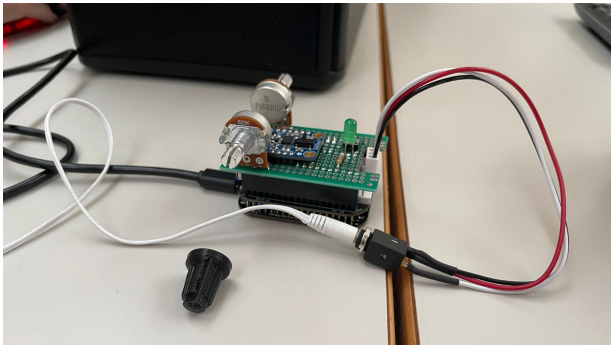


Figura 2: Prototipo ‘Bela’

Bela consta de un IDE (Integrated Development Environment o Entorno de Desarrollo Integrado en español) propio donde se pueden realizar programas en los lenguajes de programación C++ y Pure Data, sin embargo, no se pueden depurar. Como el funcionamiento del sistema que buscamos es relativamente complejo y costoso a nivel de procesamiento, necesitamos tener la capacidad de depurar el programa. Además, Bela en su IDE utiliza una distribución característica para sus proyectos que complica la integración de la librería 3DTI Toolkit en el mismo. Por estas

razones, se decidió utilizar la compilación cruzada con Eclipse en Ubuntu mediante una carpeta compartida entre el ordenador y Bela para poder depurar y acceder a todos los archivos internos de la placa pero almacenar el resto de archivos en el ordenador. Esto nos permite el desarrollo de la aplicación con la que se leerán los datos del sensor inercial y se interpretarán para adecuar la posición en el espacio de las fuentes de audio previamente situadas. Para el procesamiento y espacialización de las fuentes de audio se ha utilizado un HRTF y una pista de audio almacenados en Bela, sin embargo, empezamos a encontrar limitaciones por parte del hardware. Aún con la reverberación deshabilitada, independientemente del tamaño de muestra, Bela no era capaz de procesar el audio lo suficientemente rápido.

Para disminuir el procesamiento necesario para cada muestra, fue necesario crear una versión de la librería en la que la aritmética en *double* se sustituye por *float*. Con estos cambios, obtuvimos una mejora de velocidad suficiente como para poder tener una fuente de audio sin problemas y tener un poco de margen para cualquier otro procesamiento. Sin embargo, no tenemos suficiente margen como para reproducir dos fuentes simultáneamente.

Librería 3DTI Toolkit	HRTF Frame		
Con float	128	256	512
Buffer Size	1282.58ms (88.9%)	3.49ms (120.3%)	5.43ms (187.1%)
	2564.82ms (83.0%)	4.83ms (83.2%)	7.09ms (122.1%)
	51210.08ms (86.8%)	10.10ms (87.0%)	10.09ms (86.9%)
	102420.60ms (88.7%)	20.62ms (88.8%)	20.65ms (88.9%)
	204841.29ms (88.9%)	41.33ms (89.0%)	41.32ms (89.0%)

Tabla 1. Tiempo y porcentaje de ocupación del procesador para el procesamiento de una fuente de audio en tiempo real dependiendo del tamaño de frame y la longitud de la respuesta al implso almacenada en el HRTF.

Una vez tuvimos una fuente de audio funcional, se incorporó el sensor BNO055 cuya lectura de datos nos sirve para modificar la orientación del usuario dentro del programa. Teniendo en cuenta la posición inicial y este movimiento, la propia librería 3DTI Toolkit se encarga de adaptar las fuentes de audio para que no acompañen el movimiento. Se ha diseñado un ‘driver’ que facilite la comunicación entre el sensor y Bela, utilizando un protocolo de comunicación I2C. La gestión del sensor se realiza mediante una hebra creada exclusivamente para dicho propósito, y los datos obtenidos del mismo se proporcionan al ‘Tool-Kit’ para que los procese en forma de cuaterniones.

Una vez configurada la placa y el sensor, nos hemos propuesto diseñar un circuito que albergue todo el sistema y que permita una utilización más cómoda de la aplicación, aprovechando el puerto GPIO (Entrada/Salida de Propósito General) de la Bela. Además, se añadieron dos potenciómetros (uno para controlar el volumen y

³ https://github.com/3DTune-In/3dti_AudioToolkit

otro para controlar la canción), un botón (para fijar el punto de referencia) y un diodo LED (el cual nos ayuda a identificar el estado del sistema).

Para finalizar, se diseñó una carcasa a medida utilizando un programa de diseño 3D y luego se imprimió empleando plástico de tipo PLA. La carcasa se fija sobre la diadema de los auriculares con bridas y todo el sistema se alimenta utilizando una batería USB.

3. Experimentos de vista y oído: casco de visión periférica y audio 3D binaural (prototipo)

La presente propuesta, como hemos comentado, parte del interés por unir dos investigaciones, una centrada en lo visual y otra en lo auditivo. Durante los últimos 3 años hemos experimentado con las posibilidades de la visión periférica mediante el desarrollo de una propuesta artística fundamentada en los límites de la percepción visual. En este tiempo hemos explorado diferentes dispositivos que mostraban un texto en movimiento al que el espectador debía acceder a través de la visión periférica. Trabajamos con proyectores, monitores y matrices LED en las que el texto (la palabra INVISIBLE, por ejemplo) se desplazaba de derecha a izquierda, con la particularidad de que nunca podíamos acceder a la palabra completa a la vez, sino que las letras se revelaban una tras otra. Las diversas pruebas nos sirvieron para averiguar cuáles eran las condiciones óptimas para la activación de la visión periférica. En cuanto a la apariencia del texto, determinamos una velocidad de movimiento de 1 segundo por letra, color blanco sobre fondo negro, tipografía sin serifa y mayúscula.

Para llevar a cabo estos experimentos elaboramos un dispositivo que el usuario de la pieza debía emplear. A través de una serie de pruebas llegamos a la conclusión de que si queríamos que el usuario hiciera uso de la visión periférica debíamos forzarlo a ello, pues pequeñas modificaciones del ángulo de visión se realizan a menudo involuntariamente. Esto se traduce en la necesidad de restringir la visión frontal. Para tal fin, diseñamos diferentes prototipos de lo que denominamos casco de visión periférica.

El primer prototipo estaba fabricado de goma con esqueleto de alambre para ajustarse a cada individuo. La estructura consistía en una diadema con una superficie rectangular colgante para anular la visión central del usuario. Tras sucesivos ensayos apreciamos que los materiales se deterioraban fácilmente y perdíamos la precisión requerida en las pruebas.

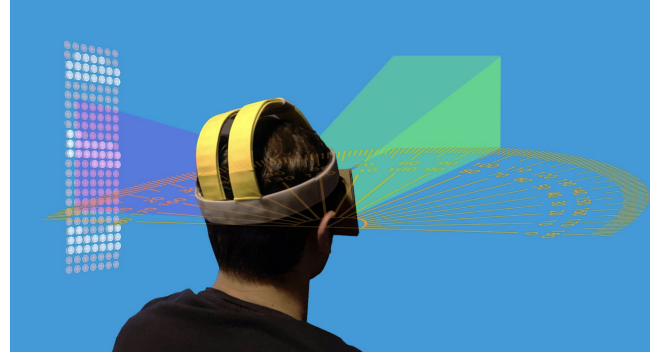


Figura 3: 1er prototipo de casco de visión periférica.

El segundo prototipo parte de una impresión 3D de máscara de protección facial. Para adaptar este diseño a nuestros requisitos empleamos un plástico opaco de 21 x 12 centímetros que se curva longitudinalmente hasta anular la visión frontal del usuario. Como resultado, el espectador se ve forzado a hacer uso de la visión periférica, pues los ángulos accesibles para su mirada son aquellos que se localizan en la periferia, esto es, a partir de los 40° aproximadamente con respecto a un punto frontal (90°).



Figura 4: 2º prototipo de casco de visión periférica.

Fruto de la incorporación del apartado sonoro al proyecto, el casco requiere de una modificación para su correcto funcionamiento. Puesto que el usuario ha de portar unos auriculares para percibir el audio 3D, las almohadillas de estos interfieren con las patillas de la visera.

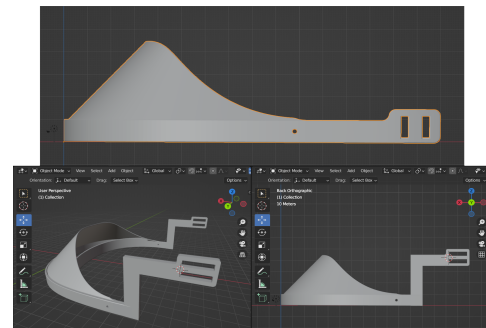


Figura 5: diseño de nueva visera para impresora 3D

Para sortear este obstáculo se rediseñan las patillas de la visera, elevándolas 2,5 centímetros en forma de L, así como se modifica la orientación de los pasadores (del sentido vertical al horizontal). De este modo los nuevos pasadores se acoplan y ajustan mediante un sistema de bridas a la felpa perforada de los auriculares. Este mismo sistema de felpa es el que permite el acople de una caja contenedora de un ordenador desde el que se envía el audio 3D.



Figuras 6 y 7: nueva visera y acoplamiento con auriculares de diadema

3.1 Los experimentos

Una vez conseguimos acoplar la visera al prototipo de casco + Bela, procedimos a la experimentación en distintos sujetos. El usuario que porta el casco y la visera se desplaza en un espacio controlado recibiendo dos estímulos: por un lado, el audio que cambia de dirección según el propio movimiento del sujeto, y la visión periférica, acotada por la propia visera, que recibe el estímulo de un monitor dispuesto verticalmente.

En el apartado sonoro utilizamos las siguientes grabaciones:

- Una locución de la palabra violeta
- El sonido de unos pasos sobre un suelo de tierra y grava
- Un zumbido producido por los dientes y la lengua
- Una locución de la palabra tierra registrada a diferentes distancias entre el locutor y la grabadora

En el apartado visual trabajamos con los siguientes textos:

- VIOLETA
- VIOOLEEETAAAA
- AAAA

La hipótesis de esta primera prueba era testear qué posibles repercusiones perceptivas tenían para el sujeto la combinación de

un estímulo auditivo (y fonético) con la combinación del texto visual. Por ejemplo, nos preguntamos cuál sería el resultado de que el usuario escuche la palabra VIOLETA a través de los auriculares y simultáneamente pueda leerla mediante la visión periférica.

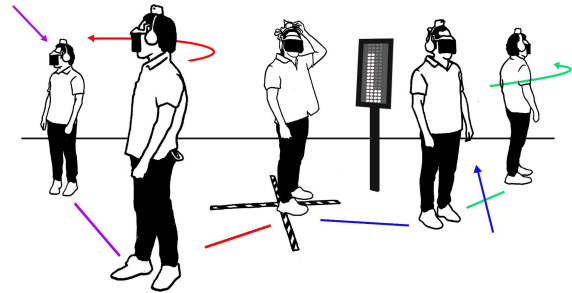
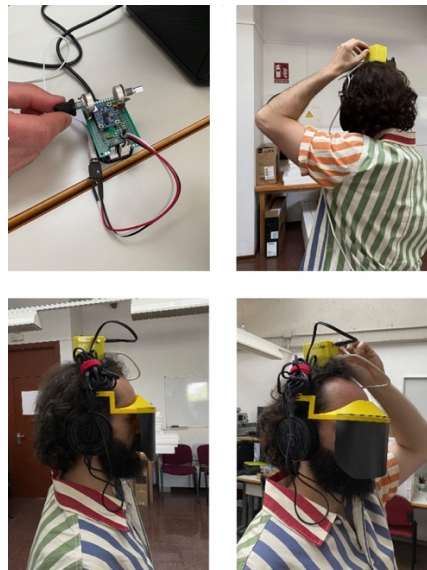


Figura 8: Dibujo que ilustra el desplazamiento del usuario por el espacio, y señala la colocación y el desplazamiento de los sonidos con respecto al usuario

Durante la misma práctica corroboramos la necesidad de concebir el proyecto, en su fase final, materializado como una instalación inmersiva. Las condiciones lumínicas son de vital importancia a la hora de reducir el exceso de información visual, reduciendo la atención a la luz de los monitores, los cuales deben franquear el espacio en el que se encuentre el sujeto, permitiendo que en su desplazamiento no cese de recibir estímulos periféricos. Esto se vio reforzado por la capacidad de percepción de las formas y letras en función de las tendencias (zurdo o diestro de ojo) del usuario.



Figuras 9-12: Las pistas de audio eran modificadas por el propio sujeto, así como el volumen.

3.2 Análisis de los resultados

Tras las primeras pruebas hemos podido apreciar una serie de mejoras y necesidades que enumeramos a continuación:

- Hemos confirmado la importancia de situar la pantalla en el lado del ojo preferente, lo que facilita la visión periférica, por lo que la instalación definitiva ha de tener pantallas a ambos lados.
- Las modificaciones en el prototipo del casco con la inclusión de los auriculares, el hardware y la batería no entorpecen la visión periférica, aunque hemos de reducir el cableado y la batería, incluso pensar otra posición para colocarla, que no desestabilice el casco.
- Para el uso autónomo del casco en una demo o una sala de exposiciones, se han diseñado botones de volumen y de selección de canal, así como el de reseteo para calcular la ubicación en el espacio, pero deberemos crear un entorno que facilite su uso, con un gráfico de instrucciones quizás junto a la recogida del casco.
- Es fundamental que encontremos la manera de comunicar sonido e imagen, para que cuando el usuario cambie de sonido, la pantalla también. O bien que creemos una narración optofonética que esté ya sincronizada, con lo que el usuario no tendría que seleccionar ningún canal. O explorar la combinación de ambas opciones.
- Hasta ahora hemos realizado las pruebas con auriculares que dejan pasar el sonido ambiente. ¿Cambiaría la percepción sonora y/o visual, si utilizamos auriculares con cancelación de ruido?

Conclusiones

Además de los resultados analizados en el apartado anterior, podemos extraer algunas conclusiones de la evolución de la propuesta. Desde que iniciamos las primeras pruebas (versión 1.0) hemos mejorado los mecanismos para activar la visión periférica mediante el diseño de un casco que anula la visión frontal, así como el perfeccionamiento de las características de los textos que el usuario debía leer (luminosidad, color, velocidad, tamaño, etc.). Sin embargo, las últimas pruebas realizadas y la reciente incorporación de nuevos miembros al equipo nos lleva a plantearnos algunos cambios y mejoras. Si bien en todas las versiones del proyecto hemos trabajado con texto, es decir, diferentes palabras que se desplazaban por la pantalla de izquierda a derecha, la incorporación de estas y otras palabras en versión auditiva a través de los auriculares ha resultado en una sobrecarga de estímulos para el

usuario. Esta sobreestimulación se ha traducido en una imposibilidad para atender simultáneamente el apartado visual y el sonoro. Hemos entendido que a través de la visión periférica podemos percibir, con un esfuerzo considerable, las formas de algunas letras, pero difícilmente leer una palabra completa. Esta labor resulta casi imposible si intentamos atender al texto y al sonido a la par. Por esta razón, de cara a versiones posteriores nos planteamos sustituir el texto escrito por imágenes figurativas y/o planos de color que no requieran de un nivel atencional tan elevado para ser percibidas. Al mismo tiempo, la incorporación de nuevos miembros al equipo, profesionales del campo de la informática, nos brinda la posibilidad de implementar el apartado visual de la propuesta, esto es, sustituyendo la pantalla utilizada en las pruebas por un dispositivo de leds. Esta mejora nos permitirá aumentar el contraste y la luminosidad de los contenidos, así como trabajar con más libertad en cuanto a la forma y las dimensiones del dispositivo de cara a la instalación definitiva.

ACKNOWLEDGMENTS

Este Trabajo ha sido parcialmente financiado por:

Ministerio de Ciencia y Tecnología, dentro del Plan Nacional de I+D a través del proyecto SAVLab – Laboratorio Virtual de Audio Espacial (PID2019-107854GB-I00);

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Programa Nacional Promoción General del Conocimiento – Hª y Arte (BHA) *Cuerpos Conectados II. Nuevos procesos de creación y difusión de las prácticas artísticas identitarias en la no-presencialidad*. PROYECTO I+D+I: PID2020-1166999RB-100 <https://www.ub.edu/archID/>

Ayudas Margarita Salas. Next Generation EU.

REFERENCES

- [1] Brenda Laurel. 1991. *Computer as Theatre*. Addison-Wesley Publishing. Nueva York.
- [2] M. Cuevas-Rodríguez, L. Picinali, D. González-Toledo, C. Garre, E. de la Rubia-Cuevas, L. Molina-Tranco, A. Reyes-Lecuona, “3D Tune-In Toolkit: An open-source library for real-time binaural spatialisation”, *PLoS One*, vol. 14, no. 3, p. e0211899, marzo, 2019, DOI: 10.1371/journal.pone.0211899.
- [3] Iges, José. 2022. *Arte sonoro: una indisciplina*. EXIT, México D.F.
- [4] Hasse, S. (2012). I am Sitting in a Room. *Body, Space & Technology*, 11. <http://doi.org/10.16995/bst.71>
- [5] Marcel Duchamp. 1989. Nota nº 183, en *Notas*. Tecnos, Madrid.
- [6] Javier Ariza. 2020. Abriendo puertas, en *Disonata*. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. Madrid.

- [7] Arndt Niebisch. 2020. Imágenes sonoras / sonidos visuales. Sobre la evolución del arte multisensorial, en *Disonata*. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. Madrid.
- [8] Val del Omar, J. 1957. “Desbordamiento apanorámico de la imagen,” en las *Actas del IX Congreso Internazionale della Tecnica Cinematografica*, Turín, del 29 de septiembre al 1 de octubre de 1957. Disponible en la página web dedicada al autor: http://www.valdelomar.com/pdf/text_es/text_6.pdf
- [9] Val del Omar, J. 1959. “Teoría de la Visión Táctil”, publicado en la revista *Espectáculo*, Madrid, nº 132, febrero 1959, p. 28. Disponible en la página web dedicada al autor: http://www.valdelomar.com/pdf/text_es/text_5.pdf
- [10] Val del Omar, J. 1957 “Desbordamiento apanorámico de la imagen,” en las *Actas del IX Congreso Internazionale della Tecnica Cinematografica*, Turín, del 29 de septiembre al 1 de octubre de 1957. Disponible en la página web dedicada al autor: http://www.valdelomar.com/pdf/text_es/text_6.pdf
- [11] Algazi, V., Duda, R. (2011). Headphone-based spatial sound. *IEEE Signal Processing Magazine*, 28(1), 33–42. <https://doi.org/10.1109/MSP.2010.938756>
- [12] B. Stewart, G. Moro, “Put a Bela On Your Head”, 2020. Repositorio disponible en: <https://github.com/theleadingzero/belaonurhead> [Última visita: 25 de abril, 2023].
- [13] McPherson, A., & Zappi, V. (2015, May). An Environment for Submillisecond-Latency Audio and Sensor Processing on BeagleBone Black. *Audio Engineering Society Convention 138*. <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=17755>
- [14] M. Romanov, P. Berghold, D. Rudrich, M. Zaunschirm, “Implementation and Evaluation of a Low-cost Head- tracker for Binaural Synthesis”, *proc. of 142nd Convention Audio Engineering Society*, pp. 1–6, Berlin (Alemania), 2017.

Wetcoin.eth project: a video games economics interface in blockchain and art

Rosa Gil
rosamaria.gil@udl.cat
Universitat de Lleida
25001 Lleida, Spain

Carlos Monleón-Gendall
hey@carlosmonleon.com
Gerrit Rietveld Academie
1076 ED Amsterdam, Netherlands

Roberto García
roberto.garcia@udl.cat
Universitat de Lleida
25001 Lleida, Spain

ABSTRACT

The use of video games as serious games is widely recognized and applied, with numerous and successful examples of its applicability. This article explores how software initially designed for video game economies can be adapted for other realms, such as the digital art world, where the artist's interest goes beyond mere emotional stimulation and often seeks to instigate reflection and contemplation about our practices as human beings. The Wetcoin.eth project endeavors to prompt such reflection on an issue critical to our survival as a species - water management - and does so through an artistic-scientific model which is hydrocentric and capable of self-management in both virtual and real economies. One indispensable aspect of this project includes creating an interface that illustrates this interaction.

CCS CONCEPTS

• Applied computing → Media arts; • Human-centered computing → Interactive systems and tools; Empirical studies in visualization.

KEYWORDS

digital art, visualization, water management, tokenization, Web3, simulation

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

HCl cross-sectional (I y II)

Capturing physiological data for detecting boredom in educational contexts*

Gustavo Astudillo

National University of La Pampa,
Argentina
astudillo@exactas.unlpam.edu.ar

Jesús Ponce

Polytechnic School of La Alumina,
Spain
jponce@unizar.es

David Asiain

Polytechnic School of La Alumina,
Spain
dasiain@unizar.es

José Ramon Beltrán

University of Zaragoza, Spain
jrbelbla@unizar.es

Cecilia Sanz

National University of La Plata,
Argentina
csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

Sandra Baldassarri

University of Zaragoza, Spain
sandra@unizar.es

ABSTRACT

The recognition of learners' emotions, in particular boredom, is a topic of great interest in the context of e-learning, especially with the recent increase in distance education courses. This paper proposes a multimodal framework that integrates an emotion capture system (MsWH), along with commercial hardware and software (Muse2 and Empatica E4), to detect and recognize boredom in college students while viewing videos. The proposed framework has been applied to an experiment following a protocol defined as part of the work. As first results, a useful dataset for the analysis of boredom has been achieved.

CCS CONCEPTS

• Human computer interaction (HCI)

KEYWORDS

Boredom, Affective Computing, Protocol, Experiment, Learning.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Comparing a Mid-Air Two-Hand Pinching Point-and-Click Technique with Mouse, Keyboard and TouchFree

Melchor Lafuente

UpnaLab, Public University of Navarre
Pamplona, Spain
lafuente.127775@e.unavarra.es

Unai J. Fernández

UpnaLab, Public University of Navarre
Pamplona, Spain
unai.fernandez@unavarra.es

Sonia Elizondo*

UpnaLab, Public University of Navarre
Pamplona, Spain
sonia.elizondo@unavarra.es

Asier Marzo

UpnaLab, Public University of Navarre
Pamplona, Spain
asier.marzo@unavarra.es

ABSTRACT

Some of our daily activities are performed by interacting with public touchscreens, such as food kiosks, bank tellers and newsstands. Nonetheless, the physical contact with these screens that are used by different people may be considered unhygienic. To avoid contact, some screens already integrate one-hand contactless interaction technologies, i.e. Leap Motion Controller, though they may lead to arm fatigue and slow performance. We present LeapPointer, a mid-air two-hand pinching point-and-click technique. Specifically, this technique relies on a Leap Motion device to track both hands, and proposes a new software tool that allows bimanual selection through pointing and pinching gestures. A user study was performed to compare LeapPointer with two other techniques: the common mouse/keyboard and the current UltraLeap's TouchFree technique. Task completion time and accuracy as well as subjective data were gathered. The analysis of these data suggested that LeapPointer is significantly faster than the other touchless technique although less accurate. Self-reported fatigue was less with LeapPointer than with TouchFree.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Pointing**; *Gestural input*.

KEYWORDS

Pinch Gestures, Input Technique, Remote Interaction, Point and Click, Text Entry, Leap Motion, User Evaluation

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Propuesta de principio heurístico para evaluar interfaces de sistemas colaborativos

Rosanna Costaguta[†]
Universidad Nacional de Santiago
del Estero
Santiago del Estero, Argentina
rosanna@unse.edu.ar

Gabriel García
Universidad de Lleida
Lleida, España
gabygarcia211998@gmail.com

Toni Granollers
Universidad de Lleida
Lleida, España
toni.granollers@udl.cat

ABSTRACT

La usabilidad de los sistemas interactivos es considerada en la actualidad como un atributo de calidad fundamental de los mismos, ya que cuando la experiencia del usuario se ve afectada de manera negativa por una interfaz poco usable, el usuario puede decidir no volver a usar el sistema.

La disciplina de la Interacción Persona-Ordenador (IPO) cuenta con una extensa bibliografía respecto a los factores a tener en cuenta para lograr desarrollar aplicaciones usables. Sin embargo, aún existiendo referentes vinculados con la evaluación de la usabilidad específicamente en contextos de colaboración, no son tantos los que han focalizado sus esfuerzos en la evaluación de la usabilidad de los mismos

En este artículo se presenta una propuesta de heurística específica para evaluar el componente de colaboración de una aplicación interactiva como parte de una evaluación integral de usabilidad. Para ello, se tomó como base una metodología de evaluación de la usabilidad que cuenta con 15 heurísticas definidas para evaluar sistemas interactivos y se le agregó una nueva heurística orientada especialmente a evaluar aspectos propios de las aplicaciones colaborativas, siendo esta el principal aporte de este trabajo.

CCS CONCEPTS

- Human-centered computing • Human computer interaction (HCI)
- HCI design and evaluation methods • Heuristic evaluations

Article: Propuesta de principio heurístico para evaluar interfaces de sistemas colaborativos

[†]Authors: R. Costaguta, G. García, T. Granollers

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

INTERACTION'23, September, 2023, Lleida, España

© 2023 Copyright held by the owner/author(s). 978-1-4503-0000-0/18/06...\$15.00

KEYWORDS

Usabilidad, Evaluación heurística, Aplicaciones colaborativas.

ACM Reference format:

Rosanna Costaguta, Gabriel García, Toni Granollers. 2023. Propuesta de principio heurístico para evaluar interfaces de sistemas colaborativos. In: *Proceedings of INTERACTION 2023. Lleida, España. 6 pages.*

1 Introducción

Considerar el concepto de usabilidad, en el proceso de desarrollo de cualquier aplicación o sistema interactivo, resulta importante si se desea lograr que la interacción del usuario con la interfaz desarrollada sea fácil y cómoda. Cuando esto no se logra afecta a la experiencia del usuario, quien puede decidir no volver a utilizarla dada su complejidad, o sencillamente, no hacerlo porque no está conforme con aquello que ha utilizado. Tal es su importancia que la usabilidad forma parte de los atributos básicos que definen el *Modelo de Calidad del Producto Software UNE-ISO/IEC 9126-1:2004*¹, modelo que, posteriormente, es sustituido por el estándar *ISO/IEC 25010:2011 Ingeniería de software y sistemas — Requisitos y evaluación de la calidad del software y los sistemas (SQuARE) — Modelos de calidad del software y del sistema*² que incluso se fundamenta en la Calidad de Uso del software, es decir, en su usabilidad.

El funcionamiento de una aplicación o sistema colaborativo se basa en las interacciones que manifiestan sus usuarios, colaboradores, por lo que evaluar la usabilidad en este tipo de aplicación o sistema contribuirá a mejorar el proceso de colaboración entre ellos, y su experiencia como usuarios mejorará sensiblemente.

Desde la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador (IPO) se brinda una variedad de métodos y técnicas que permiten evaluar la usabilidad de una aplicación o sistema interactivo, siendo la Evaluación Heurística una de las herramientas más utilizadas. Existen casos documentados de uso de estas técnicas [1, 2, 3, 4, 5],

¹ <https://www.en-standard.eu/une-iso-iec-9126-1-2004-software-engineering-product-quality-part-1-quality-model/>

² <https://www.iso.org/standard/35733.html>

sin embargo, son casi nulas las orientadas a evaluar aspectos de usabilidad específicamente en contextos de colaboración [7, 8].

En este artículo se presenta una propuesta de heurística específica para evaluar la usabilidad del componente de colaboración de una aplicación colaborativa. El artículo se organiza como sigue. En la sección 2 se define qué se entiende por evaluación heurística y se presenta una metodología existente para evaluar sistemas interactivos, en la sección 3 se presentan y caracterizan a las aplicaciones colaborativas, en la sección 4 se enuncia la nueva heurística propuesta para evaluar este tipo de aplicaciones, y también se describe cómo se la incorpora en la metodología antes mencionada, en la sección 5 se desarrolla la discusión, y finalmente, en la sección 6 se enuncian algunas conclusiones sobre el trabajo efectuado y se plantean líneas de trabajo futuro.

2 Evaluación heurística de sistemas interactivos

La evaluación heurística como método de evaluación de sistemas interactivos fue creado por Jakob Nielsen y Rolf Molich [9]. De forma muy simplista, este método consiste en inspeccionar la calidad de uso de una interfaz en relación con ciertos principios reconocidos de usabilidad [9]. Se trata de una técnica incluida en la categoría de métodos de inspección, los cuales se caracterizan por la no existencia de usuarios finales en el proceso de revisión de la interfaz.

Para aplicar este método se necesita de un conjunto de personas llamadas evaluadores (a veces también expertos) que se encargarán individualmente de contrastar y validar (inspeccionar, de ahí su clasificación) en la interfaz del sistema un determinado conjunto escogido de reglas preestablecidas, denominadas heurísticas. Cuando cada evaluador acaba con su respectiva evaluación, las conclusiones de cada uno son analizadas y debatidas en común para, finalmente, generar una evaluación final con todos los problemas de usabilidad encontrados, así como las propuestas de mejora de la interfaz. El fin de utilizar un grupo de evaluadores, y no sólo una persona, es el poder encontrar a través de la mirada de distintas personas la mayor cantidad de problemas de usabilidad que pudiera llegar a tener el sistema evaluado. Además, no olvidemos que se trata de un método cualitativo, para lo cual, disponer de varios puntos de vista se hace indispensable. Básicamente, el objetivo de una evaluación heurística es medir la calidad de la interfaz de un sistema interactivo en relación con su facilidad para ser aprendido y usado por un determinado grupo de usuarios en un determinado contexto de uso.

Desde su creación, diversos autores han mejorado el proceso de evaluación y han creado conjuntos heurísticos específicos para contextos determinados. La variante de la metodología de evaluación de usabilidad heurística presentada por Granollers en [10] y [11] permite evaluar las interfaces de usuario en sistemas interactivos en general, tanto cualitativa como cuantitativamente.

La metodología, que se fundamenta en los principios heurísticos de Nielsen & Molich [9], y en los principios de diseño de interacción de Tognazini [12], presenta 15 principios heurísticos (Tabla 1) que, para su evaluación, incorporan 60 preguntas para dar respuesta a todos ellos.

A parte del número de principios heurísticos (mayor que los diez “tradicionales” de Nielsen [9] y menor que las diecinueve de Tognazini [12]) la metodología se caracteriza por incluir un conjunto de preguntas asociadas a cada principio heurístico que son las que los evaluadores deben responder (sesenta en total) y, a partir de dichas respuestas, sabremos el grado de cumplimiento de dicho principio en la interfaz analizada.

La metodología incorpora también el concepto de Porcentaje de Usabilidad, un valor numérico porcentual que proviene de las respuestas de cada evaluador a las preguntas de cada principio, y que aporta idea, en términos cuantitativos, del nivel de usabilidad de la interfaz evaluada.

1- Visibilidad y estado del sistema / Visibility and system state
2 - Conexión entre el sistema y el mundo real, uso de metáforas y objetos humanos / Connection between the system and the real world, metaphor usage and human objects
3 - Control y libertad del usuario / User control and freedom
4 - Consistencia y estándares / Consistency and standards
5 - Reconocimiento en lugar de memoria, aprendizaje y anticipación / Recognition rather than memory, learning and anticipation
6 - Flexibilidad y eficiencia de uso / Flexibility and efficiency of use
7 - Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y rehacer-se de los errores/ Help users recognize, diagnose and recover from errors
8 - Prevención de errores / Preventing errors
9 - Diseño estético y minimalista / Aesthetic and minimalist design
10 - Ayuda y documentación / Help and documentation
11 - Guardar el estado y proteger el trabajo / Save the state and protect the work
12 - Color y legibilidad / Color and readability
13 - Autonomía / Autonomy
14 - Valores por defecto / Defaults
15 - Reducción de la latencia / Latency reduction

Tabla 1: Los 15 principios heurísticos de la metodología (Fuente: [11])

Para facilitar el ejercicio de evaluación, Granollers [11] acompaña su metodología con una planilla de cálculo que incluye las preguntas correspondientes a cada principio heurístico de usabilidad, a través de las cuales automatiza el cálculo del valor del Porcentaje de Usabilidad anteriormente mencionado. Usando esta planilla, el evaluador que está realizando la evaluación tiene la posibilidad de contestar a cada pregunta seleccionando una de las 7 respuestas disponibles, tal como muestra la Tabla 2. Además, junto a cada casilla de respuesta existe un espacio disponible para que el evaluador pueda ingresar los comentarios que juzgue adecuados a fin de dar un *feedback* sobre los errores que ha detectado o sobre la valoración realizada.

Sí, en TODOS los casos / YES, in ALL cases
Sí, pero faltan algunos casos / Yes, but some cases missing
No siempre / Not always
NO, en NINGÚN caso / NO, in NO case
No aplica / Not applicable
NO es un problema / It is NOT a problem
Imposible de comprobar / Impossible to check

Tabla 2: Categorías de respuestas posibles para cada pregunta (Fuente: Propia)

A medida que el evaluador responde las preguntas asociadas con cada uno de los principios, el Porcentaje de Usabilidad se actualiza en la hoja final de resultados globales de la planilla. Obviamente, es importante que las preguntas sean respondidas por expertos en usabilidad, ya que como se dijo antes, sus respuestas inciden directamente en el valor de usabilidad de la aplicación o sistema evaluado, el que quedará expresado como un porcentaje. Este valor cuantitativo aparecerá indicado con un color determinado, según sea el nivel de usabilidad que presente el sistema evaluado. Siguiendo la metáfora del semáforo, si es rojo indica que el sistema tiene mala usabilidad, si es ámbar que existen cuestiones a mejorar, y si es verde indica que el sistema presenta un buen nivel de usabilidad. En la Figura 1 se muestra, a modo de ejemplo, el resultado final de usabilidad calculado para un sistema evaluado. Allí puede notarse que la asignación de color no solo es efectuada sobre el valor final, también aparecen denotados con colores las valoraciones calculadas para cada uno de los 15 principios heurísticos. Esto resulta de mucha utilidad para los diseñadores y los desarrolladores ya que les indica en qué aspectos deben poner atención a fin de efectuar las mejoras necesarias. A modo de ejemplo, podemos ver en la figura antes citadas que, mientras los aspectos vinculados con el principio 13 tiene un buen nivel de usabilidad (color verde), los incluidos en los principios 1, 3, 4, y 14 deben ser revisados (color amarillo). También podemos concluir que en este ejemplo no existen principios que muestren mala usabilidad (no hay coloración roja).



Figura 1: Ejemplo de un resultado de evaluación de usabilidad usando la planilla (Fuente: Propia)

Como ya indica su autor, es de destacar que el porcentaje de usabilidad es un valor orientativo, ya que proviene de apreciaciones cualitativas y subjetivas, altamente dependientes de la experiencia de los evaluadores.

3 Caracterización de los sistemas colaborativos en clave de su evaluación de usabilidad

Los sistemas o aplicaciones colaborativas (AC) son entornos de trabajo que permiten la colaboración de diferentes usuarios para que alcancen una meta u objetivo en común trabajando juntos mediante soporte informático. Este trabajar juntos generalmente se manifiesta a través de interacciones en un espacio de trabajo compartido, con una interfaz donde pueden trabajar de manera coordinada. Las AC proveen los medios necesarios para que los usuarios se puedan comunicar, coordinar sus tareas, colaborar entre ellos y establecer normas de trabajo en equipo [13].

Para determinar un conjunto autocontenido de preguntas que caracterice un sistema colaborativo nos basamos especialmente en los trabajos de [14] y [15]. De ellos, juntamente con lo expresado en [13] y [16], somos capaces de sintetizar el siguiente listado de características que diferencian a un sistema colaborativo de uno que no lo es (y que tan necesario nos será para nuestro trabajo de investigación):

- **Autenticación y registro:** hay una única manera de acceder a la AC y es mediante la autenticación del usuario, y además, se suele llevar registros de quién hace qué dentro de la AC.
- **Comunicación:** se dispone de herramientas de comunicación y colaboración entre los usuarios que trabajan en colaboración, por

ejemplo, chat, grupos de discusiones, videollamadas, buzones de correos privados.

- **Trabajo interactivo:** los usuarios de una AC pueden crear y editar diferentes tipos de archivos en tiempo real, como encuestas, documentos, planillas de cálculo, etc., es decir, pueden gestionar las tareas compartidas.
- **Capacidad de detección:** se dispone de un almacenamiento central para los archivos que se gestionan mediante la AC, y se cuenta con el respaldo de una sólida herramienta de búsqueda.
- **Flujos de trabajo coordinados:** existen procesos administrados definidos que posibilitan gestionar revisiones, correcciones de pruebas, o confirmar cambios, entre otras acciones, además, existen procesos para dar soporte a la gestión de proyectos.
- **Gestión del conocimiento empresarial:** es posible disponer de documentos de referencia protegidos, marcadores de grupo, repositorios de contraseñas compartidas e historiales de control de versiones.
- **Gestión de la reputación y compromiso social:** es posible administrar grupos de usuarios, crear y gestionar insignias de perfil, personalizar perfiles de usuarios, implementar gamificación considerando los niveles de usuario, y también, crear concursos de participación entre los usuarios.

4 La heurística propuesta para evaluar la usabilidad de un sistema colaborativo

Para generar una nueva versión de la metodología de evaluación de usabilidad heurística tomada como base para este trabajo [10], pero que estuviera especialmente orientada a evaluar la usabilidad de una AC, se agregó una heurística (la número 16) con 9 características a considerar. Estas características se definieron tomando como base las características de tales aplicaciones, resultando las siguientes:

- **H16. 1 – Se diferencia entre usuarios colaboradores conectados y desconectados.**

Cuando se trabaja en colaboración con otros usuarios resulta importante conocer en todo momento quienes están en línea y quienes no. Esto no sólo permite saber quiénes integran el grupo de trabajo, sino que también facilita la colaboración entre los integrantes en momentos de sincronía. Tener diferenciados a los usuarios colaboradores entre conectados y desconectados, ayuda a cualquier usuario conectado a saber quiénes se pueden comunicar en ese preciso instante en caso de que sea necesario. Por ejemplo, si el integrante *a* del grupo *X* necesita realizar alguna consulta sobre el trabajo que el grupo está desarrollando y percibe que el integrante *b* está conectado, podrá contactarlo para intentar satisfacer sus dudas. De igual manera, si el integrante *a* del grupo *X* se conecta, pero nadie más está en sincronía en ese momento, puede resultarle útil poder identificar al resto de los integrantes del grupo, quienes aparecerán en ese momento como desconectados.

La AC debe poder denotar esta diferencia entre conectado y desconectado. En muchas aplicaciones tal señalización se refleja de manera visual en pantalla, por ejemplo, mostrando los nombres de

los usuarios conectados con letras verdes mientras que los nombres de los desconectados aparecen con letra gris. También suelen aparecer ser mostrados en un determinado orden, primero los nombres de los usuarios conectados y luego los de quienes se hallan desconectados.

- **H16. 2 – Se proporciona *feedback* constante a los usuarios sobre el grado de colaboración de los sujetos**

Cuando se trabaja en colaboración con otros usuarios resulta importante poder ver cuánto ha colaborado o trabajado cada uno de ellos dentro del espacio compartido, esencialmente porque permite controlar quien ha estado realmente comprometido con la tarea (colaborando) y quien no. Por otro lado, el dejar en evidencia a quien no está desempeñando su trabajo como debería puede contribuir a que corrija su modo de actuar. Este *feedback* constante vinculado con el desempeño de los integrantes del grupo contribuye a la satisfacción de los usuarios de la AC, siendo este uno de los tres atributos principales de la usabilidad. Además, conocer cómo se están comportando los integrantes del grupo contribuye a acrecentar el sentimiento de grupo (*awareness*).

- **H16. 3 – Usuarios síncronos perciben los cambios realizados por uno de ellos en tiempo real**

Cuando se trabaja en colaboración con otros usuarios resulta importante que en momentos de sincronía todos los cambios que se generen en los archivos sean visibles para todos los usuarios en tiempo real. De no ser así, es decir, si hubiese un cierto retraso a la hora de poder visualizar los cambios, podría ocurrir que algún usuario desperdiciara tiempo y recursos trabajando en algo que ya fue realizado por otro integrante, o podría trabajar en algo que ya está realizado, o en un espacio asignado para otra tarea, cualquiera de estas situaciones no favorecería a la colaboración entre usuarios. También tenemos que saber quién ha realizado los cambios para saber a quién dirigirnos si estos mismos han sido realizados de manera incorrecta o haya cualquier tipo de duda al respecto. Cuanto menos retraso haya en la aparición de los cambios mejorará la colaboración y la coordinación de los “usuarios colaborativos” y facilitará las tareas a aquellos que utilicen la aplicación colaborativa.

- **H16. 4 - Los usuarios se percatan de los cambios concretos realizados por el resto de los colaboradores**

Es muy importante que todos los cambios que se generen en tiempos de asincronía en los archivos sean visibles para todos los usuarios a tiempo real, ya que, si hubiese un cierto retraso a la hora de poder visualizar los cambios, se podría trabajar en algo que ya está realizado o trabajar en un espacio el cual este asignado para otra tarea y no favorecería para nada en la colaboración entre usuarios. También tenemos que saber quién ha realizado los cambios para saber a quién dirigirnos si estos mismos han sido realizados de manera incorrecta o haya cualquier tipo de duda al respecto. Cuanto menos retraso haya en la aparición de los cambios mejorará la colaboración y la coordinación de los usuarios

colaborativos y facilitará las tareas a aquellos que utilicen la aplicación colaborativa.

- **H16. 5 – Los usuarios pueden recuperar el registro histórico de los cambios realizados por el resto de los colaboradores sobre cualquier artefacto del espacio compartido**

Cuando un usuario se vuelve a reconectar a la aplicación o se conecta por primera vez le interesa saber que cambios se han hecho en su ausencia y quien los ha realizado para así cualquier duda de algunos de los cambios realizados sabrá a quien deberá dirigirse en caso de necesitarlo.

- **H16. 6 – Los usuarios colaboradores disponen de algún mecanismo interno de comunicación fácil, comprensible e integrado al espacio de trabajo compartido**

Una de las características más importantes en la colaboración es la comunicación la cual permite a los usuarios colaboradores trabajar de una manera más fácil, ordenada y entendedora. No disponer de una herramienta de comunicación propia (integrada) empeoraría la colaboración entre todos los sujetos colaborativos que conforman un grupo colaborativo, porque, por ejemplo, si hubiese un problema que se tenga que solucionar ninguno de ellos podría saberlo ya que no tendrían posibilidades de comunicarlo, se verían obligados a buscar una herramienta externa fuera del entorno colaborativo para poder comunicar dichos problemas.

- **H16. 7 – El mecanismo de comunicación proporciona alertas de actividad a los usuarios.**

Recibir alertas de la herramienta de comunicación permitirá a aquellos usuarios los cuales están concentrados en una determinada tarea y no estén totalmente pendientes de la aplicación colaborativa, darse cuenta de que alguien se ha querido comunicar con ellos.

- **H16. 8 - El mecanismo de comunicación permite que los usuarios intercambien mensajes o información en formato multimodal (emoticonos, URLs, videollamadas, chats, mails, etc.)**

Permitir enviar, por ejemplo, URLs facilita la colaboración en la búsqueda de cualquier recurso necesario. Permitir enviar emoticonos posibilita a los usuarios expresar sus estados de ánimo y de esta forma facilita la comunicación entre quienes están realizando una tarea colaborativa.

- **H16. 9 - El mecanismo de comunicación permite a los usuarios recuperar el registro histórico de los diálogos manifestados por los colaboradores.**

Poder ver lo que se ha hablado en la ausencia de un usuario colaborador es muy importante por si se ha tratado cualquier tema de importancia. El colaborador no debe perder los chats de ninguna manera para no perder el hilo de lo que se está hablando, además, la herramienta deberá ofrecer alguna manera que permita distinguir los mensajes que han enviado recientemente otros usuarios colaborados de aquellos mensajes que ya han sido leídos por el colaborador.

Dada la propuesta de inclusión de un nuevo principio heurístico para la metodología creada por Granollers [10], es decir el principio

número 16 orientado a evaluar AC que se describe en este artículo, fue necesario modificar la planilla de cálculo que automatiza los cálculos para definir el valor final de usabilidad a asignar al sistema evaluado. Siguiendo la lógica original de creación de la planilla [11], se incluyó al principio heurístico número 16 y se formularon las 9 preguntas en relación directa con las características contempladas por tal principio.

A continuación, se enuncian las preguntas tal como quedaron incorporadas en la planilla de cálculo que usarán los evaluadores que apliquen la metodología.

- ¿Se puede diferenciar entre usuarios colaboradores conectados y desconectados?
- La aplicación proporciona *feedback* constante a los usuarios sobre el grado de colaboración de los sujetos?
- En momentos de sincronía, ¿los usuarios pueden percibir los cambios realizados por uno de ellos en tiempo real?
- ¿Los usuarios pueden percatarse de los cambios concretos realizados por el resto de colaboradores?
- ¿Los usuarios pueden percatarse o recuperar el registro histórico de los cambios realizados por el resto de colaboradores?
- ¿El sistema colaborativo incorpora algún mecanismo interno de comunicación fácil, comprensible e integrado entre los usuarios colaboradores?
- Si la respuesta a la pregunta 6 fue afirmativa, ¿el mecanismo de comunicación proporciona alertas de actividad?
- Si la respuesta a la pregunta 6 fue afirmativa ¿el mecanismo de comunicación permite intercambiar información en formato multimodal (emoticonos, URLs, etc.)?
- Si la respuesta a la pregunta 6 fue afirmativa, ¿el mecanismo de comunicación permite recuperar el histórico de los diálogos?

5 Discusión

Con la propuesta resultante de este ejercicio se obtuvo el complemento necesario para que la metodología de partida evalúe la usabilidad de la interfaz evaluada (mediante los 15 principios ya existentes) juntamente con el componente de la colaboración de dicho sistema. Es decir, con la propuesta de partida éramos capaces de obtener el porcentaje de usabilidad de un sistema genérico, pero ahora podemos afinar mucho más el resultado cuando lo que estamos evaluando es un sistema colaborativo.

La propuesta aquí presentada no pretende ser única ni excluyente, se trata de una propuesta aditiva o complementaria a las propuestas ya existentes. La principal característica de esta radica en que con 9 preguntas somos capaces de recoger las características básicas que hacen que un sistema interactivo pueda ser considerado como colaborativo. Respondiendo a estas, además de las 60 ya existentes, el evaluador emite su veredicto en términos de usabilidad (porque no debemos olvidar que solo estamos evaluando la usabilidad de una interfaz).

Aunque quizás no lo parezca, el conjunto de 9 preguntas responde también a características como la asincronía existente en este tipo de sistemas. Es decir, tanto el trabajo síncrono como

asíncrono que permite que colaboren grupos de personas en distintos usos horarios está implícitamente contemplado, y por ende, evaluado.

6 Conclusiones y trabajo futuro

El principal aporte de este trabajo es una nueva propuesta concreta para evaluar interfaces de sistemas colaborativos. La propuesta se logró extendiendo las quince heurísticas presentes en una metodología preexistente para evaluar la usabilidad en sistemas interactivos la cual evalúa interfaces de sistemas en general.

La extensión incorporada a la metodología citada es la heurística número 16, la que mediante 9 características puntuales posibilita (mediante sus correspondientes 9 preguntas) evaluar la usabilidad de aplicaciones interactivas que incorporan el componente o característica de la colaboración.

Con ello, el trabajo realizado consiste en adaptar la plantilla (actualmente en formato MS Excel, aunque estamos desarrollando su versión online) mediante la incorporación del principio heurístico número 16 denominado “Contexto colaborativo” el cual consiste en las 9 preguntas anteriormente mencionadas.

Con ello, los cálculos de la hoja final que calcula el porcentaje de usabilidad total han sido adaptados para que se adapten a las 9 nuevas preguntas.

A la fecha, la nueva versión de la metodología fue enviada a un conjunto de expertos en usabilidad, reconocidos internacionalmente, para que realicen una evaluación y nos reporten sus opiniones. Les pedimos que nos reporten tanto sus valoraciones respecto a las preguntas (formulación, si echan en falta o sobra alguna, etc.) como a la propia metodología. Nuestra intención era disponer de dichas respuestas para sintetizarlas en esta publicación, pero las respuestas recibidas no son suficientes como para poder extraer conclusiones que validen la propuesta.

Así pues, como trabajo futuro, una vez recolectadas y analizadas las respuestas de los expertos, efectuaremos las modificaciones necesarias para luego realizar un ejercicio de evaluación aplicado a diferentes sistemas colaborativos. El análisis final de los resultados obtenidos permitirá validar la propuesta presentada.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada, en parte, por la Fundación Carolina a través de una estancia posdoctoral corta.

REFERENCIAS

- [1] Ssemugabi, S. & Villiers, R., 2010. Effectiveness of heuristic evaluation in usability evaluation of elearning applications in higher educ. *South African Computer Journal*, 45, 26-39. DOI: <https://doi.org/10.18489/sacj.v45i0.37>.
- [2] Sutcliffe, A. & Gault, B., 2004. Heuristic evaluation of virtual reality applications. *Interacting with Computers*, 16, 831-849. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2004.05.001>
- [3] Kientz, J., Choe, E., Birch, B., Maharaj, R., Fonville, A., Glasson, Ch. & Mundt, J., 2010. Heuristic evaluation of persuasive health technologies. In *Proceedings of the 1st ACM International Health Informatics Symposium (IHI '10)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 555-564. DOI: <https://doi.org/10.1145/1882992.1883084>
- [4] Kölling, M. & McKay, F., 2016. Heuristic Evaluation for Novice Programming Systems. *ACM Trans. Comput. Educ.* 16, 3, Article 12 (June 2016), 30 pages. <https://doi.org/10.1145/2872521>
- [5] Rossi de Oliveira M. & Guimarães da Silva C., 2017. Adapting Heuristic Evaluation to Information Visualization - A Method for Defining a Heuristic Set by Heuristic Grouping. In: *Proceedings of the 12th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP 2017)*, 225-232. DOI: <https://doi.org/10.5220/0006133202250232>
- [6] Vee Senap, N & Ibrahim, R., 2019. A Review of Heuristics Evaluation Component for Mobile Educational Games. *Procedia Computer Science*, 161, 1028-1035. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.2133>
- [7] Calvo, R., Gil, A., Iglesias, B. & Iglesias, A., 2013. Are chats and forums accessible in e-learning systems? a heuristic evaluation comparing four learning content management systems. In: *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education (ITICSE '13)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 342. DOI: <https://doi.org/10.1145/2462476.2465609>
- [8] Toribio-Guzmán, J. M., García-Holgado, A., Soto Pérez, F., García-Peñalvo, F. J., & Franco Martín, M. Á. (2016). Heuristic evaluation of SocialNet, the private social network for psychiatric patients and their relatives. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16)* (Salamanca, Spain, November 2-4), 525-532. DOI: <https://doi.org/10.1145/3012430.301256>
- [9] Nielsen, J. & Molich, R., 1990. Heuristic evaluation of user interfaces. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '90)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 249-256. DOI: <https://doi.org/10.1145/97243.97281>
- [10] Granollers, T., 2018. Usability Evaluation with Heuristics, Beyond Nielsen's List. In: *Proceedings of The Eleventh International Conference on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI 2018)* (March 25-29, Rome, Italy), 60-65.
- [11] Granollers T., 2018. Usability Evaluation with Heuristics. New Proposal from Integrating Two Trusted Sources. In: Marcus A., Wang W. (eds) *Design, User Experience, and Usability: Theory and Practice. DUXU 2018. Lecture Notes in Computer Science*, 10918. Springer, Cham.
- [12] Tognazzini, B., 2014. *First Principles, HCI Design, Human Computer Interaction (HCI), Principles of HCI Design, Usability Testing*. Disponible: <http://www.asktog.com/basics/firstPrinciples.html>
- [13] Grupo Atico34. *Software colaborativo o groupware. Concepto y ejemplos*. Disponible: https://protecciondatos-lopd.com/empresas/software-colaborativo-groupware/#Que_es_el_groupware
- [14] Collazos, C.A., Gutiérrez, F.L., Gallardo, J. et al. *Descriptive theory of awareness for groupware development*. *J Ambient Intell Human Comput* 10, 4789-4818 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12652-018-1165-9>
- [15] Gutwin, C., Greenberg, S. A *Descriptive Framework of Workspace Awareness for Real-Time Groupware*. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 11, 411-446 (2002). <https://doi.org/10.1023/A:1021271517844>
- [16] Costaguta, R., Menini, M., Missio, D., Santana-Mansilla, P., Lescano, G., Martínez-Mirón, E. & Sánchez-Román, G., 2022. *Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora*. En: *Perspectivas en la Interacción Humano-Tecnología*. Muñoz-Arteaga, J., Collazos, C., Granollers, T., Luna-García, H. (Compiladores). HCl-Collab & Câmara Brasileira de Livro, Sao Paulo, Brasil, sección 5, capítulo 3. Disponible en <https://hci-collab.com/wp-content/uploads/2022/08/Digital-HciBook.pdf>

Atenea: Digitalizing Educational Games with Light Tables

María González López
maria.gonzalez57@alu.uclm.es

Félix Albertos Marco
Department of Technologies and
Information Systems
University of Castilla-La Mancha
Talavera de la Reina
felix.albertos@uclm.es

Lucía Polo Martínez
Albacete Research Institute of
Informatics
University of Castilla-La Mancha
Albacete
lucia.polo2@alu.uclm.es

Belén Luna Lorente
Albacete Research Institute of
Informatics
University of Castilla-La Mancha
Albacete
belen.luna@alu.uclm.es

Víctor M. R. Penichet
Department of Computing
Systems
University of Castilla-La Mancha
Albcete
victor.penichet@uclm.es

María D. Lozano
Department of Computing
Systems
University of Castilla-La Mancha
Albacete
maria.lozano@uclm.es

ABSTRACT

Along the last years, the use of technology has started at younger ages. It is also known that it is used by parents to calm their children down and by teachers to make learning more attractive for children. It seems natural to combine and put technology and teaching together to improve the learning process. This is the core principle of Atenea. It is based on technology that is already used in classrooms, such as projectors, laptops or touch screens. But these, now classical, technologies are not the only ones that appear there; light tables have also been already included. But their classical use is by placing different figures on them, even sand. Atenea consists of the digitization of light tables, allowing children to play games. The main goal is to provide teachers with an innovative tool for teaching. It is also aimed at providing a more attractive and enjoyable way of learning. The system makes children feel like they are using the light table in a very similar way as if it was not digitalized. It follows the principles of calm technology. To evaluate the quality in usability terms, the SUS questionnaire has been used, which shows very good results.

CCS CONCEPTS

• Human-Computer Interaction • Systems and Tools

KEYWORDS

Light Table, Calm Technology, Technology-Enhanced Learning

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Whitepaper: Remote usability laboratory to perform user and expert evaluations

Marc Gonzalez Capdevila
Centro Universitário Facens
Sorocaba, São Paulo, Brazil
marc.capdevila@facens.br

Karine Aparecida Pistili
Rodrigues
Centro Universitário Facens
Sorocaba, São Paulo, Brazil
karine.rodrigues@facens.br

Toni Granollers
Universitat de Lleida
Lleida, Catalunya, Spain
toni.granollers@udl.cat

Afra Pascual Badia
Universitat de Lleida
Catalunya, Lleida, Spain
afra.pascual@udl.cat

Eric Monne Mesalles
Lleida, Catalunya, Spain
emonne97@gmail.com

ABSTRACT

This paper presents a new open source web platform called RUXLAB, to perform user and heuristic evaluation techniques in which is conceived as a Remote Usability Laboratory. The paper describes the technical architecture of the system based on the C4 model for visualising software architecture, as well as its key features, including the ability to customize both systems already developed with the inclusion of plugins that will increase the number features of user testing. The paper also discusses the potential benefits of their use on the field of the usability, creating a network of collaborators with the aim to share their usability studies as long as the working plan of development during the next years, with the aim to add more collaborators to the open source community.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing → Usability testing; Heuristic evaluations; Human computer interaction (HCI); • Software and its engineering → Open source model.

KEYWORDS

Usability, open source, user evaluation, heuristic evaluation

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Motivación del participante para la mejora de la eficacia en el diseño de talleres centrados en la experiencia de usuario

Eva Villegas

CITM-Centro de la Imagen y la Tecnología
Multimedia
Universidad Politécnica de Catalunya
Terrassa, España
eva.villegas.portero@citm.upc.edu

Elisabet Fonts

CITM-Centro de la Imagen y la Tecnología
Multimedia
Universidad Politécnica de Catalunya
Terrassa, España
elisabet.fonts@citm.upc.edu

Sara Fernández-Guinea

Facultad de Psicología
Universidad Complutense de Madrid
Madrid, España
sguinea@psi.ucm.es

RESUMEN

Los proyectos que se diseñan aplicando metodologías de evaluación de experiencia de usuario, se crean para poder tomar decisiones planteadas según las motivaciones, los requisitos y las necesidades de usuario. El estudio pretende analizar si el conocimiento del perfil y las motivaciones particulares del participante en un taller, podría facilitar la comprensión de su perfil, y a partir de este parámetro, diseñar una sesión más personalizada. Se realizan dos sesiones de talleres mediante *el Service Design Thinking* donde, en la fase de diseño, en una se define el perfil y, en la otra, se conoce el perfil, incluyendo también un cuestionario de valoración emocional realizado previamente, conociendo así los motivadores. Al final, aparte de obtener los resultados propios de la sesión, se valora basándose en la selección de participantes la aproximación emocional que ha tenido la dinámica del taller. El resultado permite obtener una primera aproximación a la aportación del ámbito de la Psicología en el desarrollo de la sesión de experiencia de usuario.

CONCEPTOS CCS

• Interacción Humano-Computadora • Informática colaborativa y social • Informática centrada en la persona

PALABRAS CLAVE

Emociones, *Service Design Thinking*, Motivación, Técnicas de experiencia de usuario

1 Introducción

La motivación es un factor emocional que impulsa a un usuario a llevar a cabo una acción. Por lo tanto, existe cierto vínculo respecto a la voluntad que provoca hacer un esfuerzo y el interés en conseguir ciertos retos. En el campo de la experiencia de usuario, desde el inicio de la disciplina hasta la actualidad, se tiene en cuenta el factor emocional del usuario, adquiriendo cierta relevancia en sistemas que han dejado de ser hipotético-deductivos y han pasado a tener en cuenta las respuestas a factores vinculados con el uso de un dispositivo. Por ejemplo, factores relacionados con las emociones de los usuarios durante la interacción. Con el objetivo de conseguir una buena satisfacción de usuario. Don Norman [1] define tres factores clave, de los usuarios, a tener en cuenta:

emociones evocadas por el producto durante la interacción, el estado de humor del usuario y los sentimientos pre-asociados por el usuario al producto. Las emociones afectan a la capacidad de atención y memorización, al rendimiento del usuario y a su valoración del producto. Los factores emocionales del usuario influyen en la interacción de uso desde una perspectiva hedónica del uso de los productos [2], o bien que los estados emocionales influyen en los procesos cognitivos [3]. Una emoción no es simplemente un estado emocional, una emoción es una compleja cadena de eventos conectados. La cadena comienza con un estímulo, que incluye sentimientos, cambios fisiológicos, impulsos y comportamientos. [4]. En este sentido, el usuario experimenta diversas emociones durante su interacción, y el estado de ánimo o de humor en el que se encuentre, puede condicionar las emociones que le provoca el producto [5]. Cuando se habla de los sentimientos pre-asociados por el usuario, se trabaja desde un punto de vista de factores intrínsecos, como la motivación. Estos factores se pueden ver condicionados por factores extrínsecos como aspectos sociales, culturales, el propio producto y el contexto de uso [4].

Por este motivo, se aplica el conocimiento de factores motivacionales en las personas y así valorar su compromiso con la dinámica que se trabaja. El objetivo del estudio se basa en valorar si el hecho de entender la motivación de los usuarios asistentes a un taller, influye en la dinámica que se genera.

Inicialmente, se detalla la metodología que se diseña, se indican los resultados obtenidos utilizando el cuestionario, sin utilizar el cuestionario y el resultado de la valoración emocional realizada en ambos casos. Se analizan los resultados y se proponen las conclusiones y líneas de futuro.

2 Metodología

Design Thinking es una metodología que se utiliza principalmente para crear o definir estrategias, productos o servicios, que tiene como eje principal el potenciar la creatividad. Los participantes pueden ser perfiles multidisciplinares implicados en la propuesta, permitiendo trabajar de forma transversal [6]. La figura del dinamizador es clave para que funcione, este, debe facilitar la comunicación, profundizar en opiniones, inspirar confianza, escuchar de forma activa, ser neutral, debe responder a comportamientos tanto verbales como no verbales y debe fomentar

la libre expresión del participante. Por lo tanto, se pone de relieve que se debería tener en cuenta que los participantes son los protagonistas de la sesión. Como acercamiento hacia el conocimiento del perfil de usuario, y poniendo en valor la motivación, se propone aplicar el cuestionario del perfil motivacional (APM) (Valderrama, Escorial, Luceño) [7]. Está enfocado a departamentos de recursos humanos para conocer los verdaderos motivos o conductas laborales de los trabajadores, pero el método, tal y como indican sus autores, se puede adaptar como recurso para investigaciones. El cuestionario plantea como base el modelo de la rueda de motivos de Beatriz Valderrama [7]. En la Tabla 1, se puede observar el planteamiento de 5 motivos (aproximación) y 5 contramotivos (evitación), en un total de 10 dimensiones.

Tabla 1. Análisis del perfil motivacional. Motivos y contramotivos de Beatriz Valderrama

Aproximación	Evitación
Autonomía	Afiliación
Poder	Cooperación
Logro	Hedonismo
Exploración	Seguridad
Contribución	Conservación

El cuestionario APM, se basa en una valoración que realiza cada persona de forma individual, se compone de 80 ítems en el que se pide que se valore en qué medida son importantes los aspectos o afirmaciones que se indican. La escala que se realiza es tipo Likert, con 6 opciones, desde “Nada importante para mí”, hasta “Extremadamente importante para mí”.

2.1. Procedimiento

La metodología que se detalla, forma parte de una investigación más amplia basada en el estudio de la calidad de los resultados de test, teniendo en cuenta la conjunción de técnicas de experiencia de usuario como disciplina de evaluación, las mecánicas de juego como elementos motivadores y el conocimiento previo de los perfiles como procedimiento [8]. El método se basa en la realización de dos talleres, uno utilizando el cuestionario APM para entender el tipo de detalle de la personalidad del perfil de participante que se va a recibir y otro sin la aplicación del cuestionario, y, por lo tanto, únicamente con el conocimiento del tipo de perfil; tal y como habitualmente se realiza en experiencia de usuario. A los dos talleres se les plantea un mismo planteamiento: “Experiencia de usuario y sostenibilidad”: ¿Cómo podríamos promover una mentalidad más consciente y responsable de nuestra sociedad en relación con el consumo de proximidad usando como base nuestro conocimiento sobre la Experiencia de Usuario?, y ¿Cómo podrían las empresas enfocar la reutilización de residuos de alimentos como oportunidad de negocio enfocada a la experiencia del consumidor? Con un único objetivo: obtener una “lluvia de ideas” para filtrarlas y llegar a crear una posible solución implementable.

Después de la sesión se realiza un cuestionario de definición de perfil, una valoración *BLA – Bipolar Laddering* [9], un cuestionario de valoración emocional y un cuestionario de calidad *Net Promoter Score (NPS)*. En este caso, el análisis se centra en la aproximación emocional de los participantes, por lo tanto, se indica el resultado del cuestionario de valoración emocional tanto de la consultora una vez ha finalizado el diseño, como de los participantes, una vez ha finalizado cada taller.

El cuestionario de valoración emocional se utiliza para calibrar la experiencia emocional ante el uso/experiencia ante un sistema. La obtención de parejas de sentimientos se basa en un estudio realizado por Schmidt-Atzert [10]. Los datos se recogen mediante una escala Likert entre 100% y 0% según los sentimientos que ha tenido el usuario después de realizar la sesión.

2.2. Participantes

La muestra de usuarios en los dos talleres es de seis profesionales del sector del UX con una experiencia en empresa entre 2 y 10 años, actualmente en activo. Previamente a la participación, se entrega a todos los participantes información sobre el estudio con la posterior firma del consentimiento de la gestión de datos.

3 Resultados

A continuación, se muestran los resultados de un cuestionario APM previo al diseño de la sesión, a modo de ejemplo, la cantidad de aportaciones de los talleres y las valoraciones emocionales realizadas una vez finalizados.

3.1 Resultados del cuestionario APM

El análisis de los resultados del test se basa en dos tipos de datos, la interpretación absoluta, que se refiere a las motivaciones surgidas durante el test y la interpretación relativa, que hace referencia a los criterios obtenidos en comparación con una muestra representativa de la población. Este estudio se centra en la interpretación absoluta.

Una vez se ha rellenado la encuesta, el consultor debe pasar a la corrección de la misma, todo se realiza de forma automática y es el propio sistema que indica las instrucciones a seguir. El resultado de perfil, contiene las puntuaciones directas (PD) y los percentiles (Pc) en cada una de las escalas. En la tabla ,2 se muestra el resultado del cuestionario APM de uno de los participantes del taller. La lectura del gráfico de puntuaciones, nos permite tener la información del nivel de importancia que otorga cada persona a cada uno de los motivos.

Todas las puntuaciones, altas y bajas, son relevantes para el estudio. Se interpreta en su Puntuación Directa (PD) que prácticamente la dimensión de Autonomía y Afiliación las valora por igual, 3.9 y 3.6, que las dimensiones de Poder y Cooperación las valora de la misma manera, 3.5 y 3.6, que en cambio, en el caso de Hedonismo obtiene un 2.9 y de Logro un 4, que prefiere la Exploración, 5.5 a

la Seguridad, 2 y que le motiva más Contribuir, 5.2, que Conservar, 2.

Tabla 2. Resultado de cuestionario APM de un usuario

Dimensión Autonomía-Afiliación		PD	Pc
AUT	Autonomía	3.9	10
AFI	Afiliación	3.6	70
Dimensión Poder-Cooperación		PD	Pc
POD	Poder	3.5	25
COO	Cooperación	3.6	70
Dimensión Logro-Hedonismo		PD	Pc
LOG	Logro	4	15
HED	Hedonismo	2.9	60
Dimensión Exploración-Seguridad		PD	Pc
EXP	Exploración	5.5	90
SEG	Seguridad	2	15
Dimensión Contribución-Conservación		PD	Pc
CTR	Contribución	5.2	70
CNS	Conservación	2	25

3.2 Aportaciones a la sesión sin haber utilizado APM

Las aportaciones se basan en los datos recogidos de cada uno de los usuarios, en el caso del usuario 1, realiza 11 aportaciones, y 3 de los elementos: APP de seguimiento, IA en el frigorífico que recomiende recetas con los alimentos que disponemos y un *Chatbot* que informe de los ingredientes de proximidad han estado puntuados por sus compañeros. El usuario número 2, es cambio, realiza casi el doble de aportaciones, 21, de las que dos de ellas: los sensores en el estómago y el Kit de análisis de alimentos han estado valoradas por los compañeros. El usuario 3 realiza un total de 22 aportaciones con 5 de ellas puntuadas por los compañeros: RA para conocer la fecha de caducidad y que el alimento sea reutilizado por otro usuario, IA en el frigorífico para que pida lo que falte de forma automática, drones que repartan comida por la ciudad, IA para dosificar lo que se come y un sensor que explique la toxicidad del alimento. Se aportan un total de 54 elementos.

3.3 Aportaciones a la sesión habiendo utilizado APM

En el caso de las aportaciones, el usuario 4 realiza un total de 12, 2 de ellas puntuadas por los compañeros, la utilización de la tecnología para calcular lo que se desperdicia y la utilización de frutas y verduras que no se utilizan para hacer batidos. El usuario 5, realiza un total de 18, con una puntuación por parte de los compañeros respecto a la nanotecnología. El usuario 6, realiza un total de 17 ítems, donde el de cambio de comida entre tiendas recibe una puntuación por parte de los compañeros. Se realiza un total de 47 aportaciones. Al final de la conceptualización, se materializa el ejercicio con un esquema del producto.

3.4 Resultados del cuestionario de valoración emocional de la sesión diseñada sin utilizar el cuestionario APM

Tal y como se indica en la Figura 1, la percepción por parte de los participantes es de una media del 83%, una media muy positiva. Se obtienen valoraciones de un 100% de confianza, familiar, confortable y cercano, y unas valoraciones del 91% de alta calidad y de atractivo. Sigue con valoraciones del 83% en conceptos como interesante, seguido de simple con un 75%. Las valoraciones más bajas son para la utilidad de la sesión, con un 58% y la innovación, con un 33%.

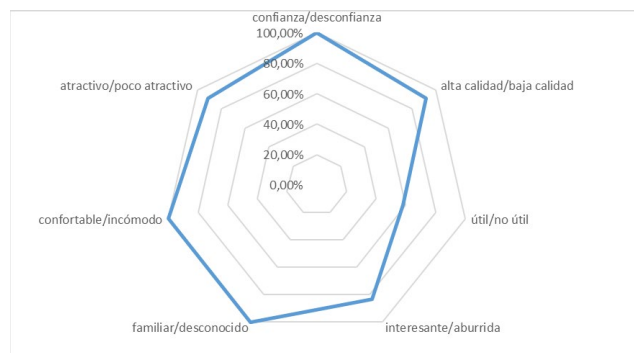


Figura 1: Valoración emocional de los participantes después de la sesión

3.5 Resultados del cuestionario de valoración emocional de la sesión diseñada utilizando datos del cuestionario APM

En la Figura 2, se muestra la nota media del cuestionario es de un 80%. El valor más destacado es el de interesante, con un 100%, seguido de cómodo. Con un 83% pasamos a los términos de útil, familiar, atractivo y cercano. Con un 66% está la alta calidad, y la simplicidad. Y, con un 75% destaca el término divertido.

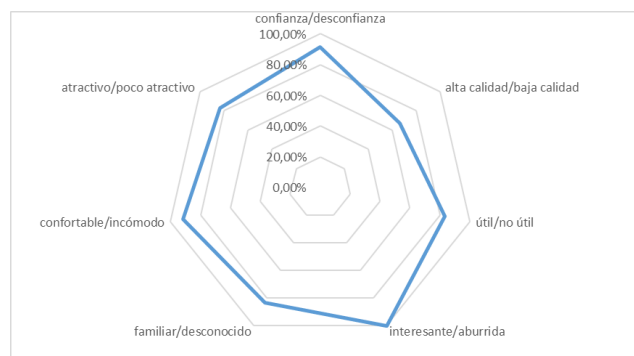


Figura 2: Valoración emocional de los participantes después de la sesión

4 Análisis

El análisis tiene en cuenta resultados de los cuestionarios previos de los participantes, en este caso, se ha mostrado únicamente uno de los resultados para indicar los parámetros que se recogen. Y, una vez se ha realizado el taller, se indica la valoración emocional de todos los participantes y la cantidad de resultados surgidos para valorar la eficacia.

Los participantes del primer taller son los que realizan el cuestionario APM, indicando unos parámetros vinculados con 10 dimensiones relacionadas con el perfil motivacional de las personas, relacionando los conceptos entre 2 dimensiones, las de aproximación y las de evitación.

Los resultados se deben comparar con los de todos los participantes para poder analizar qué técnicas aplicar y el cómo, según el grado de consistencia entre todos.

La valoración emocional de los participantes es similar en los dos casos. Los valores de útil e interesante se han valorado con un porcentaje más alto en el caso del taller donde se ha realizado APM, con un 83,33% y un 100% frente al 58,33% y el 83,33%. Pero, en cambio, valores como confianza, alta calidad, familiar, confortable y atractivo han tenido valoraciones muy similares: 91,67%, 66,67%, 83,33%, 91,67%, 83,33% frente al 100%, 91,67%, 100%, 100% y 91,67%. Por lo tanto, no se aprecia una mejora sustancial en la percepción de los participantes.

Respecto al número de aportaciones, que puede ser una métrica para valorar la eficacia del taller, se aportan 47 conceptos en el caso de realizar el cuestionario APM y 54 en el otro caso. Igual que se indica en el párrafo anterior, no se aprecia una variación sustancial.

5 Conclusiones

Este artículo se centra en el análisis del conocimiento previo de los motivadores de los perfiles de los participantes de talleres de experiencia de usuario y su influencia en la dinámica que pueda surgir en una sesión.

La integración de dos ámbitos de conocimiento como el acercamiento hacia la motivación y la experiencia de usuario de una manera tan explícita puede aportar un valor añadido. Se pone de manifiesto que tener en cuenta el perfil de usuario aporta una información que puede ser relevante para el diseño de la sesión y así potenciar la participación de cada usuario, pero, se debe tener en cuenta que el proceso de selección de los candidatos es una tarea complicada, así que el hecho de añadir un proceso más, puede dificultar o alargar el proceso.

El organizador del taller, debería tener conocimientos previos para poder analizar el perfil motivacional de los participantes y tomar las decisiones más adecuadas para realizar un tipo de taller más eficaz. La información previa se debería trasladar al dinamizador

para que este sepa qué participantes tiene, como tratarlos y como agruparlos.

Esta investigación puede ser un punto de partida en la creación de técnicas en las que el perfil de los participantes es relevante para obtener estudios cualitativos y cuantitativos eficaces.

REFERENCIAS

- [1] N. S. Anderson, D. A. Norman, and S. W. Draper, "User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction," *Am J Psychol*, vol. 101, no. 1, 1988, doi: 10.2307/1422802.
- [2] P. W. Jordan, "Human factors for pleasure in product use," *Appl Ergon*, vol. 29, no. 1, pp. 25–33, Feb. 1998, doi: 10.1016/S0003-6870(97)00022-7.
- [3] D. Norman, "Emotion and design: attractive things work better. interactions," *Interactions*, vol. 9, no. 4, pp. 36–42, Jul. 2002, doi: 10.1145/543434.543435.
- [4] R. Plutchik, "The nature of emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice," *Am Sci*, vol. 89, no. 4, 2001.
- [5] G. Zichermann and J. Linder, "Game-Based Marketing," *World*, no. November, 2010.
- [6] E. J. Luca and Y. Ulyannikova, "Towards a User-Centred Systematic Review Service: The Transformative Power of Service Design Thinking," *Journal of the Australian Library and Information Association*, vol. 69, no. 3, 2020, doi: 10.1080/24750158.2020.1760506.
- [7] B. V. Doctora and P. A. Capacidad, "La rueda de motivos: Hacia una tabla periódica de la motivación humana," *Papeles del Psicólogo / Psychologist Papers*, vol. 39, no. 1, 2018.
- [8] E. Villegas, E. Labrador, D. Fonseca, and S. Fernández-Guinea, "Methodology I'M IN applied to workshop: successful educational practice for consultants in user experience with gamification fields," *Univers Access Inf Soc*, vol. 18, no. 3, 2019, doi: 10.1007/s10209-019-00675-w.
- [9] M. Pifarré and O. Tomico, "Bipolar laddering (BLA): A participatory subjective exploration method on user experience," in *Proceedings of the 2007 Conference on Designing for User eXperiences, DUX'07*, 2007. doi: 10.1145/1389908.1389911.
- [10] L. Schmidt-Atzert, *Psicología de las emociones*, Herder. Barcelona, 1985.

Impact of Explanations for Trustworthy and Transparent Artificial Intelligence

Cristina Manresa-Yee

Universitat de les Illes Balears
Group of Computer Graphics, Computer Vision and IA
Maths and Computer Science Department
Palma, Illes Balears, Spain
cristina.manresa@uib.es

F. Xavier Gayà-Morey

Universitat de les Illes Balears
Group of Computer Graphics, Computer Vision and IA
Maths and Computer Science Department
Palma, Illes Balears, Spain
francesc-xavier.gaya@uib.cat

Silvia Ramis

Universitat de les Illes Balears
Group of Computer Graphics, Computer Vision and IA
Maths and Computer Science Department
Palma, Illes Balears, Spain
silvia.ramis@uib.es

José M. Buades

Universitat de les Illes Balears
Group of Computer Graphics, Computer Vision and IA
Maths and Computer Science Department
Palma, Illes Balears, Spain
josemaria.buades@uib.es

ABSTRACT

Trust is a fundamental aspect in the interaction between humans and artificial intelligence (AI). Building and maintaining trust requires designing AI systems that are transparent, explainable and trustworthy, and providing appropriate feedback to users to ensure that they can understand the systems behaviour. This work aims at evaluating the impact of different explanations (local and global) on human's trust and understanding of a facial expression recognizer. Results show that explanations are appreciated when present, but when no explanations are given, users apply their own mental model on how does the system work and trust it if their experience using it is positive.

CCS CONCEPTS

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

KEYWORDS

explainability, explanations, transparency, trust, intelligent systems, XAI

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Una propuesta de evaluación de la interacción considerando valores y actitudes

Un enfoque holístico de la evaluación basado en sistemas multi-agente

Francisco Montero Simarro
LoUISE Research Group (I3A)
Instituto de Investigación en Informática (I3A)
Universidad de Castilla-La Mancha
02071 Albacete (Spain)
Francisco.MSimarro@uclm.es

Víctor López Jaquero
LoUISE Research Group
Instituto de Investigación en Informática (I3A)
Universidad de Castilla-La Mancha
02071 Albacete (Spain)
VictorManuel.Lopez@uclm.es

RESUMEN

La selección, interacción, aceptación y el rechazo a un producto software interactivo depende de muchos factores, y no todos ellos son objetivos ni pertenecen en exclusiva, y de forma aislada, a una persona. Las opiniones, reacciones, valores y actitudes de una persona son maleables y cambiantes y se ven influenciadas por muchos aspectos tanto propios como ajenos. Por ello, muchas de las técnicas de evaluación y de especificación de productos software interactivos presentan limitaciones cuando el problema de la evaluación se aborda en todo su alcance y dimensión. La interacción con cualquier producto software influye en el individuo que la realiza; en su estado de ánimo, en sus valores y en sus actitudes, y todo ello tiene implicaciones en los resultados de la evaluación de dicha interacción.

Conscientes de la constante evolución de las tareas de evaluación y desarrollo de productos software, proponemos la consideración de nuevos actores en dicho proceso de evaluación: los agentes inteligentes. Estos actores permiten abarcar holísticamente la evaluación, considerando el mayor número posible de factores que influyen en ella y permitiendo su especificación de una manera cercana a cómo se realiza el razonamiento humano de acuerdo a nuestras creencias, deseos e intenciones.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing • HCI design and evaluation methods • Usability testing

KEYWORDS

Quality, Evaluation, Specification, Multi-Agent System

ACM Reference format:

FirstName Surname, FirstName Surname and FirstName Surname. 2018. In *Proceedings of ACM Woodstock conference (WOODSTOCK'18)*. ACM, New York, NY, USA, 2 pages. <https://doi.org/10.1145/1234567890>

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

INTERACCIÓN '23, Septiembre, 2023, Lleida e Igualda, Spain

© 2023 Copyright held by the owner/author(s).

<https://doi.org/10.1145/1234567890>

1 Introducción

El desarrollo y la evaluación de productos software interactivos se enfrenta a múltiples desafíos. Entre ellos están la accesibilidad, la usabilidad, la calidad en uso y la experiencia de usuario. La consideración de la accesibilidad, por ejemplo, trata de posibilitar que personas con necesidades especiales puedan acceder a la información y funcionalidad ofrecida por un producto software. La usabilidad, engloba todas aquellas características de un producto software que le confieren capacidad para ser entendido, aprendido, podamos operar con él, resulte atractivo y compatible con los estándares relacionados. Además, la usabilidad como proceso o calidad en uso añade características adicionales a las anteriores, concretamente la efectividad, la eficiencia, la satisfacción, la protección frente a riesgos de distinto tipo (económicos, medioambientales y para la salud) y la flexibilidad que presenta el producto cuando es utilizado en diferentes contextos. Más recientemente la experiencia de usuario (UX) añade consideraciones adicionales, éstas están relacionadas con la utilidad, la facilidad de navegación, la credibilidad, el deseo del producto por parte de sus usuarios, y su valor no sólo para usuarios individuales sino también para grupos de ellos.

Todas estas características y otras, que estén asociadas, pueden y deben especificarse de alguna forma para poder, más tarde, aspirar a que estén presentes en un producto software. Hay muchas notaciones y propuestas para documentar estos requisitos de calidad. Estas notaciones presentan fortalezas y debilidades. Hay también propuestas para evaluar el logro de dichas características y para guiar las actividades de evaluación de cualquier producto software. Sin embargo, muchas de estas propuestas se centran más en las características objetivas, por ejemplo, en la efectividad o en la eficiencia realizando tareas concretas que, en otras características más subjetivas, como puede ser la confianza, la emoción o el deseo, es decir, en las reacciones que experimentan los usuarios a corto, medio y largo plazo fruto de la interacción que realiza con un producto interactivo.

En este artículo proponemos la consideración de una propuesta basada en sistemas multi-agente (SMA) para soportar las actividades tanto de especificación como de evaluación. Los

sistemas multi-agente son sistemas computacionales capaces de realizar acciones de manera autónoma en un contexto dado, con el propósito de lograr un conjunto de objetivos asignados para ello [2]. En nuestro caso, el objetivo es que estos agentes sean capaces de razonar sobre las acciones del usuario y que puedan así identificar sus actitudes y valores asociados a su interacción.

La novedad de nuestra propuesta está en el hecho de que las actividades de evaluación de la interacción tradicional consisten en monitorizar las acciones del usuario (observación, inspección y testing) y entonces, opcionalmente, complementar estas actividades con cuestionarios en los que pedimos al usuario que analice los resultados de su propia interacción. Sin embargo, con nuestra propuesta el razonamiento sobre dicha actividad interactiva no recae sólo en los usuarios participantes en la evaluación, sino también en el seguimiento realizado por parte de los agentes. Estos agentes tendrían la posibilidad de hacer un seguimiento más exhaustivo de las actividades del usuario y poder, así, extender el alcance de la evaluación a aspectos más relacionados con las dimensiones más subjetivas de la evaluación.

Este artículo está organizado como sigue, la siguiente sección hace un ejercicio de contextualización de la propuesta identificando de dónde venimos en materia de especificación y evaluación de la interacción y cuál ha sido la trayectoria que identificamos. Una vez presentado el contexto, la tercera sección presenta la propuesta complementaria de evaluación de la interacción basada en agentes y el modelo de razonamiento basado en creencias-deseos e intenciones (BDI). En la sección siguiente se describe el contexto en el que se está desplegando la propuesta, que no es otro que las herramientas de soporte al

proceso de enseñanza y aprendizaje. Finalmente, la sección de Conclusiones pone final al presente artículo.

2 Evolución y logro de calidad en la interacción

La evolución de los métodos y técnicas propuestas para evaluar los productos software interactivos está directamente relacionada con los requisitos de calidad que somos capaces de establecer durante su especificación y desarrollo. Es decir, los productos interactivos han sido evaluados a lo largo del tiempo en términos de características de la interfaz del usuario (*user-friendly*) [17], en función de sus características de accesibilidad (*accessibility*) [22], en función de lo usable (*usability*) [15] que sea o del grado de experiencia de usuario [7] alcanzado.

Las propuestas para considerar la interacción han tenido en cuenta dos direcciones o dimensiones. Una de ellas focaliza su interés en la evaluación y la otra está relacionada con el desarrollo de productos software interactivos.

Respecto a la primera de las dimensiones mencionada, es decir, en lo que a la evaluación se refiere también se identifican dos puntos de interés. Uno de ellos está relacionado con la consideración de características propias de un producto software, basándose en la norma ISO/IEC 9126-1 [9], y considerando lo fácil de entender, aprender, atractivo o las facilidades que ofrece un producto software para operar con él. El otro punto de vista ha prestado más atención al proceso interactivo, es decir, a lo que el usuario hace y experimenta al utilizar un producto software. En este otro punto de vista, basándose en la norma ISO 9126-4 [10], consideramos características como la efectividad, la eficiencia y la satisfacción que experimenta el usuario.

Tabla 1: Comparando el diseño centrado en el humano y en la humanidad (adaptado de [16])

Cuatro principios del diseño centrado en el humano	Cinco principios asociados al diseño centrado en la humanidad
<ol style="list-style-type: none"> 1. Resolver los problemas de fondo, no sólo el problema tal y como se presenta (que a menudo es el síntoma y no la causa). 2. Centrarse en las personas. 3. Adoptar un punto de vista sistémico, comprendiendo que la mayoría de las complicaciones son el resultado de la interdependencia de las múltiples partes. 4. Probar y perfeccionar continuamente los diseños propuestos para asegurarse de que realmente satisfacen las necesidades y preocupaciones de las personas a las que van destinados. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resolver los problemas de fondo, no sólo el problema tal y como se presenta (que a menudo es el síntoma y no la causa). 2. Considerar todo el contexto personal, seres vivos y entorno físico. 3. Adoptar un punto de vista sistémico a largo plazo, teniendo en cuenta que la mayoría de las complicaciones se derivan de la interdependencia de las múltiples partes y que muchas de las implicaciones más perjudiciales para la sociedad y la ecoestructura sólo se revelan años o incluso décadas después. 4. Probar y perfeccionar continuamente los diseños propuestos para garantizar que responden realmente a las preocupaciones de las personas a las que van destinados. 5. Diseñar con la comunidad y, en la medida de lo posible, apoyar los diseños de la comunidad. La comunidad de diseñadores profesionales debe actuar como facilitadores y recursos, ayudando a la comunidad a resolver sus problemas.

Sin embargo, hay otras muchas características que están presentes en la interacción y que tienen que ver con la dimensión humana de las personas. Nos referimos a los valores, reacciones, deseos, preferencias, creencias, emociones y actitudes que experimentan las personas en función de su interacción y estado de ánimo. En este sentido hay productos software que pueden ser aceptados o rechazados en función de múltiples y muy diversos criterios y que, en muchas ocasiones, no tienen que ver directamente con aspectos objetivos del propio producto o de la interacción con el mismo.

Respecto a la segunda dimensión, la que tiene que ver con el desarrollo de productos software interactivos, la evolución ha ido pasando por la consideración de técnicas de diseño centradas en el usuario [17], después en el humano (*human-centered design*) [8] y las recomendaciones más recientes pasarían por considerar la humanidad o las propuestas para aspirar a un mundo mejor [16]. En este sentido, estas últimas propuestas de desarrollo estarían descritas con mayor detalle en la Tabla 1. Además, en esa misma Tabla 1 también se identifican dos puntos especialmente relevantes con la propuesta recogida en este artículo, nos referimos a la necesidad de evaluaciones a largo plazo y de evaluaciones que conlleven modificaciones en el producto software para tratar de cubrir las necesidades de usuario, véanse los puntos 3 y 4 en la segunda columna de la Tabla 1.

Según las evoluciones identificadas anteriormente, tanto en materia de evaluación como de especificación de productos software interactivos, las técnicas habituales de evaluación y especificación de la usabilidad y/o la UX no se presentan como suficientes o completas.

Parece necesario profundizar en más criterios de calidad, aunque estos resulten subjetivos y poder evaluar cómo la interacción influye en ellos. Nos referimos a poder abordar tanto la evaluación como la especificación teniendo en cuenta los valores y actitudes que los seres humanos presentan en los procesos interactivos y de cómo éstos influyen en ellos. Estos dos factores de calidad humana, los valores y las actitudes, pueden definirse de la siguiente manera.

Los valores son los principios que sustentan lo que las personas consideran importante al tomar decisiones en todas las áreas de su vida. Estos elementos determinan lo que las personas tienen en cuenta al tomar una decisión y a lo que aspiran al buscar mejoras o realizar cambios [3]. Los valores se pueden clasificar en cuatro categorías: personales, sociales, societales y humanos.

Las actitudes se apoyan en los valores y creencias, e influyen en el comportamiento [6]. Reflejan la disposición del usuario a reaccionar positiva o negativamente ante algo o alguien. Las actitudes pueden variar según los contextos y situaciones específicas [3]. Las actitudes están compuestas por una compleja interacción de creencias y respuestas afectivas que influyen en las opiniones de los individuos sobre su entorno, así como en sus decisiones y juicios, y por consiguiente en sus acciones [5]. Las actitudes también están relacionadas con habilidades socioemocionales: las interacciones con otros desempeñan un papel importante porque "las relaciones proporcionan el crisol del

cual se desarrollan no sólo la conciencia y la ética, sino también las actitudes y las identidades personales" [4].

Seguidamente presentaremos nuestra principal aportación, que busca dar soporte a la evaluación de las actitudes y valores de los usuarios ante la interacción y que son fruto de las actividades interactivas.

3 Especificación de la Calidad usando Sistemas Multi-Agente

Como se mencionó anteriormente, la evaluación de la calidad debe ir más allá de la simple evaluación de algunas métricas de rendimiento y un cuestionario de satisfacción para adoptar un enfoque más holístico dirigido a comprender las emociones del usuario al usar un producto interactivo.

En cierta medida, la complejidad de una evaluación se deriva de las diferentes características de calidad que se evalúan, las cuales tienen diferentes pesos de importancia. Para agregar más a dicha complejidad, estas características también pueden diferir según el contexto de uso: las mismas características de la calidad de una aplicación probablemente sean diferentes en la versión móvil de la aplicación que en la versión de escritorio.

Para llevar a cabo la evaluación, una tarea clave es cómo especificar qué se va a evaluar para que el equipo a cargo de realizar la evaluación pueda hacerlo con precisión.

Para hacer frente a la especificación de lo que debe evaluarse y cómo debe evaluarse, el uso de un modelo que se asemeje al modelo mental humano puede proporcionar una manera expresiva y natural de abordar el problema. Los agentes inteligentes [2], donde se utilizan modelos basados en el razonamiento humano como BDI [14], pueden proporcionar un modelo apropiado para la especificación de calidad. Estos agentes inteligentes pueden proporcionar la expresividad necesaria para especificar los requisitos de calidad de interacción y cómo lograrlos, de una manera comprensible que pueda implementarse posteriormente.

A continuación, se incluye una descripción de los constructos básicos que sustentan la especificación del modelo mental de un agente.

3.1 Especificación de Sistemas Multi-Agente

En las últimas décadas, el paradigma de agentes inteligentes ha atraído un creciente interés por parte de la comunidad investigadora. Aunque agente inteligente es un término amplio, el enfoque más utilizado para modelar agentes de este tipo es BDI [19]. BDI (*Beliefs, Desires, Intentions*) es un modelo de software para el desarrollo de agentes inteligentes que se basa en la teoría del razonamiento práctico humano de Bratman [14]. Los tres elementos que conforman este modelo BDI proporcionan un marco básico para describir el modelo mental del agente. Está fuera del ámbito de este documento describir en profundidad el modelo BDI. Sin embargo, a continuación se describen algunas nociones sobre el modelo BDI para facilitar la comprensión de

nuestra propuesta. Las creencias (*beliefs*) del agente representan la visión que el agente tiene del mundo. El concepto de la visión del mundo de un agente es importante, ya que no significa que la visión que tiene el agente sea correcta, sino que es sólo la forma en que el agente está percibiendo el estado del mundo. Además, estas creencias pueden ser públicas o privadas. En marcos BDI más complejos, la incertidumbre también se considera para que las creencias [19] representen cuándo el agente no está seguro de la veracidad de una creencia. En lo que a actividades de evaluación se refiere las creencias del agente nos permiten especificar qué características y subcaracterísticas de calidad o competencias piensa el agente que son relevantes, si éstas pueden cambiar en el tiempo o no y si están influidas por el contexto.

Los deseos (*desires*) del agente representan los objetivos que al agente le gustaría alcanzar. De ese conjunto de deseos, el agente tendrá que elegir cuáles se compromete a alcanzar. En algunos marcos de agentes BDI hay una distinción entre el conjunto completo de deseos y el conjunto de deseos con los que el agente está comprometido, lo que se conoce como metas (*goals*). El agente no debe comprometerse a lograr objetivos contradictorios. Por último, las intenciones (*intentions*) son los planes que tiene el agente para lograr las metas, es decir, prescribe la forma en que el agente tratará de lograr una meta. En materia de evaluación los deseos son aquellas características y subcaracterísticas de calidad que realmente serán monitorizadas durante el proceso de evaluación (*goals*) y para ello desplegará técnicas y actividades (*intentions*).

Aunque se puede utilizar un solo agente, todo el potencial de los agentes inteligentes se logra mejor mediante el uso de un sistema multi-agente (SMA). Un SMA es un conjunto de agentes que colaboran para resolver una tarea compleja [2]. El conjunto de agentes en el SMA funciona como una sociedad. Pueden ser homogéneos, cuando todos los agentes comparten la misma estructura y modelo de comportamiento subyacente, o heterogéneos, cuando difieren. Trabajar con agentes homogéneos es más fácil, porque el compartir la misma estructura y modelo de comportamiento hace que la interacción entre agentes sea más sencilla. En el ámbito de la evaluación apostamos por el uso de un SMA donde existan agentes especializados en diferentes características y subcaracterísticas de calidad e incluso se responsabilicen del seguimiento de determinadas actividades del usuario atendiendo a dichas características previas.

Dadas las interacciones entre los agentes del SMA, la noción de deseos puede refinarse aún más para modelar modelos de razonamiento humano más complejos [1]. La noción de normas (*norms*) describe aquellos deseos que surgen de algún comportamiento socialmente aceptado por todos los agentes del SMA, es decir, dichos deseos que todo agente debe perseguir. Además, algunos deseos pueden derivarse de acuerdos entre un par o un grupo de agentes, que dan como resultado las llamadas obligaciones (*obligations*). Además, la interacción de los agentes tanto con otros agentes como con el mundo en el que están incrustados (por medio de sensores) produce eventos que

desencadenan algún comportamiento reactivo en el agente. Estos eventos pueden desencadenar la ejecución de planes o modificar cómo se ejecutan dichos planes. Las normas y las obligaciones condicionan las actividades de evaluación de la interacción por parte de los agentes y SMA.

3.2 SMA para la Especificación de Calidad en la Literatura

Los sistemas multi-agente se han utilizado para la evaluación de la calidad en diferentes escenarios. Seguidamente se recogen las propuestas más relacionadas que se han identificado en la literatura consultada.

En [21] los autores proponen un SMA para la evaluación de objetos de aprendizaje en repositorios federados. El SMA modela un modelo de calidad simple que considera 3 métricas. Está compuesto por un agente por métrica, un agente para la recuperación de información y un agente para calcular la evaluación final. Este SMA no está diseñado para fines generales y no explota el modelo de razonamiento BDI. En [20] se presenta un SMA orientado al control de calidad en una línea de producción. Su SMA incluye 4 tipos diferentes de agentes (Tipo de Producto, Producto, Recurso y Meta-Agente Independiente). Este SMA tampoco explota el modelo BDI. En [11] describen el uso de un SMA que usa el algoritmo de las K-medias junto con el razonamiento basado en casos para evaluar la calidad de una especificación de requisitos de software. En lugar de un SMA real, las entidades del agente se utilizan para el procesamiento paralelo del algoritmo, pero el diseño del SMA no se detalla. Además, no se utiliza el modelo BDI. [13] presentan un SMA destinado a evaluar la accesibilidad web para usuarios con discapacidad visual. El sistema tiene como objetivo proporcionar una evaluación personalizada de acuerdo con el perfil de usuario previamente creado. No se proporcionan detalles sobre el diseño del SMA, describiendo un sistema basado en componentes en lugar de un SMA. Nuevamente, el modelo de razonamiento BDI no se explota.

3.3 SMA como Paradigma de Especificación de la Calidad

En la siguiente sección, describiremos cómo se pueden aplicar todas estas nociones relacionadas con el modelo de agentes BDI para especificar la complejidad de los requisitos de calidad de interacción, sus interrelaciones y cómo se pueden evaluar.

3.3.1 Objetivos de Evaluación

La especificación de los requisitos de calidad comienza aclarando los objetivos que persigue la evaluación. Esto es fundamental, ya que define qué resultados se deben obtener durante la evaluación. No definir con precisión estos objetivos provocará que se omita la evaluación de ciertas características, o que posteriormente se pida por parte del cliente que se evalúen características no acordadas y por tanto no presupuestadas.

Cuando se usa el modelo BDI, los deseos pueden usarse para describir estos objetivos, ya que representan lo que el agente perseguirá. Los deseos, al igual que los objetivos de la evaluación,

pueden descomponerse para refinar con mayor precisión estos deseos. Esta descomposición se puede hacer coincidir con las características y subcaracterísticas que se encuentran en los estándares de calidad. Este refinamiento se especifica mediante el uso de una notación jerárquica donde el diseñador de la evaluación puede describir cómo se relacionan los nodos hermanos de un deseo, por ejemplo, si consideramos la usabilidad [10] como una descomposición de efectividad, productividad, seguridad y satisfacción, se puede decidir que para lograr la evaluación de la usabilidad se deben alcanzar las cuatro evaluaciones de los *subdeseos*, por lo tanto, se utiliza un operador lógico AND entre ellos. Por el contrario, al especificar estos deseos para otro proyecto, si consideramos la usabilidad como una descomposición en sólo productividad y satisfacción, la usabilidad podría lograrse ya sea alcanzando el deseo de productividad o el de satisfacción. Esta sería la opción a seguir si hemos decidido que la usabilidad se logra si se logra la productividad o incluso si sólo se logra la satisfacción, porque decidimos que si el usuario está contento con la forma en que está haciendo las cosas, aunque la productividad no esté maximizada, está bien.

Las primitivas del modelo BDI pueden llevar esta especificación de los objetivos a un nivel más alto de expresividad. Al representar un deseo, como la accesibilidad (que debe refinarse aún más), como una norma para los agentes, estaremos representando que cada agente responsable de cualquier deseo, por ejemplo de evaluar la usabilidad, contribuirá a evaluar también la accesibilidad comprometiéndose a alcanzar la norma de accesibilidad definida. Por otro lado, un deseo podría especificarse como una obligación que sólo comparte un conjunto de agentes. Así, en el ejemplo anterior sobre la accesibilidad podríamos representar que sólo el conjunto de agentes encargado de evaluar la usabilidad también persigue la accesibilidad, pero, por ejemplo, el agente que busca evaluar la portabilidad no debe considerar la accesibilidad.

A continuación, se describe qué creencias deben especificarse para proporcionar una especificación de evaluación adecuada.

3.3.2 El contexto

La evaluación de muchos criterios de calidad depende del contexto en el que se evalúan, por ejemplo, no es lo mismo evaluar la productividad de una computadora de escritorio que la de un dispositivo móvil. Por lo tanto, como parte de la especificación, el agente debe conocer el contexto en el que está incrustado. Para un agente en un sistema multi-agente, este contexto está representado por el mundo. La percepción que el agente tiene del mundo está representada en sus creencias, que influirán en la forma en que se comporta el agente, en nuestro caso la forma en que el agente evalúa los diferentes criterios de calidad. El contexto de uso generalmente se describe en términos de los usuarios de la aplicación, la plataforma donde se ejecuta la aplicación (por ejemplo, iPhone 14 iOS 15) y el entorno físico donde se utilizará la aplicación (por ejemplo, en una oficina). Sólo se debe considerar la información relevante para la tarea en cuestión, la exhaustividad puede hacer que la especificación sea innecesariamente compleja. Se debe usar un metamodelo de

contexto de uso [18] para obtener alguna orientación sobre qué datos de contexto se pueden representar en las creencias del agente.

3.3.3 Los participantes

Si bien los participantes (usuarios) son parte del contexto de uso, dada la importancia que tienen en el proceso de evaluación, merecen un mayor detalle sobre cómo deben ser especificados.

Una de las capacidades más interesantes de un marco de trabajo para SMA para evaluar la calidad es permitir una evaluación personalizada que considere las características de cada persona. Dependiendo de lo que se va a evaluar, la variedad de información que se puede incluir es enorme. El de usuario propuesto en metamodelo [12] es una fuente interesante para proporcionar una descripción detallada del usuario, incluidas las restricciones físicas. Puede ser especialmente útil para la evaluación de la accesibilidad.

En el enfoque general del diseño de la evaluación de usabilidad, los detalles de los usuarios no suelen ser suficientes para realizar una evaluación personalizada, se tiende a una evaluación orientada a perfiles de usuario concretos. Además, uno de los beneficios clave de la evaluación dirigida por SMA es llevar a cabo evaluaciones a largo plazo, donde una descripción más detallada del usuario mejorará la precisión y las posibilidades de incluso de proponer acciones correctoras encaminadas a mejorar el producto que se está evaluando de acuerdo a los problemas detectados durante la evaluación.

3.3.4 Medición de los objetivos de evaluación

Tradicionalmente, para evaluar un criterio de calidad, se eligen algunas métricas a aplicar. Sin embargo, la evaluación de valores o actitudes requiere en muchos casos técnicas específicas del dominio que van más allá de las métricas tradicionales, por ejemplo, la evaluación de emociones.

La especificación de cómo se llevarán a cabo estas técnicas específicas del dominio se describe en términos de las intenciones del agente. Las intenciones del agente generalmente se describen en forma de planes. Estos planes harán uso de las creencias que tiene el agente, y las creencias inferidas para contribuir a lograr una meta. Vale la pena mencionar que pueden ser necesario varios planes para lograr un objetivo, o incluso diferentes planes pueden lograr un objetivo de diferentes maneras. Si el agente desea evaluar el compromiso del usuario con las tareas, el agente puede incluir diferentes planes alternativos para calcular el compromiso del usuario de acuerdo a la tarea en cuestión que toque realizar en cada momento.

3.3.5 Análisis de los resultados de la evaluación

El análisis de los resultados de cada criterio de calidad evaluado es primordial. Para cada plan diseñado para contribuir a lograr un deseo, es necesario especificar los resultados que producirá en términos de brindar la información requerida para que otros planes completen y actualicen las creencias del agente que ejecuta el plan con los resultados obtenidos.

Al realizar evaluaciones a largo plazo, monitorear cómo evolucionan los resultados en el tiempo proporciona un valor añadido al proceso de evaluación. La aplicación de acciones correctivas para abordar los problemas detectados durante la ejecución del plan y el seguimiento de los resultados es un enfoque que puede dar buenos resultados en dominios como e-learning. Si se detecta una falta de compromiso de un alumno para un curso, de nada servirá tomar acciones correctivas cuando haya finalizado el curso.

3.3.6 Beneficios

Uno de los beneficios de usar este tipo de enfoque basado en el modelo mental humano para la especificación de requisitos de calidad, es que se puede discutir fácilmente con las personas involucradas que no tengan un perfil profesional técnico para acordar qué características deben evaluarse, ya que es muy simple de explicar: todos los implicados entenderán por qué se puede descomponer un criterio y qué se evaluará.

Además, los planes diseñados para alcanzar el deseo del agente para un objetivo de calidad se pueden reutilizar de un proyecto a otro. Mediante el uso de este tipo de especificación de requisitos, se hace explícito la lógica subyacente a la especificación de la calidad. Así, el saber hacer que se infiere durante el desarrollo del proyecto puede ser reutilizado para otros proyectos.

4 Caso de Estudio: E-Learning

En el ámbito de las aplicaciones interactivas que dan soporte a actividades de e-Learning, especialmente desde la implantación de técnicas de enseñanza y aprendizaje basadas en competencias, resulta especialmente necesario disponer de mecanismos con los que poder valorar, cuantitativa o cualitativamente, la adquisición y los niveles de desempeño de las competencias por parte del alumnado.

Dichas competencias son tanto específicas como transversales. Dentro de estas últimas competencias, las transversales, se incluyen muchas que guardan una fuerte relación con los valores y las actitudes de los estudiantes. Por ejemplo, en los estudios de Grado en Ingeniería Informática de la Escuela Superior de Ingeniería Informática (Universidad de Castilla-La Mancha), entre otras muchas competencias, se consideran las siguientes competencias transversales.

Dentro del grupo de competencias personales se propone considerar:

- [PER1] Capacidad de trabajo en equipo.
- [PER2] Capacidad de trabajo en equipo interdisciplinar.
- [PER3] Capacidad de trabajo en un contexto internacional.
- [PER4] Capacidad de relación interpersonal.
- [PER5] Reconocimiento a la diversidad, la igualdad y la multiculturalidad.

Además, en el grupo de las competencias sistémicas se añaden las competencias siguientes:

- [SIS1] Razonamiento crítico.
- [SIS2] Compromiso ético.
- [SIS3] Aprendizaje autónomo.
- [SIS4] Adaptación a nuevas situaciones.
- [SIS5] Creatividad.
- [SIS6] Capacidad de liderazgo.
- [SIS7] Conocimiento de otras culturas y costumbres.
- [SIS8] Capacidad de iniciativa y espíritu emprendedor.
- [SIS9] Tener motivación por la calidad.
- [SIS10] Sensibilidad hacia temas medioambientales.

Muchas de estas competencias realmente son valores o actitudes, es decir, principios o creencias que un alumno tiene y/o desarrolla y que influyen en la forma en la que interactúa con otros y que le aportan calidad humana.

Por ejemplo, dentro de las competencias recogidas antes, que los procesos educativos deben tratar de potenciar y evaluar, se pueden considerar los siguientes valores y actitudes:

- en el apartado de los valores encontramos la responsabilidad, la empatía, la tolerancia, el respeto, la justicia y la creatividad.
- en la sección de actitudes podemos catalogar las reacciones positivas, negativas y neutras que se hacen de otras personas, situaciones, procesos o ideas, y que tienen que ver con optimismo / pesimismo, confianza / desconfianza, aceptación / prejuicio, curiosidad / apatía y resentimiento / gratitud.

Estos valores y actitudes surgen en un ámbito social y educativo de manera natural y también en mundos virtuales y en aquellos ámbitos posibilitados por los sistemas interactivos. Tradicionalmente, las características de calidad consideradas en interacción, mencionadas en la segunda sección de este artículo tienen que ver con la accesibilidad, la usabilidad o la experiencia de usuario, pero cada vez se desea con mayor intensidad el hecho de poder disponer de información sobre lo que las personas sienten y de cómo reaccionan ante ello.

Con la propuesta presentada en la sección anterior, es decir, con el uso de sistemas multi-agente, proponemos la consideración de mecanismos con los que potenciar la evaluación de valores y actitudes de las personas que interactúan entre sí con el uso de sistemas interactivos. En nuestro caso concreto el sistema interactivo es uno de los entornos de enseñanza y aprendizaje de código abierto y ampliamente extendido en distintos ciclos formativos, nos referimos a Moodle.

Docentes y alumnado disponen, con la herramienta Moodle, de un entorno en el que pueden realizar actividades y compartir recursos relacionados con el proceso de enseñanza y aprendizaje. Una de esas actividades que se nos muestra como especialmente útil son los foros. Un foro es un espacio de encuentro (virtual en Moodle) entre diversos participantes con el objetivo de intercambiar opiniones, plantear preguntas en torno a un tema de interés común, así como compartir habilidades, experiencias o respuestas a preguntas entre sus participantes, lo cual puede ayudar a generar nuevo conocimiento.

La principal utilidad de un foro está relacionada con la posibilidad de intercambiar opiniones o adquirir conocimiento sobre un determinado tema. Esto puede usarse para permitir la toma de decisiones, fomentar la participación, exponer preguntas frecuentes, y fomentar la socialización.

Las características de los foros pasan por tener un objetivo concreto y ser abiertos, informales y plurales.

Los foros, como recurso de comunicación, coordinación y colaboración entre alumnos en ámbitos universitarios, nos ha resultado especialmente interesante a la hora de poder complementar las actividades de evaluación de competencias educativas, valores y actitudes, en función de un seguimiento de la actividad de los participantes en ellos.

Los foros ofrecidos a través de Moodle en una asignatura pueden ser generales a la asignatura o específicos de una actividad lectiva. En los primeros participan todos los estudiantes que cursan una asignatura y curso. En el segundo tipo de foros el número de participantes es menor, se trata de grupos de trabajo conformados por parte del profesor a propuesta o no de los alumnos. Gracias al uso de técnicas de análisis de texto es posible valorar las contribuciones de los estudiantes en uno u otro tipo de foro.

En el caso de los valores personales resulta especialmente revelador el seguimiento de las participaciones en los foros específicos asociados a actividades y tareas concretas de enseñanza y aprendizaje propuestas por el profesor. En función del número y tipo de participaciones en los foros es posible identificar valores personales del alumnado relacionados con la empatía, el respecto, el liderazgo o la responsabilidad.

Las actitudes se pueden valorar en los foros de carácter general. Es decir, aquellos foros que no tienen que estar relacionados con una actividad concreta, sino que tienen un propósito más general y pueden permitir identificar actitudes positivas, negativas o neutras en la interacción en el aula.

La especificación de los objetivos de evaluación, en este caso como una descomposición en valores y actitudes, y sus correspondientes características nos permite describir dichos objetivos de una manera natural. Dependiendo de la rúbrica del curso, los deseos en que se descomponen tanto los valores como las actitudes tendrán que darse todos, y por tanto usar el operador lógico AND, o se puede considerar que la manera de alcanzar los valores o la actitud puede ser consiguiendo lograr uno de los deseos en que se descomponen.

Las creencias, en el caso de un campus virtual como el de una universidad, incluyen información sobre en qué asignaturas está matriculado, con quién realiza trabajos habitualmente, sus notas, etc. Información adicional del usuario sería aconsejable, siempre con permiso por escrito para su uso.

El diseño de los planes para alcanzar los deseos que permitirán evaluar los valores y actitudes harán uso de distintos plug-ins de Moodle.

5 Conclusiones y Trabajo futuro

El desarrollo de interfaces de usuario y de la interacción persona-ordenador ha presentado y presenta múltiples retos y desafíos. Entre esos retos está la necesaria humanización de la interacción. En este artículo identificamos que centrar nuestros esfuerzos en la accesibilidad, la usabilidad y la experiencia de usuario, siendo necesario, no es suficiente. Bajo los anteriores factores de calidad criterios como la efectividad, la eficiencia, la satisfacción o los riesgos (económicos, humanos o medioambientales) siguen siendo los que dirigen las actividades de evaluación de la interacción. Sin embargo, la interacción trasciende al usuario y en estos momentos debe tratar de considerar al humano y a la humanidad.

En las personas progresivamente van asentándose criterios de decisión y aceptación de tecnologías e interacciones que trascienden a la mera satisfacción personal. Las personas conscientes de que sus actividades influyen en quien les rodea y en su entorno se ven condicionados por otros aspectos, como son los valores y las actitudes ante la vida. En este artículo proponemos el uso de sistemas multi-agente como herramienta para dar soporte a parte de las actividades de evaluación de la interacción con sistemas interactivos. Con esta propuesta podemos considerar evaluaciones que requieren un mayor seguimiento ya que se extienden en el tiempo y pueden variar con él, además con nuestra propuesta también es posible desplegar actividades de evaluación más ambiciosas que las tradicionales.

Como trabajo futuro se está llevando a cabo la especificación de actividades de evaluación de la calidad de la interacción usando la notación basada en el modelo BDI descrito en este artículo y en un marco de trabajo de sistemas multi-agente que permite implementar todo lo especificado.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de I+D+i PID2019-108915RB-I00 y PID2022-140907OB-I00 financiados por el MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y también ha sido parcialmente financiado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha/ERDF (No. SBPLY/21/180501/000030) y por el proyecto 2022-GRIN-34436 financiado por la Universidad de Castilla-La Mancha and por “ERDF: A way of making Europe”.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Dignum, F. et al. 2003. From Desires, Obligations and Norms to Goals. *Cognitive Science Quarterly*. 2, (2003).

- [2] Dorri, A. et al. 2018. Multi-Agent Systems: A Survey. *IEEE Access*. 6, (2018), 28573–28593. DOI:<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2831228>.
- [3] Haste, H. 2018. *Attitudes and Values and the OECD Learning Framework 2030: A critical review of definitions, concepts and data*.
- [4] Heath, D.H. 1994. *Schools of Hope: Developing Mind and Character in Today's Youth*.
- [5] Hinitz, B.F. and Jarrett, J.L. 1992. The Teaching of Values: Caring and Appreciation. *History of Education Quarterly*. 32, 4 (1992), 547–549. DOI:<https://doi.org/10.2307/368973>.
- [6] IBE: Glossary of curriculum terminology: 2013. <http://www.ibe.unesco.org/en/glossary-curriculum-terminology>. Accessed: 2023-04-26.
- [7] ISO 9241-210 2010. Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems. (2010).
- [8] ISO 9241-210 2019. Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems. (2019).
- [9] ISO/IEC 9126-1 2001. *Software engineering — Product quality — Part 1: Quality model*.
- [10] ISO/IEC TR 9126-4 2004. *Software engineering — Product quality — Part 4: Quality in use metrics*.
- [11] Jubair, M.A. et al. 2022. A multi-agent K-means with case-based reasoning for an automated quality assessment of software requirement specification. *IET Communications*. (Dec. 2022). DOI:<https://doi.org/10.1049/cmu2.12555>.
- [12] Kaklanis, N. et al. 2016. Towards standardisation of user models for simulation and adaptation purposes. *Universal Access in the Information Society*. 15, 1 (Mar. 2016), 21–48. DOI:<https://doi.org/10.1007/s10209-014-0371-2>.
- [13] Mazalu, R. and Cechich, A. 2020. Web Accessibility Assessment Through Multi-Agent Support for Visually Impaired Users. *International Journal of Cooperative Information Systems*. 29, 03 (Sep. 2020), 2050005. DOI:<https://doi.org/10.1142/S0218843020500057>.
- [14] Michael Bratman 1987. *Intention, Plans, and Practical Reason*. Harvard University Press.
- [15] Nielsen, J. 1993. *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann.
- [16] Norman, D.A. 2023. *Design for a Better World: Meaningful, Sustainable, Humanity Centered*. The MIT Press.
- [17] Norman, D.A. and Draper, S.W. 1986. *User Centered System Design: New Perspectives on Human-computer Interaction*. CRC Press.
- [18] Roda, C. et al. 2017. A Multi-Agent System for Acquired Brain Injury rehabilitation in Ambient Intelligence environments. *Neurocomputing*. 231, (2017). DOI:<https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.04.066>.
- [19] de Silva, L. et al. 2020. BDI agent architectures: A survey. *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence (2020)*, 4914–4921.
- [20] Stroppa, L. et al. 2012. Quality control agents for adaptive visual inspection in production lines. *IECON 2012 - 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society* (Oct. 2012), 4354–4359.
- [21] Tabares, V. et al. 2012. Multi-agent Model for Evaluation of Learning Objects from Repository Federations - ELO-index. *Respuestas*. 17, 1 (Jan. 2012), 48–54. DOI:<https://doi.org/10.22463/0122820X.417>.
- [22] W3C Accessibility Standards Overview: 2022. <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/>. Accessed: 2023-04-26.

Serious Games & Intelligent User Interfaces

Interactive Topic Modeling for the Broadcasting Media

Laura Ham*
Independent researcher
The Netherlands

Luis A. Leiva
University of Luxembourg
Luxembourg

ABSTRACT

Broadcasting companies produce large amounts of text and audiovisual content. Extracting meaningful insights from these sources requires efficient analysis methods, which are often only palatable to data scientists. Even in large organizations there is a critical *knowledge gap*: media experts manually curate work to derive insights, which is very time consuming, while engineers can use advanced data science methods but lack the domain expertise to derive key insights from the data. We propose to bridge this knowledge gap with INTEX, a human-in-the-loop interactive topic modeling application. We designed INTEX considering non-technical media experts as the main stakeholders of the application. A user evaluation shows that INTEX enables domain experts to extract and explore topics in an intuitive and efficient manner. Our work illustrates how complex applications can be made more accessible by hiding low-level details and linking these to high-level interpretations.

CCS CONCEPTS

• **Computing methodologies** → *Topic modeling*; • **Human-centered computing** → *Interactive systems and tools*; **User centered design**.

KEYWORDS

Interactive Machine Learning; Human-in-the-loop; Topic Modeling; Exploratory Data Analysis

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

UX and gamification, serious game development centered on the player experience.

Video games as a resource to connect with the identity of ancestral Andean cultures

Rafael Campoverde-Durán
Communication Research Group
Salesian Polytechnic University
Cuenca Azuay Ecuador
rcampoverde@ups.edu.ec

Jorge Galán-Montesdeoca
Communication Research Group
Salesian Polytechnic University
Cuenca Azuay Ecuador
jgalan@ups.edu.ec

Ángel Pérez-Muñoz
UNESCO Chair UPS
Salesian Polytechnic University
Cuenca Azuay Ecuador
aperezm@ups.edu.ec

ABSTRACT

The passage of time and globalization cause a strong emotional disconnection between the public and cultural heritage assets, which leads to their ignorance, little appreciation, and danger of destruction.

To contribute to the solution of this problem that especially affects the young public that is the object of this study, a video game has been developed, with the aim of facilitating the emotional connection with the identity of the Andean ancestral cultures, taking advantage of serious games and gamification, are effective resources for learning in different areas of knowledge, including heritage.

The video game consists of a virtual tour of the archaeological site of Ingapirca, located in the province of Cañar in southern Ecuador. As a methodology for its development, the User eXperience Design UXD is taken, a three-step process that occurs sequentially and iteratively and that allows the creation of video games with the player experience as the main axis.

CCS CONCEPTS

•Human-centered computing~Interaction design~Interaction design process and methods~User centered design

KEYWORDS

UX design, gamification, serious games, archaeological heritage.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Análisis y evaluación de la influencia de la “dificultad” en la experiencia de jugador

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

Juan Antonio Trillo Manzano
Sistemas y Lenguajes Informáticos
Universidad de Granada
Granada, España
juananbeas@correo.ugr.es

Patricia Paderewski
Rodríguez
Sistemas y Lenguajes Informáticos
Universidad de Granada
Granada, España
patricia@ugr.es

RESUMEN

Cuando se diseña un videojuego o cualquier otro sistema que incorpora el juego como elemento motivador (Sistemas Basados en Juego - SBJ) hay un aspecto que debe ser analizado y diseñado con mucho cuidado ya que puede ser clave para que los usuarios del sistema reciban una buena experiencia de usuario: la “dificultad”. La dificultad interviene directamente sobre el diseño de la interacción entre el jugador los sistemas basados en juego. Dentro de la influencia que la dificultad puede tener en la jugabilidad de dichos sistemas, la experiencia de jugador (PX) contiene varias dimensiones afectadas por esta. En este trabajo se presenta un conjunto de relaciones que se han detectado entre diferentes aspectos de la dificultad y las experiencias de jugador determinadas por una propuesta anterior de caracterización de la jugabilidad para SBJ. Estas relaciones se utilizan para proponer un conjunto de heurísticas cuyo objetivo es poder evaluar tanto las características de la dificultad como las experiencias de jugador que se asocian a estas.

PALABRAS CLAVE

Dificultad, experiencia de jugador, sistemas basados en juego, heurísticas

1 Introducción

La principal diferencia entre los sistemas basados en juego o SBJ (incluyendo productos como videojuegos, juegos serios o sistemas gamificados) y otros medios de entretenimiento reside en la interacción entre el usuario (en este caso, el jugador) y el medio que proporciona dicho entretenimiento. Mientras que, por ejemplo, la televisión solo necesita ser encendida, seleccionar el canal y establecer el volumen para cumplir su función, los SBJ requieren de una interacción continua entre el jugador y el sistema mientras que este se encuentra en uso.

Esta interacción puede ser enriquecida de muchas formas diferentes para proporcionar un mejor entretenimiento al usuario. Por ejemplo, pueden incluirse elecciones que afectan a la narrativa del juego, mecánicas que se producen al realizar combinaciones de diferentes controles del juego, estrategias que permiten optimizar recursos, etc. Cada uno de estos tipos de interacción

tiene una dificultad asociada, la cual también influye en el entretenimiento del jugador.

Para que la experiencia de jugador sea satisfactoria, la dificultad del contenido del SBJ debe ajustarse tanto a este contenido como al jugador y sus características. Por ejemplo, la dificultad para derrotar a un enemigo común en un videojuego no puede ser la misma que la dificultad para derrotar a un enemigo más poderoso, y un SBJ dedicado a un público que disfruta más de la historia tendrá una dificultad diferente que un SBJ dedicado a jugadores que buscan enfrentarse a retos complicados. Debido a la diversidad que existe de desafíos, sobre todo entre diferentes géneros de juego, y también de perfiles de jugador, conseguir un nivel de dificultad que sea adecuado en todas las situaciones es un proceso complicado. Además, en SBJ en los que se da la opción al jugador de completar los desafíos de diferentes maneras, se debe también lograr que el nivel de dificultad de cada alternativa esté balanceado en función de cómo de adecuado es el método que se emplea para resolver dicho desafío.

Dentro de un SBJ, la dificultad se puede configurar de diferentes formas. Hay sistemas que ofrecen al jugador la posibilidad de seleccionar diferentes dificultades en función de sus preferencias, y en otros casos el propio sistema adapta la dificultad conforme el jugador progresa o fracasa en los desafíos. También existen SBJ en los que la dificultad viene determinada desde un principio, lo cual facilita el diseño de la curva de dificultad al no tener que incluir ninguna variable, pero limita los perfiles de jugador que pueden disfrutar del juego en función de su nivel de habilidad.

En este trabajo, se va a analizar cómo la dificultad de un sistema basado en juego afecta a la experiencia del jugador dentro de sus diferentes visiones. Para empezar, hablaremos sobre el concepto de dificultad y ofreceremos la caracterización de las experiencias de jugador que vamos a emplear en el análisis (sección 2). A continuación, relacionaremos diferentes dimensiones de la dificultad con dichas experiencias de jugador, teniendo en cuenta que algunas experiencias de jugador se ven más afectadas por los niveles de dificultad que otras (sección 3). Este análisis nos va a permitir resumir en una tabla dichas relaciones, estableciendo una asociación entre los aspectos de la dificultad y las experiencias de jugador. Para poner estas asociaciones en práctica, vamos a

proponer un conjunto de heurísticas que puedan ser empleadas para evaluar dichos aspectos de la dificultad, así como la experiencia de jugador con la que están relacionados (sección 4). Por último, comentaremos las conclusiones obtenidas y comentaremos las líneas de trabajo futuro que surgen a raíz de este trabajo (sección 5).

2 Dificultad y caracterización de la PX

La dificultad en un SBJ es uno de los aspectos que suele aparecer como factor determinante de la calidad del sistema. Lazzaro [1], por ejemplo, considera que una de las dimensiones de la diversión que proporciona un videojuego depende del desafío que este proporciona al jugador (propiedad de *Hard Fun*). También en la teoría de la autodeterminación de Ryan et al. [2] se encuentra la dimensión de competencia, relacionada directamente con la dificultad del sistema. Desde el punto de vista psicológico, Csikszentmihalyi, con su teoría del flujo [3], también dictamina que la dificultad debe de estar bien ajustada para que el jugador pueda disfrutar plenamente del juego.

Existen diversas formas de introducir la dificultad en los SBJ. Para empezar, se debe tener en cuenta que la dificultad no es estática durante todo el juego. Por tanto, existe una curva de dificultad que ajusta los desafíos a las habilidades adquiridas por el jugador y los recursos que ha obtenido durante el juego. Este ajuste o escalado de dificultad [4] tiene como objetivo hacer que el jugador se sienta desafiado, pero de forma que la frustración que pueda adquirir al fallar en el desafío no impida que pueda disfrutar del sistema.

El escalado de dificultad se puede producir de diferentes maneras dependiendo del diseño del sistema basado en juego. Hay juegos en los que la dificultad viene determinada por el sistema, y el escalado está determinado por el propio diseño del sistema basado

en juego, lo que produce una mayor sensación de desafío en aquellos juegos diseñados con una alta dificultad en mente [5]. En otros casos, el sistema ofrece al jugador la opción de seleccionar el nivel de dificultad que este prefiere, lo cual puede facilitar el aprendizaje del juego y la motivación del jugador [6]. La opción más novedosa para ajustar la dificultad es el escalado de dificultad dinámico (DDA, *Dynamic Difficulty Adjustment*) [7], el cual analiza la capacidad del jugador y adapta la dificultad del sistema a esta de manera constante, de forma que el nivel de desafío se pueda conservar durante todo el juego.

La dificultad, al influir en la PX, es un factor que influye en la calidad del SBJ, la cual, a la hora de ser evaluada, suele ser analizada mediante la jugabilidad del sistema. Este concepto, el de la jugabilidad, se enlaza de forma directa con el de experiencia de jugador en algunas definiciones. Por ejemplo, González Sánchez [8] considera la jugabilidad como “el conjunto de propiedades que describen la experiencia del jugador ante un sistema de juego determinado, cuyo principal objetivo es divertir y entretener de forma satisfactoria y creíble ya sea solo o en compañía”. Por tanto, la dificultad influye directamente en la PX, por lo que resulta de interés analizarla para poder precisar más en los análisis de la jugabilidad que se realicen.

Este mismo autor propone una caracterización de la jugabilidad para videojuegos, la cual hemos modificado posteriormente para poder ser utilizada con cualquier SBJ [9]. En esta caracterización, se clasifican los aspectos que intervienen en la jugabilidad en dos categorías: por un lado están los elementos de diseño de juego, inherentes al sistema y a su diseño, y por otro lado están las experiencias de jugador, relativas a la sesión de juego y la interacción jugador-SBJ. Las propiedades resultantes se muestran en la figura 1.

El objetivo de este trabajo es analizar el impacto de la dificultad en la parte de experiencia de jugador. En esta caracterización,

Figura 1: Caracterización de los elementos de diseño de juego (tabla superior) y la experiencia de jugador (tabla inferior) [9]

Elementos visuales	Elementos sonoros	Elementos narrativos	Ritmo	Personajes virtuales	Mundo virtual	Pervasividad	Desafío	Libertad	Multijugador
Modelos visuales	Efectos de sonido	Trama principal	Guardado de progreso	Acciones predeterminadas (Scripts)	Físicas	Personajes reales	Mensajes de ayuda	Creación	Comunicación
Animación	Música	Diálogos	Fluidez	Reacciones	Eventos aleatorios	Espacio real	Tutoriales	Personalización	Cooperación
Info. en la pantalla (HUD)	Voces	Descripciones				Tiempo real	Controles	Exploración	Confrontación
Ambiente visual	Ambiente sonoro	Historias secundarias					Dificultad	Interacción	
							Curva de dificultad	Decisiones	
							Planteamiento de los desafíos	Rejugabilidad	
							Objetivo de los desafíos		
							Logros		

Experiencias de funcionalidad	Experiencias de entretenimiento	Experiencias estructurales	Experiencias sentimentales	Experiencias de grupo
Satisfacción	Placer	Inmersión	Empatía	Socialización
Comodidad	Diversión	Curiosidad	Emoción	Conciencia de grupo
Intuición	Motivación	Sorpresa	Nostalgia	
	Destreza	Tensión	Reflexión	
		Coherencia		
		Aprendizaje		
		Bienestar		

se distingue entre 5 tipos de experiencias de jugador (experiencias de funcionalidad, de entretenimiento, estructurales, sentimentales y de grupo), las cuales hacen referencia a diferentes aspectos que ofrece el SBJ y que analizaremos en la siguiente sección para estudiar su relación con la dificultad del sistema.

3 Relación entre la dificultad y la PX

En la siguiente sección se pretende relacionar las diferentes experiencias de jugador de la caracterización anteriormente expuesta con los elementos derivados de la dificultad del SBJ, de forma que se puedan obtener conclusiones sobre cómo la dificultad influye en la evaluación de la calidad de la experiencia de jugador.

3.1 Experiencias de funcionalidad

Las experiencias de funcionalidad hacen referencia a las experiencias de jugador asociadas con los aspectos más técnicos del sistema, es decir, elementos del diseño que no son el foco del gameplay, como pueden ser los menús o las diferentes interfaces que se visualizan en el juego. Se podría decir que estas experiencias están más relacionadas con la usabilidad del sistema como producto de software que con su jugabilidad, pero estos aspectos también influyen en cómo el jugador es capaz de disfrutar del juego.

Al ser aspectos principalmente relacionados con la “facilidad de uso”, la influencia de su diseño en la dificultad del juego debe ser mínima. Mientras que encontrar dificultades en las mecánicas de los desafíos puede ser una motivación para el jugador, tener dificultades para moverse por los menús o para identificar elementos de las interfaces es algo que solo puede ser perjudicial para la experiencia de jugador [10].

3.2 Experiencias de entretenimiento

Las experiencias de entretenimiento se relacionan con las experiencias de jugador que no necesitan un contexto para ser percibidas y que siempre contribuyen a que el jugador disfrute del SBJ. Estas experiencias sí tienen importantes relaciones con la dificultad del sistema, por lo que analizaremos por separado las asociaciones con las diferentes experiencias de entretenimiento.

La primera experiencia que encontramos en esta categoría es el **placer**. La relación de esta experiencia con la dificultad depende altamente del “perfil de jugador”, ya que jugadores que no están interesados en el desafío tendrán una experiencia más placentera con una dificultad más baja, mientras que los jugadores que buscan desafíos exigentes preferirán una dificultad más elevada. Para este último perfil, en algunos casos se tiene incluso que la frustración causada por desafíos extremadamente complicados puede ser percibida como placer, siempre que el perfil de jugador se ajuste a este tipo de SBJ [11]. Por ejemplo, los juegos de la saga *Dark Souls* y los SBJ que ha inspirado (conocidos como *soulslike*) están caracterizados principalmente por su alto nivel de dificultad [5], lo cual lleva a que el perfil de jugador para el cual se diseñan estos sistemas basados en juego disfrute de desafíos en los que es probable que fracase muchas veces hasta que consigue vencerlos, en contraposición con perfiles de jugador más casuales

que buscan una experiencia de juego sencilla y que puedan superar sin tener más problemas de lo necesario.

La **diversión** también constituye una experiencia de entretenimiento. En este caso, para que el jugador se divierta lo más importante es que el diseño de los desafíos sea interesante, independientemente del nivel de dificultad que conlleven. Sin embargo, la dificultad juega un papel indirecto en la libertad que tiene el jugador a la hora de afrontar los desafíos, ya que puede que el jugador prefiera emplear ciertos recursos o habilidades para superar los retos y estos, por el diseño del desafío, no sean viables o la dificultad al emplearlos sea mucho más alta que al utilizar otros métodos. Para ello, se debe realizar un ajuste que se suele conocer como “balancear el juego”, el cual es especialmente importante en los sistemas multijugador para que no haya jugadores que partan con ventaja y los enfrentamientos sean lo más interesantes posibles [12]. En el juego *Monster Hunter World*, el jugador puede emplear diferentes armas para cazar monstruos, y tanto durante el desarrollo del juego como mediante actualizaciones posteriores se intenta que todas las armas sean igualmente viables siempre que el jugador sea capaz de dominarlas [13].



Figura 2: Iconos de las diferentes armas que se pueden utilizar en el videojuego *Monster Hunter World* [14].

En cuanto a la **motivación**, la principal relación existente con la dificultad viene determinada por las recompensas y castigos que acompañan a las victorias y los fracasos, respectivamente. El jugador debe sentir que superar los desafíos merece la pena, y que, aunque las derrotas le puedan hacer perder tiempo y recursos, se sigue encontrando más cerca de superar el reto [15]. Por tanto, se debe lograr que, independientemente del resultado de afrontar un desafío, el jugador al menos conserve el interés en seguir jugando, con recompensas justas y castigos permisivos. Esta experiencia es especialmente esencial en los sistemas gamificados, ya que se debe mantener el interés del jugador en seguir jugando a pesar del esfuerzo que está haciendo. Un ejemplo de este tipo de experiencia lo podemos encontrar en *Duolingo*, una aplicación para aprender idiomas donde al completar desafíos se obtienen “gemas” o “lingotes” que se pueden emplear para obtener ventajas dentro del SBJ [16].

Por último, la experiencia de **destreza** se consigue al ejecutar con maestría las acciones requeridas para superar los retos del juego. Esta experiencia se suele acentuar cuando el sistema deja que el

jugador actúe de forma autónoma, ya que si el juego guía demasiado al jugador, es probable que este piense que sus logros no tienen tanto mérito. Por tanto, para que el jugador pueda experimentar destreza es necesario que el juego explique las mecánicas y estrategias que se pueden usar para avanzar en este, pero dejando al jugador la libertad creativa para utilizarlas como piense que es más adecuado. En este sentido, el videojuego de *The Legend of Zelda: Breath of the Wild* ha recibido numerosos elogios por permitir que el jugador pueda resolver los desafíos que el SBJ plantea de muchas formas diferentes, empleando tanto los recursos de los que el jugador dispone como el escenario de juego de forma creativa [17].

3.3 Experiencias estructurales

Al contrario que ocurre con las experiencias de entretenimiento, las experiencias estructurales necesitan de un contexto previo para que el jugador las pueda disfrutar. En este caso, no todas las experiencias de dicha categoría tienen relación con la dificultad del SBJ, ya que algunas de ellas (curiosidad, sorpresa y coherencia) se encuentran de forma intrínseca en la narrativa del juego y acompañan a la interacción en vez de ser parte de esta.

La **inmersión** es una de las experiencias estructurales que sí tiene relación con la dificultad. Cuando acciones, que en la realidad son complejas, se pueden ejecutar en el juego de forma demasiado sencilla, el jugador puede aburrirse, pero si se da el caso opuesto y acciones sencillas son complicadas de llevar a cabo en el juego, se puede convertir en una experiencia tediosa y aburrida para el jugador. Sin embargo, en algunos casos se debe simplificar la dificultad de ciertas acciones que son demasiado complicadas en la realidad, sacrificando la inmersión por una mejor experiencia de juego [18]. No podemos olvidar que muchos jugadores juegan a juegos para poder realizar cosas que en el mundo real no podrían o no se atreverían a hacer. Por ejemplo, Microsoft Flight Simulator es conocido por ser un juego muy inmersivo por su nivel gráfico y el vasto mundo que se puede sobrevolar al jugarlo, pero controlar un avión en dicho juego es mucho más sencillo que pilotarlo en la realidad para que el jugador pueda disfrutar de dicha inmersión [19].

La dificultad tiene también cierta influencia en la experiencia de jugador de **tensión**. Cuando los desafíos se ajustan a la habilidad del jugador, en un reto complicado cualquier pequeño detalle puede ser la diferencia entre una victoria o un fracaso, requiriendo máxima atención por parte del jugador [20]. Por tanto, para potenciar esta experiencia es necesaria una dificultad equilibrada, con desafíos que saquen al jugador de su zona de confort en determinados momentos. En los juegos del género *soulslike* que hemos mencionado antes, cuando el personaje del jugador tiene pocos puntos de vida disponibles, cualquier fallo al controlar el personaje puede suponer perder la partida.

En el caso del **aprendizaje**, la dificultad juega un papel esencial. Aprender algo nuevo implica de por sí cierta dificultad, pero si esta es demasiado elevada, el jugador perderá interés y no podrá aprender nada. Esto implica que una dificultad que se adapte al jugador y sus capacidades será la que permita sacar el mejor partido al proceso de aprendizaje. Para ello, se puede dar la opción al jugador de probar con diferentes niveles de dificultad, o directamente implementar en el SBJ una dificultad adaptable [21].

Tampoco podemos olvidar que las sesiones iniciales de aprendizaje de un juego son la clave para que el jugador decida seguir jugándolo. Los procesos de aprendizaje (tutoriales) deben ser divertidos y mostrar la esencia del juego de una forma equilibrada e incluso con una duración que permita mantener la atención del jugador durante todo el tiempo. Por ejemplo, en los juegos de la saga *Brain Training*, el jugador puede entrenar antes de realizar los tests del juego, los cuales basan su dificultad en pruebas previas que se realizan al jugador [22].

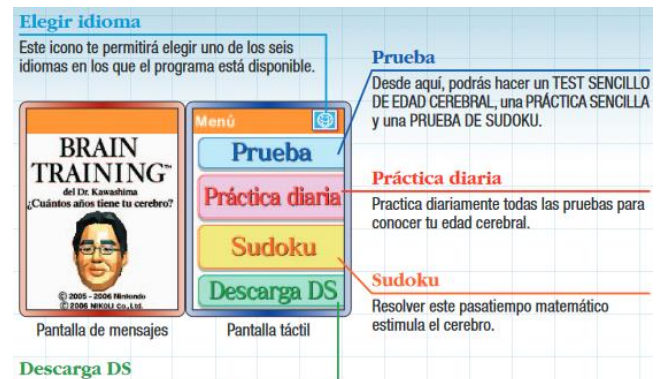


Figura 3: Interfaz en la que se puede seleccionar modos de práctica en el juego de Brain Training [22].

Para terminar con las experiencias estructurales, el **bienestar** también tiene cierta relación con la dificultad. La experiencia de bienestar, al igual que ocurría con el placer, depende del perfil de jugador a la hora de la preferencia sobre el nivel de dificultad. La principal diferencia reside en el hecho de que, al tratarse de una experiencia continuada, para poder experimentar bienestar el jugador necesita tener la posibilidad de poder descansar del juego, ya sea pausándolo o, preferiblemente, con situaciones en las que la dificultad sea más baja o nula entre desafíos complicados. Volviendo a referenciar a los juegos del género *soulslike*, en ciertos puntos del mapa se puede descansar en campamentos que permiten al jugador recuperar vida y recursos perdidos, además de asegurarse de que el personaje del jugador no puede ser atacado mientras está descansando.

3.4 Experiencias sentimentales

Del mismo modo que ocurría con ciertas experiencias estructurales, las experiencias sentimentales están asociadas con la narrativa del juego en lugar de con sus desafíos. Si bien es cierto que algunas de estas experiencias pueden influir en la dificultad al alterar el estado del jugador, no ocurre lo mismo en el sentido opuesto. Por ejemplo, el SBJ puede apelar a las emociones del jugador para dificultarle realizar una acción. Sin embargo, el nivel de dificultad de un juego no influye directamente en cómo el jugador es capaz de entender y asimilar estas emociones, salvo que el nivel de dificultad sea tan elevado que le sea imposible prestar atención a dicha experiencia.

3.5 Experiencias de grupo

Las experiencias de grupo involucran la interacción entre dos o más jugadores. Esto implica que, en los casos en los que esta interacción sea cooperativa, la dificultad debe tener en cuenta que

varios jugadores están colaborando para lograr el mismo objetivo. Por otro lado, cuando se trata de una competición entre jugadores, en ocasiones es necesario diseñar reglas diferentes a las que el SBJ establece para el contenido en el que el jugador se enfrenta al sistema en sí.

Para que la dificultad tenga una influencia positiva en la experiencia de socialización, se debe procurar que la cooperación o competición, en su caso, pueda ser beneficiosa para todos los jugadores. Esto implica que, en el caso de la cooperación, superar los desafíos junto a otros jugadores facilite el desafío o lo haga más interesante, mientras que, en el caso de la competición, el vencedor debe obtener algún tipo de recompensa, procurando que el jugador derrotado se sienta lo menos frustrado posible [23]. Por ejemplo, en el videojuego de League of Legends, cada jugador asume un rol al empezar la partida, de forma que los jugadores puedan compartir recursos de forma eficaz y al realizar acciones juntos tengan más opciones de superar los desafíos que si lo intentaran por su cuenta. Del mismo modo, aunque no es necesario eliminar a los personajes del otro equipo para ganar la partida, se recompensa a los jugadores que lo hacen otorgando recursos que se pueden emplear para potenciar a los personajes que estos utilizan [24].



Figura 4: Pantalla de selección de rol y personaje en el videojuego League of Legends [24].

La conciencia de grupo es un factor que depende de la cultura alrededor del juego y de la interacción entre los jugadores fuera del gameplay, por tanto, la dificultad no tiene una influencia directa en esta experiencia. Sin embargo, una dificultad que favorezca la experiencia de socialización, como acabamos de comentar, favorecerá un ambiente en el que esta conciencia de grupo se pueda desarrollar.

4 Resumen de las relaciones entre dificultad y PX y heurísticas para su evaluación

Gracias a estudios realizados por diferentes autores, hemos podido razonar acerca de las relaciones que existen entre diferentes aspectos de la dificultad y las experiencias de jugador que aparecen en nuestra propuesta de caracterización de la jugabilidad. Cada SBJ tiene una forma diferente de introducir la dificultad en dicho sistema, pero las asociaciones que se han detectado son lo suficientemente generales como para ser aplicables a cualquier tipo de SBJ.

Observando las relaciones que hemos razonado entre las diferentes experiencias de jugador y la dificultad del sistema, podemos resumir dichas asociaciones en una tabla como la que se presenta a continuación. En la columna de la izquierda se muestran las experiencias de jugador para las cuales hemos detectado alguna relación con la dificultad, mientras que en la columna derecha aparecen los aspectos de la dificultad que influyen en dichas experiencias de jugador.

Placer	Ajuste según el perfil de jugador
Diversión	Interés de los desafíos y balance del juego
Motivación	Recompensas justas, castigos permisivos
Destreza	Autonomía del jugador
Inmersión	Retos inmersivos evitando una complicación excesiva
Tensión	Desafíos que requieren atención del jugador
Aprendizaje	Adaptabilidad de la dificultad
Bienestar	Descansos entre desafíos
Socialización	Incentivos para cooperar y competir

Tabla 1: Resumen de las relaciones entre aspectos de la dificultad (columna 2) y experiencias de jugador (columna 1).

La principal utilidad que se puede dar a estas relaciones es al realizar un análisis de la propiedad de jugabilidad de un SBJ. Para empezar, se pueden emplear como base de heurísticas que sirvan para determinar el nivel de agrado del jugador con dichos aspectos de la dificultad a la vez que se valora la respectiva experiencia de jugador. Además, los resultados de dicha evaluación pueden ser interpretados por los desarrolladores invirtiendo las relaciones en función de la experiencia de jugador que pretendan mejorar.

Empleando como inspiración las heurísticas que se utilizan en trabajos como el de González Sánchez [25] o en cuestionarios como el GEQ (*Game Experience Questionnaire*) [26] o el GAMEFULQUEST (*Gameful Experience Questionnaire*) [27], hemos diseñado unas heurísticas utilizando como base las relaciones anteriormente determinadas. Para ello, hemos distinguido diferentes perspectivas de cada asociación para obtener 4 heurísticas por cada tipo de experiencia de jugador, procurando que estas heurísticas sean suficientemente independientes entre sí para que cada una de ellas sea de interés, pero manteniendo la referencia al aspecto de la dificultad con el que están relacionadas. A continuación se presenta un cuestionario que recoge dichas heurísticas.

HEURÍSTICAS SOBRE LA DIFICULTAD Y SU RELACIÓN CON LA EXPERIENCIA DE JUGADOR

1. Placer:

H1. El jugador disfruta de los desafíos.

H2. El jugador encuentra placentero jugar sea cual sea la dificultad del contenido.

H3. El jugador cree que la dificultad del juego se ajusta a sus preferencias y gustos personales.

H4. El jugador cree que los desafíos del juego hacen que disfrute más de este.

2. Diversión:

H5. El jugador encuentra los desafíos interesantes.

H6. El jugador cree que los desafíos están balanceados.

H7. El jugador puede superar los desafíos utilizando sus estrategias favoritas.

H8. El jugador está conforme con la diversidad de los desafíos y las formas de superarlos.

3. Motivación:

H9. El jugador se siente motivado a seguir completando desafíos.

H10. El jugador cree que las recompensas por superar desafíos son justas.

H11. El jugador no se siente excesivamente frustrado al fracasar en un desafío.

H12. El jugador cree que merece la pena enfrentarse a cualquier desafío aunque pueda fracasar en el intento.

4. Destreza:

H13. El jugador siente que posee la habilidad suficiente para superar los desafíos presentados.

H14. El jugador cree que el juego le prepara adecuadamente para afrontar los desafíos.

H15. El jugador siente que superar o fracasar en un desafío depende de su nivel de habilidad.

H16. El jugador cree que puede dominar las mecánicas del juego.

5. Inmersión:

H17. El jugador se siente inmerso en el mundo del juego mientras afronta los desafíos.

H18. El jugador considera que la dificultad del juego es realista.

H19. El jugador no se siente frustrado al realizar acciones simples en el mundo virtual.

H20. El jugador siente que las mecánicas del juego no interfieren en su inmersión en este.

6. Tensión:

H21. El jugador necesita concentrarse para superar los desafíos más complejos del juego.

H22. El jugador se siente aliviado al completar los desafíos más complejos del juego.

H23. El jugador se ve sorprendido en los desafíos con una frecuencia aceptable.

H24. El jugador puede completar los desafíos a pesar de que pueda sentir tensión o nervios al afrontarlos.

7. Aprendizaje:

H25. El jugador siente que la dificultad del juego permite que se pueda aprender con este.

H26. El jugador puede determinar la dificultad del juego, o esta se adapta a sus habilidades.

H27. El jugador considera que un mayor nivel de dificultad en los desafíos implica un mayor aprendizaje por parte de este.

H28. El jugador aprende tanto al superar como fracasar los desafíos que se le presentan.

8. Bienestar:

H29. El jugador se siente bien al terminar un desafío.

H30. El jugador puede descansar entre desafíos.

H31. El jugador identifica desafíos que puede afrontar de forma más relajada.

H32. El jugador no se siente agobiado por una dificultad constante de los desafíos.

9. Socialización:

H33. El jugador disfruta afrontando desafíos con otros jugadores.

H34. El jugador considera que cooperar y/o competir es una actividad que merece la pena llevar a cabo en el juego.

H35. El jugador puede seleccionar con quien juega y/o los emparejamientos entre jugadores son equilibrados.

H36. El jugador considera que la dificultad de los desafíos multijugador está bien balanceada.

Cabe destacar que algunas de estas heurísticas, por las características de un SBJ en concreto, no se puedan aplicar. Por ejemplo, las heurísticas de socialización no son aplicables a juegos para un solo jugador, y las heurísticas de inmersión no tienen sentido cuando el sistema carece de un mundo virtual con el que el jugador interactúa.

4 Conclusiones y trabajo futuro

Partiendo de una caracterización de la jugabilidad y la experiencia de jugador, hemos relacionado aspectos de la dificultad con diferentes tipos de experiencia de jugador. Estas asociaciones se ven reflejadas en el diseño de una evaluación heurística que permite evaluar dichas dimensiones de la dificultad, obteniendo resultados que reflejan la influencia de la dificultad en cada experiencia de jugador.

Para que esta evaluación heurística sea de utilidad, es especialmente necesario que el SBJ tenga la dificultad como una de sus principales propiedades. Esto suele ocurrir ya que muchos juegos se fundamentan en el desafío, pero en experiencias más centradas en la narrativa, como las novelas visuales, este tipo de evaluación pierde sentido.

También es importante que el perfil de jugador se adapte al tipo de desafío y de dificultad que el juego ofrece. Por ejemplo, si el jugador prefiere jugar solo a jugar en compañía, probablemente los desafíos multijugador no le atraerán aunque la dificultad de estos sea correcta. En otros casos, como para realizar el ajuste de dificultad en función de la experiencia de placer, es necesario profundizar cómo influye el perfil de jugador en dicho aspecto.

Como líneas de trabajo futuro, primero nos encontramos con la validación de la evaluación heurística que acabamos de diseñar. Para ello, se puede consultar con expertos en experiencia de jugador o realizar una experiencia de juego, comparando los resultados de la evaluación heurística con resultados ya validados acerca de la dificultad del SBJ en cuestión.

Una vez que este cuestionario esté validado, sería interesante integrarlo en una herramienta de evaluación de la jugabilidad, de forma que los resultados que se obtengan de este sirvan para

obtener conclusiones sobre la calidad global de un sistema basado en juego. Asimismo, de los resultados que se obtuvieran con dicha herramienta se podría determinar qué problemas existen con la dificultad y cómo estos problemas afectan a la PX.

Por último, para aumentar la utilidad de este estudio, sería conveniente disponer de pautas que permitan modificar la dificultad de un SBJ en función de los resultados del diagnóstico al aplicar el cuestionario que hemos diseñado. De esta forma, los diseñadores de sistemas basados en juego podrían emplearlo directamente en el desarrollo del juego, adaptando los diferentes aspectos de la dificultad en función de las experiencias de jugador que pretenden potenciar.

REFERENCIAS

- [1] Lazzaro, N. Why we Play Games: Four Keys to More Emotion without Story. *Game Dev Conf*, (2004).
- [2] Ryan, R. and Deci, E. Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *The American psychologist*, 55 (Feb 1, 2000), 68-78. DOI=10.1037/0003-066X.55.1.68.
- [3] Csikszentmihalyi, M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience* (1990).
- [4] Aponte, M., Leveux, G. and Natkin, S. Measuring the level of difficulty in single player video games. *Entertainment Computing*, 2, 4 (2011), 205-213. DOI=10.1016/j.entcom.2011.04.001.
- [5] Guzvinecz, T. The correlation between positive reviews, playtime, design and game mechanics in souls-like role-playing video games. *Multimedia Tools and Applications*, 82 (2023), 4641-4670.
- [6] Leiker, A. M., Bruzi, A. T., Miller, M. W., Nelson, M., Wegman, R. and Lohse, K. R. The effects of autonomous difficulty selection on engagement, motivation, and learning in a motion-controlled video game task. *Human Movement Science*, 49 (2016), 326-335. DOI=10.1016/j.humov.2016.08.005.
- [7] Zohaib, M. Dynamic Difficulty Adjustment (DDA) in Computer Games: A Review. *Advances in Human-Computer Interaction*, (2018), 5681652. DOI=10.1155/2018/5681652.
- [8] Sánchez, J. L. G., Vela, F. L. G., Simarro, F. M. and Padilla-Zea, N. Playability: analysing user experience in video games. *Behaviour & Information Technology*, 31, 10 (2012), 1033-1054.
- [9] Trillo-Manzano, J. A., Salazar Cardona, J. A., Paderewski Rodríguez, P. and Gutiérrez Vela, F. L. Heuristic evaluation for playability and PX: contextualized analysis for game-based systems. In *I Congreso Español de Videjuegos*, (Dec 1, 2022).
- [10] Deterding, S. Interaction Tension: A Sociological Model of Attention and Emotion Demands in Video Gaming. *Media and Communication*, 7, 4 (2019), 226-236. DOI=10.17645/mac.v7i4.2366.

- [11] Foch, C. and Kirman, B. "Slow down and look": Desirable aspects of failure in video games, from the perspective of players. (2021).
- [12] Jaffe, A., Miller, A., Andersen, E., Liu, Y., Karlin, A. and Popovic, Z. Evaluating Competitive Game Balance with Restricted Play. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment, 8, 1 (Jun 30, 2021), 26-31. DOI=10.1609/aiide.v8i1.12513.
- [13] Actualizaciones del videojuego Monster Hunter World <https://www.monsterhunter.com/update/mhw/us/>
- [14] Manual del videojuego Monster Hunter World <https://game.capcom.com/manual/MHW/pre/>
- [15] Gemas y lingotes en el sistema gamificado de Duolingo <https://support.duolingo.com/hc/en-us/articles/360035917472-What-are-Gems-Lingots->
- [16] Birk, M. V., Iacovides, I., Johnson, D. and Mandryk, R. L. The False Dichotomy between Positive and Negative Affect in Game Play. In ACM, New York, USA (2015), 799-804.
- [17] Nichols, M. Aug 24, (2018). Freedom in Breath of the Wild <https://zeldauniverse.net/features/ocarinas-image-freedom-in-breath-of-the-wild/>
- [18] Aeschbach, L. F., Opwis, K. and Brühlmann, F. Breaking immersion: A theoretical framework of alienated play to facilitate critical reflection on interactive media. *Frontiers in virtual reality*, 3 (2022). DOI=10.3389/frvir.2022.846490.
- [19] Jumper, E. J. and Baughn, J. W. The use of Microsoft Flight Simulator in Aerospace Education. Collection of Technical Papers - Aiaa 9th Applied Aerodynamics Conference, Vols 1 and 2, (1991), 875-883.
- [20] Denisova, A., Cairns, P., Guckelsberger, C. and Zendle, D. Measuring perceived challenge in digital games: Development & validation of the challenge originating from recent gameplay interaction scale (CORGIS). *International journal of human-computer studies*, 137 (2020), 102383. DOI=10.1016/j.ijhcs.2019.102383.
- [21] Sampayo-Vargas, S., Cope, C. J., He, Z. and Byrne, G. J. The effectiveness of adaptive difficulty adjustments on students' motivation and learning in an educational computer game. *Computers and education*, 69 (Nov 1, 2013), 452-462. DOI=10.1016/j.compedu.2013.07.004.
- [22] Manual de Brain Training. https://fs-prod-cdn.nintendo-europe.com/media/downloads/games_8/emanuals/nintendo_ds_21/Manual_NintendoDS_DrKawashimasBrainTraining_ES.pdf
- [23] Silva, M. P., Silva, V. d. N. and Chaimowicz, L. Dynamic difficulty adjustment on MOBA games. *Entertainment computing*, 18 (2017), 103-123. DOI=10.1016/j.entcom.2016.10.002.
- [24] Cómo jugar a League of Legends. <https://www.leagueoflegends.com/es-es/how-to-play/>.
- [25] González Sánchez, J. L. Jugabilidad. Caracterización de la experiencia de jugador en videojuegos". Tesis doctoral realizada en la Universidad de Granada (2010).
- [26] Ijsselsteijn, W. A., Kort, Y. A. W. and Poels, K. The Game Experience Questionnaire. (2013).
- [27] Högberg, J., Hamari, J. and Wästlund, E. Gameful Experience Questionnaire (GAMEFULQUEST): an instrument for measuring the perceived gamefulness of system use. *User Model User-Adap Inter*, 29, 3 (2019), 619-660. DOI=10.1007/s11257-019-09223-w.

Automatic Generation of Empathy Maps

Marta Higuera
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid
Madrid Spain
marta.higuera@estudiante.uam.es

José A. Macías[†]
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid
Madrid Spain
j.macias@uam.es

ABSTRACT

Empathy Maps (EMs) are broadly used in UX and Design Thinking. They can be seen as a useful tool to help developers get a better understanding of the user's requirements. During the interaction design, it is important to have a thoroughgoing knowledge of what the user wants, which might be difficult to gather or portray to others somehow. In this sense, EMs provide a visual representation of the user's information, attitude, and behavior. Nevertheless, creating such EMs can become tedious, as this usually requires the involvement of a group of people, with expert knowledge, in-deep analyzing the information elicited from the user. In this paper, we present a tool for the automatic generation of EMs. This comprises a web tool aimed to automatically generate an Empathy Map from an audio interview with the user by using machine learning technology. More specifically, this paper reports on the architecture, a use case, and a validation with numerical evidence to corroborate the feasibility of the proposal presented.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing • Interaction design → **Systems and tools for interaction design**

KEYWORDS

Empathy Map, Usability, User Experience, Design Thinking, Intelligent User Interfaces.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Serious Games to Facilitate Social Integration for Children with Autism Spectrum Disorder

Javier Jiménez Honrado
Instituto de Desarrollo Industrial
Fundación Parque Científico y
Tecnológico de Castilla-La Mancha
02006 Albacete, Spain
javier.jimenez@pctelm.com

Gabriel Sebastián Rivera[†]
Escuela Superior de Ingeniería
Informática de Albacete
Universidad de Castilla-La Mancha
02071 Albacete, Spain
gabriel.sebastian@uclm.es

Jose A. Gallud;
Victor M. R. Penichet
Escuela Superior de Ingeniería
Informática de Albacete
Universidad de Castilla-La Mancha
02071 Albacete, Spain
jose.gallud@uclm.es;
victor.penichet@uclm.es

ABSTRACT

Education is very important nowadays. It determines the future of the children and prepares us to live in society. Sometimes we associate education as a mundane task, but it doesn't have to be true. There are various methods to make education engaging, and even enjoyable, through gamification and "serious-games" techniques.

Education is universal aspect, the same for everyone, but the way it is taught differs from one person or group to another, which requires tailored and personalized education. There are also some aspects of the education, usually taught more at home rather than at school, which includes social integration aspects. People with Autism Spectrum Disorder (ASD) require specialized educational techniques to enhance their learning and facilitate their integration into a society that can often be challenging and unfamiliar to them.

This project aims to elucidate the employed methodology and techniques for developing game, which encompasses multiple "serious games" minigames. The primary objective of these minigames is to enhance the social integration of children with ASD and facilitate their better integration into society.

CCS CONCEPTS

• Applied computing • Education • Interactive learning environments

KEYWORDS

Serious Games, Social Integration, Children, Autism Spectrum Disorder, Child-Computer Interaction.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Accessibility

Diseño de una herramienta para evaluar la adecuación de una vivienda a sus habitantes y priorizar actuaciones de mejora.

Un ejercicio de Diseño Inclusivo

Daniel Guasch, Olga León
Departamento de Ingeniería Telemática
Universitat Politècnica de Catalunya, España.
daniel.guasch@upc.edu , olga.leon@upc.edu

Laia Puig, Soraia Lusilla, Montse Domingo
Federació de la Paràlisi Cerebral i la Pluridiscapacitat de Catalunya, España. social@feccat.org ,
to.feccat@gmail.com , admimonfeccat@gmail.com

Resumen

El artículo describe los trabajos iniciales realizados por la FEPCAT y la UPC en el marco del proyecto “Rumbo: hacia un modelo de autonomía personal conectada e inclusiva”. El objetivo del artículo es describir la metodología y el diseño de una herramienta digital para valorar la adecuación de una vivienda a sus habitantes y priorizar actuaciones de mejora en esta. Se describe la problemática en la elección de los elementos e indicadores, así como la propuesta de evaluación implementada por la herramienta diseñada.

Palabras clave

Accesibilidad, inclusión, discapacidad, arquitectura, evaluación.

Introducción

En otoño de 2022 se establece un proyecto de colaboración entre la Federació de la Paràlisi Cerebral i la Pluridiscapacitat de Catalunya (FEPCAT) y la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Este surge de la necesidad de valorar la accesibilidad de una vivienda y priorizar actuaciones de mejora en esta en el marco del proyecto “Rumbo: hacia un modelo de autonomía personal conectada e inclusiva”. Los participantes en el proyecto de colaboración son técnicos de la FEPCAT, profesores de la UPC y personas diagnosticadas de parálisis cerebral y/o en situación de pluridiscapacitat.

Si bien existen varias aproximaciones al problema de identificar el grado de accesibilidad de una vivienda [1-4], debe realizarse unas consideraciones previas: la utilidad de este resultado, cómo entenderlo y aplicarlo a la realidad de las personas con discapacidad que habitan en esta. Además, debe reflexionarse sobre la utilidad de usar un único indicador. Si bien, a nivel conceptual, permite posicionar una vivienda en un cierto rango, no permite identificar las ventajas y los problemas existentes. Es por ello que se detecta la necesidad de obtener múltiples indicadores, correspondientes a los principales elementos de análisis.

Es por ello que se plantean dos indicadores de trabajo. Un primer indicador, complementario al grado de accesibilidad, sería el grado de adecuación de una vivienda a sus habitantes. En este caso, se personaliza el análisis de una vivienda concreta a las necesidades, capacidades y aspiraciones de sus habitantes. Es decir, ¿una

vivienda, más o menos accesible, se adecua, es útil, a sus habitantes? Y yendo un paso más, podría formularse la pregunta de ¿qué elemento de una vivienda aportaría mayor autonomía a sus habitantes? Por tanto, un segundo indicador incorporaría el posible impacto de una acción de mejora en un elemento concreto. Ambos indicadores podrían combinarse en una figura de mérito, la relación entre ellos. Esta figura de mérito impacto/adecuación permitiría evidenciar aquellas posibles actuaciones que supondrían un mayor beneficio para los habitantes de la vivienda, actuando sobre las principales barreras de accesibilidad. Conjugaría la percepción de los usuarios y la realidad de la vivienda, respondiendo a la pregunta ¿qué actuación de mejora debería priorizarse?

De forma análoga, es importante una correcta selección y estructuración de los elementos que se valorarían en una vivienda, permitiendo así realizar su análisis de forma sistemática. La interacción de estos elementos con los habitantes de la vivienda implica consideraciones importantes a tener en cuenta a lo largo de todo el desarrollo del proyecto y condiciona tanto la metodología como las herramientas de trabajo. Existen elementos físicos, como una escalera, y conceptuales, como un itinerario; elementos imprescindibles, como las paredes, y otros que pueden no existir, como una plaza de aparcamiento; elementos pasivos, como el pavimento, y otros activos, como los interruptores; etc.

En el proceso de formalización de los indicadores y los elementos deben tenerse en cuenta las características propias tanto de las viviendas [5-6] como de sus habitantes [7]. Ello supone un complejo y amplio marco de trabajo. A pesar de poder conjugarse gran cantidad de aspectos, a continuación se sintetizan las principales consideraciones, sobre la base de:

- Múltiples perspectivas. Es decir, desde donde se parte en el análisis. Desde la arquitectura y la tecnología (una aproximación técnica), desde la sanidad y los servicios sociales (una aproximación socio-sanitaria), desde la funcionalidad y la experiencia de los usuarios (una aproximación desde la percepción del usuario).
- Múltiples usuarios. Además de las personas con discapacidad, deben considerarse sus posibles asistentes o cuidadores personales, y su unidad de convivencia (familia, compañeros de piso, etc.).

- Múltiples percepciones. En función de las capacidades, necesidades y aspiraciones de los habitantes de la vivienda, las barreras en el uso y el desplazamiento pueden percibirse en distinto grado.
- Múltiples escenarios. Los elementos que deben considerarse en el análisis, en su sentido más amplio, pueden situarse en la vivienda, en el edificio donde se ubica (si procede) o en la zona residencial a la que pertenece.
- Múltiples elementos. La identificación de cuáles son los principales elementos a considerar se recogen de la normativa de accesibilidad, como espacios, itinerarios, equipamientos, etc.
- Múltiples aproximaciones. La aproximación al problema puede realizarse desde la actividad que se lleva a cabo, desde la discapacidad de sus usuarios, desde los elementos arquitectónicos, desde la viabilidad económica, etc.
- Múltiples criterios. Los criterios a aplicar pueden priorizar la adecuación a un usuario, el cumplimiento de las normas técnicas, la viabilidad de implementar las adaptaciones correspondientes, etc.
- Múltiples enfoques. Las valoraciones de técnicos y usuarios pueden recogerse mediante valores cuantitativos o cualitativos, en función de las posibilidades y metodologías.

Metodología

El proyecto se desarrolla mediante la metodología del Diseño Centrado en el Usuario (DCU) con unas consideraciones adicionales. Estas consideraciones tienen por objetivo potenciar los conceptos de inclusión y equidad de los usuarios a lo largo de las etapas de diseño, en lo que podría denominarse un Diseño Inclusivo (DI). Las consideraciones que matizan las etapas clásicas del DCU son las siguientes:

- Considerar que el resultado del diseño será la experiencia del usuario al usar el producto, entorno o servicio, no el propio producto, entorno o servicio en sí mismo.
- Considerar al usuario como un co-creador del diseño, en vez de ser un mero objeto de estudio por parte del equipo de trabajo. Ello implica, más allá de estar presente en las etapas de diseño, una participación activa de este y la consecución de sus metas.
- Normalizar la situación de discapacidad de los usuarios, tanto desde la vertiente técnica, como desde la vertiente social.

El punto de partida del diseño es el análisis de 3 normas sobre accesibilidad en la edificación. La norma UNE 41500 IN [8] realiza una aproximación desde las características físicas del usuario. La norma UNE-ISO 21542 [9] mantiene un enfoque más técnico, desde la arquitectura. Mientras que la norma UNE 170001-1 [10] se orienta desde las actividades de los usuarios. Todas ellas coinciden en un conjunto de elementos a tener en cuenta. En

concreto, se han considerado los siguientes 23 categorías de elementos: plazas de aparcamiento, sistemas de protección y evacuación, suelos y paredes, escaleras, rampas, pasamanos, ascensores y plataformas elevadoras, itinerarios, orientación, señalización e información, circulación horizontal, circulación vertical, entradas y salidas, puertas y ventanas, espacios comunes, dormitorios, cocinas almacenes, espacios higiénico-sanitario, terrazas y balcones, equipamientos, mandos e interruptores, mobiliario, acústica, iluminación.

A su vez, las normas consideran 3 escenarios de actuación: la vivienda, el edificio donde se ubica (si procede) y la zona residencial a la que pertenece. Nótese que un mismo tipo de elemento puede existir en varios escenarios. Por tanto, el posible uso de una lista de elementos da lugar a un planteamiento más estructurado mediante una distribución matricial. Esta matriz, formada por 3 escenarios (columnas) y 23 categorías de elementos (filas), se ha definido como mapa de elementos.

Una vez identificados los elementos, en el marco de actuación del mapa de elementos, debe reflexionarse sobre cómo obtener los indicadores de adecuación (de la vivienda a sus habitantes) e impacto (de una acción de mejora). Se pretende conseguir un equilibrio entre las dos fuentes principales de información: el usuario y la norma técnica. Se considera oportuno definir, sobre el mapa de elementos, valoraciones cualitativas, a partir de una escala Likert de 3 niveles, más los comentarios que se consideren necesarios. El motivo es que una valoración cuantitativa puede no reflejar suficientemente la realidad. Por ejemplo, si se identifica una puerta no accesible, no tiene la misma relevancia si se trata de la puerta principal de acceso a la vivienda o a un trastero de esta. O un espacio puede no ser accesible, para una persona con discapacidad, pero sí para su asistente o cuidador.

Atendiendo a las reflexiones anteriores, se plantean tres preguntas por cada elemento del mapa. Debe notarse que, según la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) [7], solo deben considerarse las actividades de la vida diaria en las respuestas. Además, la redacción de las respuestas, planteadas para poder ser implementadas por un elemento desplegable de un formulario, equivalen a una escala Likert de 4 valores decrecientes. La cuarta respuesta solo indica que no se evalúa ese elemento. Por ejemplo, porque no existe ninguno en la vivienda.

La primera pregunta pretende incorporar las necesidades y capacidades de los habitantes de la vivienda, identificando las barreras de accesibilidad que perciben. Por ello, deben responderla sus habitantes, con el asesoramiento del técnico que realiza la evaluación. El enunciado y las posibles respuestas que los habitantes pueden responder son:

- ¿Este elemento supone una barrera de accesibilidad en las actividades de la vida cotidiana?
 - 1) Facilita las actividades de la vida cotidiana.
 - 2) Dificulta las actividades de la vida cotidiana.

3) Impide las actividades de la vida cotidiana.

4) No aplica este criterio.

La segunda pregunta incide sobre las aspiraciones de los usuarios, preguntando sobre la priorización de una actuación sobre el elemento. También en este caso, deben responderla sus habitantes, con el asesoramiento del técnico evaluador. El enunciado y las posibles respuestas que los habitantes pueden responder son:

- ¿Priorizaría realizar una actuación de mejora sobre este elemento?
 - a) Priorizaría actuaciones en este elemento.
 - b) No priorizaría actuaciones en este elemento.
 - c) No realizaría actuaciones en este elemento.
 - d) No aplica este criterio.

Finalmente, la tercera pregunta incorpora la vertiente técnica y debe responderla el técnico evaluador, basándonos en la normativa de accesibilidad vigente, con las consideraciones que le pueden aportar los habitantes de la vivienda. El enunciado y las posibles respuestas que los técnicos evaluadores pueden responder son:

- ¿Este elemento se adecúa a los requerimientos de los habitantes de la vivienda?
 - i) Se adecua suficientemente a los requerimientos de los habitantes de la vivienda.
 - ii) Puede adecuarse a los requerimientos de los habitantes de la vivienda.
 - iii) No puede adecuarse a los requerimientos de los habitantes de la vivienda.
 - iv) No aplica este criterio.

A partir de las respuestas de las 3 preguntas descritas se formulan los indicadores de adecuación e impacto según la figura 1. Los resultados de los indicadores se establecen en 4 grados cualitativos: alto, medio, bajo y nulo. Por ejemplo, la combinación de respuestas 1.c.i describe un elemento que el usuario considera que le facilita las actividades de la vida cotidiana, donde no realizaría actuaciones, y el técnico considera que se adecua suficientemente a los requerimientos de los habitantes de la vivienda. Por tanto, ello implica una alta adecuación al usuario y un nulo impacto si se realizase una actuación de mejora en este. Un caso opuesto sería la combinación de respuestas 3.a.ii, que identifica un elemento que impide las actividades de la vida cotidiana al usuario, él priorizaría una actuación de mejora, y el técnico valora que puede adecuarse a los requerimientos de los habitantes de la vivienda. En este caso se evidencia una baja adecuación y un alto impacto al aplicar una acción de mejora en este elemento. El resto de combinaciones de respuestas siguen el razonamiento anterior.

Si se analiza el histograma de posibles resultados de los indicadores, se obtiene que el indicador impacto es alto en 2 ocasiones, medio en 6, bajo en 8 y nulo en 12. Mientras que la

Respuestas	Impacto	Adecuación	I/A	Respuestas	Impacto	Adecuación	I/A
1.a.i)	Bajo	Alta	0,33	2.b.iii)	Nulo	Nula	0,00
1.a.ii)	Bajo	Media	0,50	2.c.i)	Bajo	Media	0,50
1.a.iii)	Nulo	Nula	0,00	2.c.ii)	Medio	Baja	2,00
1.b.i)	Bajo	Alta	0,33	2.c.iii)	Nulo	Nula	0,00
1.b.ii)	Bajo	Media	0,50	3.a.i)	Medio	Baja	2,00
1.b.iii)	Nulo	Nula	0,00	3.a.ii)	Alto	Baja	3,00
1.c.i)	Nulo	Alta	0,00	3.a.iii)	Nulo	Nula	0,00
1.c.ii)	Nulo	Media	0,00	3.b.i)	Medio	Baja	2,00
1.c.iii)	Nulo	Nula	0,00	3.b.ii)	Alto	Baja	3,00
2.a.i)	Bajo	Media	0,50	3.b.iii)	Nulo	Nula	0,00
2.a.ii)	Medio	Baja	2,00	3.c.i)	Bajo	Baja	1,00
2.a.iii)	Nulo	Nula	0,00	3.c.ii)	Medio	Baja	2,00
2.b.i)	Bajo	Media	0,50	3.c.iii)	Nulo	Nula	0,00
2.b.ii)	Medio	Baja	2,00	x.x.iv)	Nulo	Nula	0,00

Figura 1. Tabla de decisión de los indicadores de adecuación, impacto y la figura impacto/adecuación.

adecuación es alta en 3 combinaciones, media en 6, baja en 9 y nula en 10. En una primera aproximación puede parecer que presentan valores antagónicos, puesto que una baja adecuación implica un alto impacto al actuar sobre el elemento. Pero existe un factor que introduce matices, la percepción del usuario. Este factor se evidencia cuando se calcula la figura de mérito impacto/adecuación. La correspondencia de esta figura de mérito con las respuestas puede observarse también en la figura 1. Para realizar esta operación se asignan números naturales a cada valor cualitativo: alto 3, medio 2, bajo 1, nulo 0. Y se solventan las indeterminaciones de cálculo numérico debido a divisiones por 0, asignando el mismo valor 0. Nótese que en esta figura destacan claramente los elementos sobre los que actuar, tal como se pone de manifiesto al analizar el histograma de valores. En la figura de impacto/adecuación, de las 28 combinaciones de respuestas, 2 tienen el máximo valor (3), 6 un valor elevado (2) y 20, el resto, un valor muy inferior. El valor máximo, 3, se obtiene en los elementos que presenta una baja adecuación y un elevado impacto si se mejoran. Reciben una valoración de 2 aquellos elementos también de baja adecuación, pero de impacto medio. Y el resto de valores (inferiores o iguales a 1) podrían considerarse menospreciados. Por tanto, esta figura de mérito podría considerarse una buena candidata a ser utilizada para priorizar actuaciones en los elementos a partir de los criterios descritos anteriormente.

Resultados

El prototipo de herramienta que implementa el diseño planteado se ha realizado mediante una hoja de cálculo editable desde la nube. El motivo es potenciar el trabajo colaborativo de los técnicos implicados, conseguir la portabilidad de los resultados a otros entornos de análisis y minimizar el coste económico. La figura 2 muestra, a título ilustrativo, la disposición del mapa de elementos en la hoja de cálculo. Este elemento se utiliza reiteradamente tanto en la selección de las respuestas mediante elementos desplegables, como en la presentación de los indicadores de adecuación e impacto y la figura de mérito impacto/adecuación.

En la fase actual del proyecto ya se está utilizando la herramienta para valorar las viviendas de unos pocos usuarios participantes en el proyecto. Los acuerdos de confidencialidad necesarios se formalizan con el modelo de la Confederación ASPACE. Pero no se disponen de suficientes resultados para incorporarlos a este

Desplazamiento y uso de...	La zona residencial		El edificio		La vivienda	
	Valoración	Observaciones	Valoración	Observaciones	Valoración	Observaciones
Plazas de aparcamiento	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Sistemas de protección y evacuación	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Suelos y paredes	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Escaleras	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Rampas	▼	▼	▼	▼	▼	▼
pasamanos	▼	▼	▼	▼	▼	▼
ascensores y plataformas elevadoras	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Itinerarios	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Orientación, señalización e información	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Circulación horizontal	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Circulación vertical	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Entradas y salidas	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Puertas y ventanas	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Espacios comunes	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Dormitorios	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Cocinas almacenes	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Espacios higiénico-sanitario	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Terrazas y balcones	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Equipamientos	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Mandos e interruptores	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Mobiliario	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Acústica	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Iluminación	▼	▼	▼	▼	▼	▼

Figura 2. Implementación del mapa de elementos en la hoja de cálculo en la nube.

artículo, posponiendo los resultados con los usuarios y su análisis a futuras publicaciones.

Conclusiones

A lo largo de estas páginas se han presentado los trabajos iniciales de la colaboración entre la FEPCCAT y la UPC para diseñar una herramienta para evaluar la adecuación de una vivienda a sus habitantes y priorizar actuaciones de mejora. Las reflexiones iniciales permiten definir las principales problemáticas en el planteamiento del diseño. Se ha estructurado el conjunto de elementos de una vivienda a evaluar mediante la formalización del concepto de mapa de elementos. Y a partir de estos, se ha definido una metodología, mediante 3 preguntas cualitativas, para obtener dos indicadores de referencia, la adecuación de una vivienda a sus habitantes y el factor de impacto de una actuación de mejora en un elemento. Así como una figura de mérito, la relación impacto/adecuación, que permite priorizar las actuaciones a realizar en una vivienda.

Todo ello, aplicando el Diseño Centrado en el Usuario. Diseñando en base a la experiencia del usuario en la vivienda y al usar la herramienta, incorporándolo activamente en las etapas de diseño, teniendo en cuenta sus necesidades, sus capacidades y sus aspiraciones.

El prototipo resultante no ha podido ser evaluado suficientemente por técnicos evaluadores y usuarios debido estar en las etapas iniciales del proyecto. Y se espera poder compartir los resultados obtenidos en futuras publicaciones.

Agradecimientos

Este artículo se enmarca dentro del proyecto “Rumbo: hacia un modelo de autonomía personal conectada e inclusiva” al amparo de la orden DSA/1199/2021, de 4 de noviembre, por la que se establecen las bases reguladoras y se convocan subvenciones para la realización de proyectos de innovación en materia de prevención de la institucionalización, desinstitucionalización y desarrollo de servicios de apoyo comunitarios en el ámbito de los cuidados de

larga duración, vinculados con el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Bibliografía

- [1] Gamache, S., Morales, E., Noreau, L., Dumont, I. and Leblond, J. 2018. Measure of environmental accessibility (MEA): development and inter-rater reliability. *Journal of Accessibility and Design for All*. 8, 1 (May 2018), 1–32. DOI:https://doi.org/10.17411/jaccess.v8i1.141.
- [2] Mosca, E.I., Herssens, J., Rebecchi, A. and Capolongo, S. 2019. Inspiring architects in the application of design for all: knowledge transfer methods and tools. *Journal of Accessibility and Design for All*. 9, 1 (May 2019), 1–24. DOI:https://doi.org/10.17411/jaccess.v9i1.147.
- [3] Moral Ávila, C., Delgado Méndez, L.. 2010. Evaluación de los niveles de accesibilidad en los entornos patrimoniales. *ACE: Architecture, City and Environment*. 5, 1, (June 2010), 41–60. DOI:https://doi.org/10.5821/ace.v5i13.2492.
- [4] Gamache, S., Routhier, F., Mortenson, W.B., Miller, W.C. and Martin Ginis, K.A. 2020. Objective evaluation of architectural obstacles encountered in two Canadian urban settings by mobility device users. *Journal of Accessibility and Design for All*. 10, 1 (May 2020), 98–123. DOI:https://doi.org/10.17411/jaccess.v10i1.186.
- [5] BOE. 2010. Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.. *Boletín Oficial del Estado*. BOE-A-2010-4056.
- [6] DOGC . 1995. Decret 135/1995, de 24 de març, de desplegament de la Llei 20/1991,de 25 de novembre, de promoció de l'accessibilitat i de supressió de barreres arquitectòniques, i d'aprovació del Codi d'accessibilitat. DOGC núm. 2043, 28/04/1995.
- [7] OMS. 2001. Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud: CIF. Organización Mundial de la Salud. ISBN 92 4 354542 6.
- [8] AENOR. 2001. UNE 41500 IN - Accesibilidad en la edificación y el urbanismo. Criterios generales de diseño. Asociación Española de Normalización y Certificación. Depósito legal: M 14436:2001.
- [9] AENOR. 2012. UNE-ISO 21542 - Edificación - Accesibilidad del entorno construido. Asociación Española de Normalización y Certificación. Depósito legal: M 36111:2012.
- [10] AENOR. 2007. UNE 170001-1 - Accesibilidad Universal. Parte 1; Criterios DALCO para facilitar la accesibilidad al entorno. Asociación Española de Normalización y Certificación. Depósito legal: M 55454:2007.

Evaluación y rediseño de una app mHealth dirigida a la formación, bienestar y monitorización de pacientes oncológicos mayores.

Evaluation and redesign of a mHealth app aimed at education, wellbeing and monitoring of elderly oncology patients.

Julia Morer

Universidad de Zaragoza y Escuela
de Ingeniería y Arquitectura
(EINA). Spain
718943@unizar.es

Raquel Lacuesta

Informática e Ingeniería de
Sistemas
Universidad de Zaragoza e
Instituto de Investigación en
Ingeniería de Aragón (I3A). Spain
lacuesta@unizar.es

Ana Ferrer

Servicio Aragonés de Salud.
Hospital Obispo Polanco. Spain
aiferrer@salud.aragon.es

RESUMEN

Las estrategias digitales dentro de los servicios de la salud son una realidad en desarrollo con alto potencial. Es a través de las tecnologías como la eHealth (electronic Health), o la específica mHealth (mobile Health), que se están popularizando medios dedicados al seguimiento y vía de contacto entre pacientes y profesionales de la salud. Este prelude ha sido el idóneo para centrar los objetivos del presente estudio, centrado en la mejora de un entorno digital para ayudar a mejorar la calidad de vida de la población más anciana y de sus necesidades específicas en dicho entorno digital, abordando específicamente las necesidades de pacientes oncológicos. El presente estudio se centra en el rediseño y optimización de una primera conceptualización de un producto digital a través del uso de la metodología de Doble Diamante utilizada como soporte para el proceso de innovación.

El proceso de diseño utilizado en el desarrollo ha sido aquel que se centra en la perspectiva del usuario a través de un enfoque de Design Thinking, haciéndole partícipe del proceso de diseño y realizando de forma conjunta las evaluaciones correspondientes. Se presentan la evaluación realizada y los principios de diseño a considerar en el rediseño de esta misma. Estos principios servirán de guía para el desarrollo de otras aplicaciones de seguimiento mHealth para usuarios mayores que tienen un menor nivel de digitalización.

KEYWORDS

mHealth, usability, user experience, app, design, redesign, design thinking, eHealth, wellbeing

1 Introducción

1.1 Marco contextual

La población mundial está envejeciendo rápidamente, ya que la gente vive más tiempo y la tasa de fertilidad disminuye [1]. En España, según el INE, el Índice de Envejecimiento de la población tiene una proyección de aumento durante más de 25 años [2]. Actualmente, el grupo de edad de mayores de 65 años representa en España el 20,1% de la población. Estos índices no dejan de

resaltar la necesidad de prestar atención a este grupo poblacional, ya que llegan a pasar una media de 9,4 horas del día siendo sedentarios [3] y no cumplen las recomendaciones actuales de actividad. La idea de que el coaching de salud y bienestar, un proceso centrado en el paciente y basado en la teoría del cambio de comportamiento, ayudaría a los usuarios a alcanzar sus objetivos de estilo de vida y de forma física [4]. Un cambio de hábitos en relación con la actividad física ha demostrado mejoras en enfermedades como cáncer, osteoporosis, diabetes de tipo 2, llegando a obtener resultados positivos en composición muscular y grasa, densidad ósea, bienestar cardiovascular, entre otros [5,6]. Concretamente, en 2020 hubo 663.200 personas enfermas de cáncer en España (1,66% del total de la población de 15 años o más) [7] destacando como un nicho de actuación con el que poder colaborar a medrar esta situación.

Para asegurar este cambio de hábitos existen muchas estrategias; las más exploradas y desarrolladas actualmente son las eHealth, o en específico mHealth. Cada vez son más los usuarios que utilizan aplicaciones móviles para conseguir cambios en su vida relacionados con su salud [8], convirtiendo a los teléfonos inteligentes en nuevas plataformas de distribución de las intervenciones sanitarias [9]. Y aunque a los adultos mayores no se les considera usuarios de aplicaciones, su representación en el uso de aplicaciones de salud está aumentando progresivamente [10], de forma paralela al envejecimiento de la población. Por tanto, las aplicaciones móviles se posicionan como estrategias potenciales a explorar para proporcionar esta conexión salud usuario de manera que se propicie ese cambio en el comportamiento [11], dado que son intervenciones más rentables y también más escalables al poder aplicarlas en grupos de gran tamaño al igual que más reducidos.

Para obtener la estrategia adecuada será necesaria la colaboración de las diferentes partes interesadas en el producto (profesionales de la salud, desarrolladores y diseñadores, usuarios, entidades públicas, etc.) para crear una estructura adecuada y fundamentada [8] y el correcto diseño de las aplicaciones, la cual deberá ser construida y evaluada de manera colaborativa para atraer realmente los resultados de calidad.

1.2 Objetivo

La aplicación miBienestar [12], alineada con corrientes como el Envejecimiento Activo o el Well Being, alberga funcionalidades dirigidas a la mejora de los hábitos de personas mayores, las cuales se han diseñado en una primera aproximación y conceptualización del producto. La aplicación actúa en el marco de la nutrición, el ejercicio físico y el bienestar cognitivo, buscando el bienestar de las personas mayores representado en los sectores de competencia conductual, calidad de vida percibida, bienestar psicológico y entorno social. Está especialmente dirigida a pacientes oncológicos y que pueden encontrarse en un entorno de fragilidad. Este producto se ha comenzado a conceptualizar por el grupo de investigación Affective LAB de la Universidad de Zaragoza y, en particular, con la colaboración de los hospitales: Hospital Nuestra Señora de Gracia, Hospital Obispo Polanco y el Complejo Residencial San Hermenegildo en Teruel, llegando a diseñar una primera versión.

El objetivo final de este proyecto es el rediseño de la aplicación. La necesidad de realizar esta iteración se ha visto apoyada por la metodología Design Thinking y su enfoque del Doble Diamante del Design Council [13].

2 Métodos

El momento de actuación en el que arranca este proyecto, siguiendo el marco metodológico del Doble Diamante, se corresponde a una primera iteración. Será necesario mantener una estructura similar para asegurar la efectividad de la metodología. Es por esto por lo que se realiza una nueva investigación y análisis de la información, conceptualización, prototipado y evaluación.

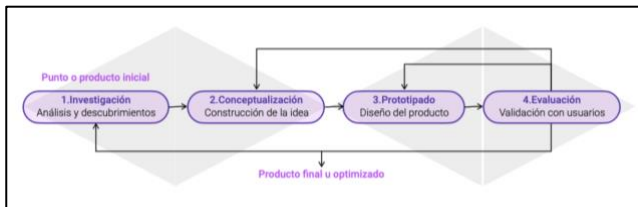


Figura 1: Metodología del proyecto

- **Descubrimiento.** Investigación y análisis del contexto en el que se desarrolla la aplicación. Es necesario estudiar diversos casos de referencia y crear un marco del proyecto que resulte adecuado. En el caso práctico, además de la revisión científica de la información, se ha realizado un análisis del producto utilizando herramientas de investigación centrada en la usabilidad como: un análisis heurístico, una serie de recorridos cognitivos y un contraste de los criterios de conformidad de WCAG [14].

- **Definición.** La investigación pasa a focalizarse en la evaluación del primer y actual diseño de la aplicación para detectar ineficiencias y nuevas posibilidades. Dándole forma a las nuevas funcionalidades, esquemas de organización del contenido, y una primera aproximación al rediseño. En la práctica, se actualizaron las bases de conceptualización de la aplicación miBienestar, siendo el inventario de contenidos y la Arquitectura de la Información.

- **Diseño y prototipado.** Esta fase busca conseguir un diseño y desarrollo de la solución más adecuada con mayor detalle, partiendo de modelos de baja definición y terminando por construir todos los recursos asociados al producto. En este punto se trabaja de manera estrecha con el perfil clínico y el perfil usuario, el cual asegura la transmisión de conceptos de calidad al paciente a través de los diseños. El resultado de esta fase es la mayor expresión de cambio, donde se materializa en la aplicación las modificaciones pertinentes para optimizar la primera conceptualización que tomábamos como punto de partida.

- **Evaluación.** Realización de pruebas de usabilidad basadas en la metodología Think Aloud [15] contando con participantes que responden al perfil del usuario objetivo con los que poder poner a prueba la conceptualización. En esta ejecución se obtienen conclusiones y aprendizajes con los que optimizar el desarrollo y buscar una mejor versión del producto en una iteración final, además de obtener datos cuantificables.

3 Descubrimiento y definición

En el análisis realizado fruto de las fases de descubrimiento y definición sobre la primera versión se detectaron los siguientes puntos de rediseño, los cuales pueden servir como nuevas hipótesis, aprendizajes y criterios de diseño para los próximos pasos. Siendo:



Figura 2: Pantalla inicial de miBienestar v1 (a) y Sección Ejercicios de miBienestar v1 (b)

- Comunicación visual: la información textual ha de ser reducida y acompañada, en la medida de lo posible, de iconos, imágenes o cualquier otro recurso que resulte llamativo.
- Contenido dinámico: los archivos multimedia tipo vídeo y audio mejorarán la comunicación al hacerla más atractiva.
- Uso básico de la psicología del color: emplear los códigos visuales más habituales para enfatizar las diferencias.
- Repetición constante en la interacción: utilizar un número reducido de patrones de interacción mejorará la curva de aprendizaje en el uso.

- Evitar el scroll: es probable que mucho contenido que quede por debajo del área útil pase desapercibido, ya que el público partícipe de este estudio no sigue estos comportamientos.
- Avance fluido: reducir en la medida de lo posible el número de clics e interacciones que los usuarios han de realizar para conseguir los diferentes objetivos.
- Utilizar estrategias con las que asegurar el aprendizaje: utilizaremos encuestas o test que se centren en los conceptos clave. Estos ejercicios no pueden ser extensos y las preguntas incluidas deben ser muy concisas en su enunciado.

Necesarias para mejorar los requisitos funcionales de la aplicación:

- Mejorar la transmisión de información a los usuarios.
- Incorporar un espacio donde albergar recomendaciones del perfil médico profesional personalizadas para el paciente.
- Asegurar la comunicación y asimilación de información para el amplio espectro de potenciales usuarios.
- Permitir la navegación y libertad de movimiento a los usuarios a través de la información.
- Permitir la monitorización de los usuarios, ofreciendo un seguimiento por parte de los profesionales óptimo.

4 Diseño y prototipado

Tras la información recopilada en el momento de la investigación, se muestra aquí un detalle del proceso de diseño y prototipado seguido en el producto que sirva como ejemplo para materializar los diferentes hallazgos y conclusiones. La pantalla principal de miBienestar v1 es el punto inicial de la aplicación, presenta toda la información disponible al usuario de la forma más intuitiva posible. Se mantiene la conceptualización inicial (Figura 1a), pero se ha trabajado en ofrecer una mayor o menor prioridad visual a los diferentes elementos interactivos (Figura 1b).



Figura 2: Pantalla inicial de miBienestar v2 (a) y sección Nutrición de miBienestar v2 (b)

En la zona superior el usuario puede acceder a su información personal, así como a su progreso en diferentes logros establecidos para gamificar su uso del producto, siendo esta una de las estrategias con las que aumentar la atención dedicada a la aplicación. A continuación, se incluye la gráfica de seguimiento diario del usuario, aplicando códigos más emocionales. Este gráfico será actualizado día a día para destacar el día de hoy y cambiará de estado en función de si el usuario todavía no lo ha completado, lo ha completado o en su momento no llegó a completarlo. Este gráfico además da acceso a información detallada sobre cuáles son esos objetivos para conseguir diariamente. En la zona central se incluye la distribuidora clave de la aplicación. A partir de esta distribución, se estructuran los tres pilares informacionales y que son de especial interés para estos pacientes oncológicos/frágiles mayores de 65 años. Uno de los cambios significativos en el diseño visual es que cada una de estas secciones pasará a estar diferenciada por un color para una mayor diferenciación y ayuda cognitiva para los usuarios. Por último, se encuentra la barra de navegación inferior, donde se incluyen los accesos a otras funciones: objetivos de la semana, pantalla principal, ajustes y perfil. Vemos como los accesos a los objetivos y a la información personal se encuentran duplicados; esto se debe a que son áreas de especial interés y debemos facilitar al usuario completar la tarea. Al existir más caminos para moverse, podemos dar solución a todo el rango de necesidades navegaciones.

5 Evaluación y resultados

El proceso final de rediseño ha concluido, respecto a la usabilidad, con el resultado promedio de la métrica SUS [16] es de 82 en el rango de 0-100, dentro del percentil 90-95. En comparación con el resultado de la versión inicial (86,5, dentro del percentil 96-100), se ha obtenido una menor puntuación, pero sin una diferencia significativa. Esta ligera diferencia puede deberse a la evaluación en muestras independientes y con una ejecución no completamente similar en un entorno de ancianos no familiares, sino usuarios potenciales finales en residencias, por lo que la estricta comparación no puede ser posible.

El valor actual refleja una correcta usabilidad de la interfaz, pudiéndose extrapolar a una correcta valoración de la aplicación. Uno de los aprendizajes obtenidos de esta métrica es cómo los participantes en las sesiones se han visto expuestos a una evaluación compleja que requiere una alta dedicación cognitiva, lo cual era un obstáculo tras haber realizado un extenso periodo de atención dedicado a la aplicación. Por lo tanto, invita a pensar que los resultados a la hora de finalizar las sesiones han podido verse afectados. Para ello se aleatorizaron las tareas, evitando así un sesgo en la prueba por el orden de estas, pero aun así no se puede asegurar el éxito en todas ellas.

Además, el contexto y espacio en el que se realizaron las evaluaciones ha terminado afectando al desarrollo y resultados del proyecto, ya que los residentes resuelven sus necesidades existentes en los entornos de nutrición, ejercicio físico y bienestar mental ayudados de los cuidadores y terapeutas trabajadores en las instalaciones; por lo que podría no existir una vinculación natural con el producto digital. De manera paralela a la evaluación con

usuarios, también se ha contado con las respuestas por parte del personal médico del área de oncología del Hospital Obispo Polanco en Teruel. Esta evaluación se ha centrado en un reconocimiento de los contenidos, consolidación de los ejercicios físicos, mentales y fichas de nutrición, y verificación de las encuestas de seguimiento.

6 Discusión

A través del proceso y metodología aplicada en este estudio, se ha conseguido iterar un producto ya conceptualizado de partida a una versión optimizada y más adecuada a las expectativas y necesidades de los usuarios. Frente a las diferentes perspectivas de todas las partes implicadas en el proyecto, se ha conseguido un producto satisfactorio y un resultado que cumple con los objetivos planteados.

El paso más inmediato sobre el producto debe ser la profundización en la evaluación, procurando la triangulación de la información, tanto con diferentes técnicas como con diferentes muestras de usuarios evaluadores. Especialmente, es necesario replicar las pruebas con usuarios en otro contexto, con usuarios autónomos y, a poder ser, que no convivan en un entorno asistido como puede ser un complejo residencial. Así, se podrá verificar adecuadamente cuáles son los puntos de fricción que todavía puede presentar el producto antes de pasar a su implementación y distribución.

Poniendo el foco en un largo plazo, el trabajo deberá centrarse en la implementación del producto digital en un entorno piloto de un hospital colaborador, pudiendo contar con usuarios beta que comiencen a relacionarse con la aplicación y ver en este campo el desarrollo de esta. Además, se deberá trabajar en la plataforma a la que tienen acceso los profesionales médicos, verificando las funcionalidades que estas les ofrecen y enriquecen su trabajo diario de seguimiento de los pacientes. Las métricas que devolverá esta plataforma médica han quedado reflejadas con el prototipo funcional, pero esa integración visual y técnica en sus entornos de trabajo será un requerimiento.

Como trabajos futuros adicionalmente se pretende desarrollar una guía de principios de diseño de aplicaciones de mHealth centradas en personas mayores como usuarios finales.

7 Conclusiones

En este proyecto se ha analizado, rediseñado, desarrollado y testeado una aplicación móvil centrada en el seguimiento de pacientes en riesgo de fragilidad en términos de nutrición, ejercicio físico y bienestar cognitivo a través de la metodología de Design Thinking y su enfoque del Doble Diamante del Design Council. La aplicación miBienestar posee un alto contenido informacional para todos aquellos usuarios mayores de 65 años que tengan una mayor dificultad de acceso a esta misma, favoreciendo un contacto más estrecho con los profesionales médicos, lo cual convierte a la aplicación en un producto disruptivo en el mercado de las aplicaciones. A partir del análisis de la aplicación v1 se presentan nuevos criterios de diseño aplicados en el diseño de la versión v2 y que podrán ser considerados para el diseño de nuevas aplicaciones mHealth enfocadas al uso de personas mayores.

Para conseguir de miBienestar un proyecto más ambicioso, una estrategia que ha quedado fuera del alcance de este estudio, pero sería interesante valorar, es la integración de un sistema de comunicaciones y notificaciones, además del seguimiento a través de dispositivos vestibles como relojes inteligentes o bandas de actividad física; consiguiendo la integración de todas las condiciones idóneas para asegurar la vinculación del usuario con el producto digital.

REFERENCIAS

- [1] Robert, C., Erdt, M., Lee, J., Cao, Y., Naharudin, N. B. y Theng, Y.-L. (2021) Effectiveness of eHealth Nutritional Interventions for Middle-Aged and Older Adults: Systematic Review and Meta-analysis, *Journal of Medical Internet Research*. doi:10.2196/15649.
- [2] INE (30 de septiembre 2022). Instituto Nacional de Estadística. Obtenido de <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=36667#!tabs-grafico>.
- [3] Harvey, J. A., Chastin, S. F. M. y Skelton, D. A. (2013) "Prevalence of sedentary behavior in older adults: A systematic review", *International Journal of Environmental Research and Public Health*. MDPI, pp. 6645-6661. doi:10.3390/ijerph10126645.
- [4] Simmons, L. A. y Wolever, R. Q. (2013) "Integrative Health Coaching and Motivational Interviewing: Synergistic Approaches to Behavior Change in Healthcare". *Global Advances in Health and Medicine*. SAGE Publications, 2(4), pp. 28-35. doi:10.7453/gahmj.2013.037.
- [5] Picon-Ruiz, M., Morata-Tarifa, C., Valle-Goffin, J. J., Friedman, E. R. y Slingerland, J. M. (2017) "Obesity and adverse breast cancer risk and outcome: Mechanistic insights and strategies for intervention", *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. Wiley, 67(5), pp. 378-397. doi:10.3322/caac.21405.
- [6] Ferioli, M., Zauli, G., Martelli, A. M., Vitale, M., Mccubrey, J. A., Ultimo, S., Capitani, S. y Neri, L. M. (2018) Impact of physical exercise in cancer survivors during and after antineoplastic treatments. Disponible en: www.impactjournals.com/oncotarget.
- [7] INE (30 de septiembre 2022). Instituto Nacional de Estadística. Obtenido de https://www.ine.es/infografias/infografia_enfermos_cancer.pdf.
- [8] Helf, C. y Hlavacs, H. (2016) "Apps for life change: Critical review and solution directions", *Entertainment Computing*. Elsevier B.V., 14, pp. 17-22. doi:10.1016/j.entcom.2015.07.001.
- [9] Riley, W. T., Rivera, D. E., Atienza, A. A., Nilsen, W., Allison, S. M. y Mermelstein, R. (2011) "Health behavior models in the age of mobile interventions: Are our theories up to the task?", *Translational Behavioral Medicine*, pp. 53-71. doi:10.1007/s13142-011-0021-7.
- [10] Smith, A., 2014. Older Adults and Technology Use, Pew Research Center: Internet, Science & Tech. United States of America. Disponible en: <https://policycommons.net/artifacts/620165/older-adults-and-technology-use/1601368/>. CID: 20.500.12592/95zsg4.
- [11] Middelweerd, A., Mollee, J. S., van der Wal, C. N., Brug, J. y te Velde, S. J. (2014) "Apps to promote physical activity among adults: A review and content analysis", *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. BioMed Central Ltd. doi:10.1186/s12966-014-0097-9.
- [12] Torrijos P, Cerezo E (2021). Diseño de una aplicación para la promoción del Envejecimiento Activo en personas mayores frágiles (TFG). Universidad de Zaragoza, EINA, 2021
- [13] Design Council (2 de octubre de 2022). The Double Diamond: A universally accepted depiction of the design process. Obtenido de <https://www.designcouncil.org.uk/our-work/news-opinion/double-diamond-universally-accepted-depiction-design-process/>.
- [14] Andrew Kirkpatrick (2018). "WCAG 2.1 is a W3C recommendation". W3C. Obtenido de <https://www.w3.org/blog/2018/06/wcag21-rec/>
- [15] Peter C. Wright, Andrew F. Monk (1991). "The use of think-aloud evaluation methods in design", *SIGCHI Bull.* 23, pp. e55-57. doi:10.1145/122672.122685
- [16] Navarro-Alamán J., Lacuesta R., García-Magariño I., Lloret J. (2022). "EmotIoT: An IoT System to Improve Users' Wellbeing". *Applied Sciences*. (2022); 12(12):5804. doi:10.3390/app12125804

Analysing User Experience of Dynamic Group Formation (DGF) in Intelligent Tutor Collaborative Learning (ITSCL) using Aspect-Based Sentiment Analysis

Aamir Anwar[†]

School of Computing and
Engineering
University of West London
London, United Kingdom, W55RF
21452391@student.uwl.ac.uk

Nevena Kostadinova Dicheva

School of Computing and
Engineering
University of West London
London, United Kingdom, W55RF
21498193@student.uwl.ac.uk

Ikram Ur Rehman

School of Computing and
Engineering
University of West London
London, United Kingdom, W55RF
Ikram.Rehman@uwl.ac.uk

Ijaz Ul Haq

Faculty of Education, Psychology
and Social Work, University of
Lleida, Spain
ijaz.ul-haq@udl.cat

ABSTRACT

Dynamic group formation is a crucial component of Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL). It encourages students to collaborate in flexible, adaptive groups, which can improve learning results and promote collaborative abilities. As a result, this conference publication aims to evaluate the user experience of dynamic group formation in Intelligent Tutoring Supported Collaborative Learning (ITSCL), an intelligent tutoring collaborative learning system. The evaluation is essential for understanding the impact of this feature on user satisfaction and learning outcomes and can inform the design of more effective and user-friendly ITSCL systems. The authors present the user-experience evaluation of dynamic group formation in Intelligent Tutoring Supported Collaborative Learning (ITSCL). We conducted a user-experience experiment using an online questionnaire to gather user feedback on questions related to the user-experience paradigm and then employed an aspect-based sentiment analysis approach to extract user-experience centric aspects and emotions from user comments. The results demonstrate that the dynamic group formation feature of ITSCL positively impacts the user experience, and users reported satisfaction with the system's flexibility, adaptability, and interactivity. Moreover, our analysis provides a deep understanding of the aspects and emotions that are crucial to the user experience and can inform the design of future ITSCL systems.

CCS CONCEPTS

Information systems---Intelligent tutoring systems---collaborative learning---dynamic group formation---user-experience

KEYWORDS

Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL), User-Experience, Usability, Dynamic Group Formation, Aspect-Based Sentiment Analysis.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

“El vínculo de las personas mayores con su teléfono móvil: del fetichismo y la frustración al empoderamiento cognitivo–emocional”

Lorena Paz

Laboratorio de Testeo y Co-Creación
EDAD.TECH
Argentina/España
mlorenapaz@gmail.com

Jesica Cuellar

Laboratorio de Testeo y Co-Creación
EDAD.TECH
Argentina/España
labviviente@gmail.com

Laura Samantha Gavilán

Laboratorio de Testeo y Co-Creación
EDAD.TECH
Argentina/España
labviviente@gmail.com

Daniela Tamashiro

Laboratorio de Testeo
y Co-Creación EDAD.TECH
Argentina/España
labviviente@gmail.com

RESUMEN

El presente artículo pone foco en analizar el tipo de vínculo que se da en la población envejecida durante la interacción con sus propios artefactos móviles y otras nuevas tecnologías emergentes. El análisis se contextualiza dentro de talleres de inclusión socio-digital para personas mayores que emprende este equipo de investigación-acción en el contexto del Laboratorio Viviente de testeo y co-creación EDAD. Nuestra mayor fuente de datos primarios lo conforma dos décadas de casuísticas. Siendo cada cohorte única, cada grupo humano nos brinda la posibilidad de realizar tanto comparativas históricas como focalizar en algunas de las dimensiones de análisis y develar particularidades. En el Grupo de Flores se vislumbró un marcado fenómeno emocional, percibido a través del vínculo con el objeto digital que se encuentra fetichizado; en el que se le otorga al artefacto vida e influencia. La metodología dentro de proceso etnográfico áulico de laboratorio viviente busca entender de manera multidimensional tanto las características los artefactos que portan, defectos ergonómicos, la violación de patrones de diseño y la experiencia de uso; a la vez que se ocupa de acopiar información acerca de sus reales intereses, necesidades y motivaciones, expectativas, frustraciones y reflexiones que surgen a raíz de este vínculo con las nuevas tecnologías digitales que van llegando a sus vidas de manera creciente. Comprender si interviene la memoria, la psicomotricidad, la audición, la vista y o lo emocional en la posibilidad de hacer uso con sentido y apropiación.

PALABRAS CLAVE

• Personas Mayores, UX, accesibilidad, etnografía, IPO.

1 Introducción

“Cuando se ha comprendido lo que es la condición de los viejos no es posible conformarse con reclamar una “política de la vejez” más generosa, un aumento de las pensiones, alojamientos sanos, ocios organizados. Todo el sistema es lo que está en juego y la reivindicación no puede sino ser radical: cambiar la vida”. (Beauvoir, 1983)

La mayoría de las personas mayores sufren una profunda frustración al no poder manejar los cambios tecnológicos que enfrentan continuamente dentro de su vida diaria. Esa brecha digital existente provoca desigualdad, reduce el provecho que portan las nuevas tecnologías y en consecuencia agudiza la brecha generacional.

El sentimiento de desfase y exclusión que genera no poder comprender con facilidad los artefactos móviles y por ende interactuar con ellos provoca una carga emocional y un vínculo afectivo negativo con los artefactos que, si no es develada prematuramente, les será una barrera en el aprendizaje. Para ser capaz de entender el cruce entre la disciplina de Interacción-Persona-Ordenador (IPO) y el fenómeno del envejecimiento es

necesario comprender que en la actualidad cuatro grandes fenómenos complejos atraviesan nuestra sociedad actual:

- a. Las personas mayores, en términos de población mundial, serán mayoría. Se habla de una nueva longevidad (Huenchuan, 2018).
- b. El uso creciente de dispositivos tecnológicos es imparable y atraviesa nuestra vida ya de manera ineludible.
- c. Con el avance de la edad todas las personas comienzan a convivir con rasgos discapacitante.
- d. El vínculo con el artefacto celular se encuentra fetichizado [1] (Malillos, 2017; Wong, 2016).

Los cuatro fenómenos anteriormente mencionados se relacionan y se auto influyen mutuamente haciendo que se torne ineludible ocuparse de contribuir activamente desde nuestras disciplinas.

De acuerdo a Granollers (2005), la IPO es un área multidisciplinar que aborda todos los elementos de la interacción de las personas con las tecnologías. Por ello, se considera importante realizar un aporte a este campo -IPO- y al del envejecimiento humano teniendo una mirada crítica con un abordaje sistémico.

El artefacto móvil, en ese sentido, se presenta como objeto de estudio en sí mismo; siendo que se trata de un instrumento de medición en donde se expresan los problemas de usabilidad y accesibilidad que surgen en la interacción, en la experiencia de uso. Nuestra vida, hoy mediatizada por las TICs, tiene el desafío tanto de incluir a quienes nos anteceden y respetar sus derechos, así como poner foco en la mejora de las interfaces. Ese respeto a estándares como requisito hará posible que la brecha digital se reduzca y que la interacción con las TICs sea desde una mirada positiva conforme se va entrando en la propia vejez, formando así una nueva longevidad. De este modo, el diseño de experiencia de usuario se convertirá en un requisito científico para la Inclusión socio - digital (Paz et. al., 2016).

2 Proyecto EDAD y Laboratorio Viviente de Testeo y co-creación

En el año 2005 surge el proyecto Educación Digital en la Adulter Diversa [EDAD.TECH] con el objetivo de contribuir a la inclusión socio-digital de las personas mayores. El proyecto nace en el seno de la Asociación Civil sin fines de lucro “Laboratorio de Ideas cooperativas”.

En el año 2014, luego de que se haya recopilado vasta información nace el “Laboratorio Viviente”, con el fin de realizar investigaciones de manera formal. Fue denominada de esa manera porque allí además de realizar etnografía áulica, se analiza la facilidad de uso percibida, la actitud hacia el uso de los teléfonos y la aprendibilidad. Cuestiones que surgen espontáneamente en las personas mayores durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, al realizar tareas concretas en sus teléfonos, medir la experiencia de usuario, visibilizar la frustración o el empoderamiento.

El equipo del Laboratorio Viviente describe y sistematiza la experiencia de cada cohorte como una instancia que permite recoger información multidimensional. Siendo cada cohorte única debido a que cada caso aporta en lo particular y en lo general.

Todo lo que aporta la investigación, también derrama al proyecto social y viceversa, se nutren dinámicamente, y se logra la mejora de la experiencia áulica. Las personas modifican, consumen, diseñan, domesticar, reconfiguran, resisten a las tecnologías (Paz, 2022), y las mismas en carácter de alumnos y testers brindan insumos a modo de requerimientos para modelar el artefacto en términos de hardware y software guiados por sus necesidades manifiestas.

El proyecto funcionó durante seis años dentro del marco universitario; sin embargo, en mayo de 2023 se independiza y comienza a prestar servicios de testeo y co-creación a terceros.

3 Metodología y Estado del Arte

La metodología que utiliza este equipo se basa en un mix de métodos de lo que se da en llamar User Experience Research (URX por sus siglas en inglés), o Investigación de la Experiencia del Usuario, es el estudio sistemático realizado para comprender qué es lo que necesitan y quieren los usuarios finales de un sistema o producto. La UXR permite emplear esos conocimientos para mejorar el proceso de diseño de artículos, servicios o software, la ergonomía y los factores humanos. Las pautas de accesibilidad y los criterios de usabilidad conforman el marco teórico de un cuerpo metodológico del diseño centrado en el usuario o la disciplina de la interacción persona ordenador.

Las herramientas y técnicas de indagación que conforman la disciplina, sumadas a la etnografía y los métodos cuantitativos, se utilizan de manera recurrente durante los talleres de EDAD. Se tienen en cuenta las distintas heurísticas, se realizan ejercicios de prototipado iterativo o mismo se elaboran cuestionarios y guiones de testeo funcional en desarrollos en alta para medir la experiencia de la persona como usuaria. Las jornadas de modelización de nuevos sistemas y desarrollos o las discusiones que se encienden en el Laboratorio Viviente, utilizan métodos de investigación, diseño y desarrollo de interfaces interactivas.

Desde el enfoque de los modelos de aceptación tecnológica la búsqueda bibliográfica arrojó la existencia de un artículo clave que resume los principales resultados de artículos científicos publicados durante los últimos 10 años. Se comprueba así la existencia de estudios tanto cualitativos como cuantitativos que asocian la intención de uso tecnológico con condiciones facilitadoras tales como: la experiencia previa (ej. Lecto-escritura) o el tipo de habilidades que fueron desplegadas en su vida laboral, el estado de salud, las emociones, el grado de disfrute y satisfacción percibida al utilizar tecnología, ansiedad, riesgo percibido, motivación, el entorno familiar, etc.

Los resultados de la revisión sistemática permiten concluir que hay una necesidad de valorar tanto la identificación e influencia en la adaptación funcional como de identificar las posibles barreras o facilitadores de uso; así como incorporar el tema de las creencias o lo que se llama fetichización acerca de sus beneficios y o perjuicio. A su vez, se debe considerar la real necesidad versus la creciente demanda de la sociedad que es percibida como una obligación de estar inmersos en el uso de ciertos dispositivos. Esto confirma lo que en la etapa indagatoria se reveló con respecto de miedos, expectativas y la fetichización con los artefactos en las entrevistas individuales y en las discusiones que encendemos al respecto, por ejemplo, al tratar el tema de la obsolescencia

programada al desarmar literalmente tecnología y configurar sus propios dispositivos a medida de sus intereses y testear aplicaciones cívicas.

Además, con respecto al estado del arte del tema de adultos mayores y tecnologías, ha sido clave el trabajo pionero del Grupo de Tecnologías Interactivas de la Universitat Pompeu Fabra, que nos brinda una panorámica sucinta de la investigación actual con personas mayores en Interacción Persona-Ordenador (IPO). Finalmente, el reciente libro “Edadismo digital. Cómo opera y enfoques para abordarlo” que nos brinda a través de variados investigadores y sus casos de estudio la falta de representación de diversas personas mayores en el diseño, desarrollo y comercialización de tecnologías digitales. Y muestra cómo las personas mayores lidian con la discriminación por edad digital en la vida cotidiana.

Por otro lado y complementando la teoría de la acción razonada (Theory of Reasoned Action, TRA por sus siglas en inglés) es un modelo general de las relaciones entre actitudes, convicciones, presión social, intenciones y conducta, desarrollada en 1967 por Martin Fishbein y Icek Ajzen (1975; Ajzen y Fishbein 1980). Esta teoría plantea un modelo de predicción de la conducta humana que ayude a la comprensión de los comportamientos individuales. En otras palabras, pretende predecir la conducta humana.

Siendo que las acciones se basan en actitudes individuales, lo que se hace es una descripción de ellas, en este caso a través de la observación e indagación. La información que arroja es de tipo cognitivo, afectivo y conductual. Es decir, las creencias y conocimientos que se posee acerca de un objeto, su propio teléfono móvil. Lo que lo convierte en una causa importante en la formación de nuestra respuesta afectiva.

En concreto, en el Laboratorio Viviente se tiene la posibilidad constante de observar la utilidad percibida, la facilidad de uso y el disfrute. Por ello, si bien se observa, cuando las personas se enfrentan con una tecnología nueva, existen un conjunto de factores que influyen en su decisión de cómo usarla. Es decir, el modelo de aceptación de tecnología, TAM, por sus siglas en inglés (Technology Acceptance Model) se trabaja con una mirada multidimensional sociológica propia. EDAD hace un análisis en investigación-acción y se diseña un escenario de enseñanza-aprendizaje a la vez que se investiga.

Ahora, siendo que el universo de personas adultas mayores es sumamente heterogéneo. De todos los rangos etarios, en términos sociodemográficos, es donde los seres humanos presentan mayor diversidad.

Este modelo metodológico de dimensiones de análisis que hemos creado para poder abordar este universo tan amplio y complejo al que pertenecen las personas mayores. Se considera que las dimensiones de análisis, y mismos sus cruzamientos, definirán el posible uso con sentido y la apropiación que logren percibir.

Esto se explica tanto desde el sentido común, a más años de vida, más posibilidades de atravesar diversas experiencias que los hacen “distintos”, como de nuestras propias casuísticas.

Para poder discernir este universo metodológicamente se trabajó con dimensiones de análisis que operan para poder segmentar a saber: (1) dimensión etaria, (2) dimensión artefactual, (3)

dimensión cultural, (4) dimensión económica y (5) dimensión de las expectativas (Paz, 2011).

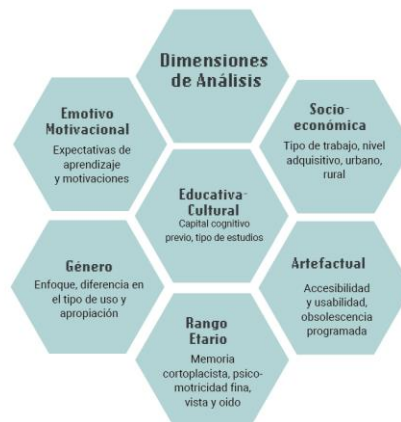


Figura 1: Panel de dimensiones de análisis de EDAD.TECH para abordar el universo Adulto Mayor.

Sin embargo, estas dimensiones son imposibles de entenderlas aisladamente. Se debe asumir que cada dimensión y el cruce entre ellas va a influenciar e intervenir en la interacción con los artefactos digitales. Se hace necesario, a su vez, discutir el concepto de adulto mayor y asumir el gradiente etario atravesado por otras variables y dimensiones, por ejemplo, los condicionamientos culturales, económicos, el lugar donde se ha crecido, el tipo de trabajo (Murciano, 2022). Importa aquí considerar la dimensión del deterioro cognitivo etario, ya que porta 4 rasgos discapacitantes en el vínculo directo con las TIC, entre ellas se encuentran: audición, vista, memoria cortoplacista, psicomotricidad fina (Shawn, 2010).

Al envejecer todas las personas comienzan a compartir esos mismos rasgos, es algo ineludible. Sólo en la interacción del uso real con los artefactos, guiados por objetivos concretos, se revelan, modelan, conciben, cobran sentido y se movilizan pautas, criterios y patrones; ya que naturalmente se testean los “artefactos” y es imposible entender de manera aislada su funcionamiento en sí mismo, en tanto es relativo, es una co-construcción. (Diez et. al., 2022). Teniendo en cuenta esta mirada, el fenómeno de la vinculación con el artefacto se puede considerar como un fetiche (Wong, 2016).

Por ello, resulta necesario tener un abordaje sistémico de algunas definiciones para, a partir de allí, poder analizar cómo se fetichiza el vínculo con el artefacto. Se debe considerar cada cohorte de “alumnos” como individuos y mismo, se debe prestar atención al artefacto en particular que usa, tal como en usabilidad se analiza la tarea, el usuario y el contexto.

4 El empoderamiento, la DES-FETICHIZACIÓN

En ese sentido, en el proceso de empoderamiento y fetichización con el que se comienzan nuestros talleres, encendemos las reflexiones y se arranca por discutir aquello que se da en llamar Tecnologías en general, y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC en particular). Conceptualmente no son algo realmente novedoso: los egipcios y los sumerios registraron

información en soportes físicos transportables, como sociedad hemos convivido hace más de 5.000 años con TIC. Y se devela qué artefactos en su definición son inmensos, aún si se piensa en el internet de las cosas, aquello que es intangible, también remite a un artefacto, un objeto al que se conecta. De hecho, el cuerpo humano es también un artefacto en la interacción natural. Esta reconceptualización busca develar el funcionamiento de la tecnología, iluminar la caja negra (Paz y Aramburu, 2022), cargar de sentido las acciones humanas, y descifrar su funcionamiento, entendida como “relación interactiva” (Paz, 2015).

La posibilidad de transmitir información y comunicar está presente en muchísimos de los inventos humanos, desde el telégrafo hasta el comando de un avión, al pizarrón de una escuela. Sin lugar a dudas nuestro aparato fonador y la posibilidad de tener lenguaje es una destreza que se produce en interacción con el medio ambiente. Somos seres socio-tecnológicos (Paz y Aramburu, 2022), no hay separación de algo que sea humano o algo tecnológico, y en términos culturales las “viejas” tecnologías están presentes en las nuevas, los seres humanos portan saberes y registros de uso, presentan rasgos culturales y emocionales que modifican la forma en la que se relacionan y vinculan.

Se hace foco en reconocer que las personas mayores son testigos de las grandes innovaciones tecnológicas en soportes, artefactos e interfaces. Ese bagaje de conocimiento acerca de diferentes maneras de interactuar y comunicarse, convierten a estas personas mayores en “expertos por experiencia” al poder brindar una mirada lúcida y sincera acerca de sus reales necesidades y expectativas. Develando posibles usos con sentido y los tipos de apropiación que requieren que se diseñe o se adapte. Siendo ellos los voceros de una resignificación y librándose de carga emocional con el artefacto que comenzaron a convivir muchas veces no deseándolo ni necesitando, de manera impuesta.

Si bien los hallazgos científicos que se realizan durante los encuentros del Laboratorio Viviente de testeo y co-creación EDAD son sistematizados y sirven para testear la usabilidad y accesibilidad de interfaces de insumo para co-crear sistemas a medida. A veces opera fuertemente y más el proyecto de inclusión socio digital por lo cual la labor principal es empoderarlos y desmitificar los artefactos, poner en discusión la real necesidad de uso de las tecnologías de la información y la comunicación, para propiciar el rescate de sus saberes y encender lo vincular.

5 Casuística: Participantes y Recruiting, Características de la muestra

Durante agosto de 2022 fueron invitadas personas mayores a aprender de manera gratuita a dominar su celular dentro del barrio de Flores. Se tomó como criterio de inclusión aquellas personas que tuvieran un dispositivo móvil propio y que tuvieran más de 65 años. Debido al propósito investigativo y el proceso de aprendizaje a medida y personalizado, las cohortes son siempre de grupos reducidos. Esta muestra estuvo compuesta por 12 participantes con edades comprendidas entre los 70 y 91 años, 60% mujeres y 40% hombres.

Durante las 16 clases se abocó a co-descubrir las dificultades que ellas auto perciben y tienen al momento de interactuar con sus

artefactos móviles, se les mostró los estándares y consistencia en los iconos que no respetan, los patrones de interacción y las leyes de Gestalt. Se discutió en conjunto acerca del negocio de la tecnología, de los precios de los celulares, del estado de su celular, y de la obsolescencia programada. Se informó, además, acerca de los defectos de los artefactos en la experiencia y uso cotidiano. [2]

6 GRUPO DE FLORES

Esta cohorte en particular tuvo profesores invitados que hicieron inmersión en diversas tecnologías con un concepto ampliado de las mismas, de ese modo trabajamos con cerámica, la primera tecnología en donde el hombre despliega su destreza en la interacción que modela con la mano, la tecnología de la voz. donde vimos de la radio con las interfaces conversacionales, a los bot, la inteligencia artificial, cuestiones de seguridad, y le sumamos la experiencia de uso de cascos de realidad virtual para viajar y favorecer tanto su bienestar como la inclusión socio digital.

En esta experiencia, del grupo de Flores en particular, se ha sumado la posibilidad de contar con docentes especializados para brindar las clases. Desde su experticia, los invitados aportaron varios disparadores temáticos: desde poner las manos en la primera tecnología como la cerámica, pasando por analizar la radio tradicional y los podcasts; analizar la obsolescencia programada y el pensamiento computacional, así como la vulnerabilidad existente a ataques informáticos, inclusive se llegó a probar cascos de realidad virtual.

Esta particularidad permitió comprender multidimensionalmente a las personas mayores como usuarias de tecnologías en un concepto ampliado. A su vez, favoreció la movilización de saberes que se consideraban “dormidos” o no adquiridos y que les dio la posibilidad de disfrutar la experiencia, haciéndolos sentir respetados y protagonistas de su propio aprendizaje.

Se ha observado a lo largo de las clases que el empoderamiento de las personas mayores se produce en la interacción con sus propios artefactos. Interacción que se encuentra mediada por sus propias necesidades, particularidades y dificultades; así como también por los modelos mentales, su bagaje cultural e historia laboral. Todo ello siendo atravesado por una perspectiva de género, que se encuentra implícita más allá de los modos y usos que le dan al aparato telefónico.

Es en la propia interacción práctica-teórica, que acontece al artefacto y lo que vivencia, cuando ésta se manifiesta fetichizada. El celular se convierte en un artículo indispensable. Pasa de ser únicamente una herramienta con fines de comunicación a un objeto fetiche del cual uno no puede desprenderse y que incluso provoca angustia cuando no funciona de la manera en uno quiere (Wong, 2016; Malillos, 2017).

7 Resultados de Análisis de esta cohorte

En la experiencia de esta casuística se pudo observar: La permanencia a lo largo del taller de sólo seis de 12 personas iniciales, nos permite comprobar que la tasa de abandono es alta. Al indagar las razones del abandono vemos una marcada frustración ante la falta de los patrones de diseño de interacción en

el diseño de software y hardware, la falta de accesibilidad en web y apps. Todo lo que nos confirma hipótesis y profundiza los hallazgos en casuística anteriores.

Entre los rasgos de esta cohorte, están

La colaboración entre pares, con afinidad ideológica y cultural propicia el aprendizaje.

Y este hallazgo a su vez permite re diseñar la didáctica ya que, al entenderlo, nos permitió guiarlos a que pudieran ser capaces de enseñarse entre ellos, brindando un ambiente de horizontalidad.

Por ejemplo, Amelia, cuyo esposo Carmelo también era alumno, afirmó “Me pasó algo que. dije ¡;ay lo pude hacer! Viste ayer que decía no se puede repetir los goles del mundial, no se puede repetir, y hoy veo en YouTube que dice shorts, entonces vi la flechita, lo pude mandar a mi estado, y entonces me quedo ahí para ver, pero como dura 24 h mi estado pongo la flechita y se lo mande a Carmelo. Entonces dije esto lo hice yo, lo pude hacer”

Llegaron a la primera clase con miedo, ansiedad y frustración, luego de la cuarta clase comenzaron a manifestarse con mayor seguridad.

- “Nos dan la oportunidad de aprender y eso es una cosa que aún con la familia que nos quieren mucho y nos quieren facilitar todo, consiguen solucionar el problema, pero nosotros nos quedamos en ascuas, ustedes tienen tanta paciencia con nosotros que les agradecemos muchísimo” (Lilia).

- “Cualquier otro curso que hagan me tienen de alumna, me da tantas ganas de seguir caminando, me sacan tanto cansancio, ehh no veo la hora que llegue el miércoles” (Cristina).

Se observaron diferencias marcadas en la dimensión socio educativa, aquellos que portaban estudios universitarios continuaron y abandonaron quienes no los tenían.

- “Yo solo hice la escuela primaria, por eso me quedé atrás, es mi culpa” (Irma).

Sin embargo, es notorio, a medida que transcurrieron las clases se evidenció una rápida apropiación de la tecnología, produciendo al mismo momento que el empoderamiento es una modificación en lo emocional.

- Cristina relata: “de repente estaba yo en un lugar donde no tenía música, y digo pucha, si yo tuviera como tienen los chicos jóvenes el teléfono para escuchar música. y de repente mirando el teléfono vi un signo. el icono, que yo tengo la computadora del negocio y que la pongo para escuchar música suave en el negocio, a lo mejor es lo mismo, lo toqué, y resulta que lo que yo escuché también estaba. Entonces empecé a ver qué podía yo elegir, y empecé a mezclar música clásica ligera, con música melódica que a mí me interesa para trabajar como una máquina, y me hizo sentir re feliz”.

Se visualizó en Walter confusión al momento de querer buscar en Google. Buscó siempre la iconografía más vieja para abrir google. Toca cuatro veces la pantalla hasta poder encontrar esta opción deseada, sin poder detectar el widget del navegador de la aplicación google instalada en el teléfono.

- Walterio dice: “Si toco algo en el celular, ¿qué pasará como vuelvo atrás?”.

Se visualiza en Lilia problemas de entendimiento de los mensajes de errores al querer registrarse en cine.ar. El modo oscuro de la aplicación no le deja visualizar de manera clara los campos que completó para el registro, y además el mensaje de error se muestra por encima de los campos que se han completado. Para poder entender lo que escribió, tiene que borrar los campos completados carácter a carácter y de esa manera desaparece el mensaje de error. Una vez que logró llegar a este paso, dudó de su propio

email ingresado si está bien escrito o no. La aplicación muestra un nuevo mensaje de error “El email debe coincidir”. Luego muestra un error “Contraseña muy corta” pero no le dice de cuantos caracteres es el error.

- Lilia comenta: “No quiere registrarme”. “Pero ahora Continuar, no sé, vuelve a insistir que las contraseñas no son iguales. Yo ya las hice iguales”.

Se evidencian problemas de interacción con el teclado y los dedos de algunas personas mayores a la par de comprobar que las áreas de teclados en general son muy pequeñas. Se hacen evidentes problemas de tamaño de la letra a las veces que una superficie muy plana para apretar con el teclado de encendido y apagado del teléfono. Que no se corresponde con las otras formas de interacción con artefactos tops más analógicos, por ejemplo, la pulsación versus el deslizamiento.

- “Debo tener el dedo muy gordo, toque otra tecla” (Lilia).

“No encuentro la arroba en el teclado, está muy escondido” (Cristina).

- “Es un problema esto, es muy chico, me interesa buscar cosas, es lo único que sé hacer” (Carmelo).

Apropiación a medida que necesitan van aprendiendo a agregar las aplicaciones que les interesan.

- Amelia comentó: “lo que pasa es que uno va agregando, yo agregue la radio que no estaba acá”.

Vemos que les causa gracia observar cómo funcionan las sugerencias de opciones de búsqueda de Google, cuándo aparecen otras cosas frente a búsquedas hechas con el buscador.

- Carmelo dice: “traducir @supertutufuit del rumano. jajajaja yo busque mente psicosis, yo tenía dudas si mi alma se va a ir a otro cuerpo, te imaginas que mi alma le toque a otro, pobre tipo”.

Amelia dice: “lo que pasa es que ahora el celular se usa como un diccionario”.

CONCLUSIONES

Los casos del proyecto EDAD nos permiten siempre entender que durante el transcurso de las clases de alfabetización digital, es necesario, y mismo posible alcanzar una des-fetichización. Nuestros hallazgos permiten confirmar hipótesis y fundamentar evidencia de etnografías áulicas de ediciones anteriores en la que se hace evidente que lo emocional es un factor decisivo.

En concordancia con los autores Sayago y Blat (2011) al considerar a las personas mayores como creadores creativos de contenido más que consumidores pasivos. En ese sentido, a la par de contribuir a la inclusión socio digital en entornos vivos en los que se nos permite y propicia hacer investigación-acción, es menester también dotar espacios para que ellas sean activas dadores de sentido desde sus modelos mentales, puedan co crear soluciones a medida de sus intereses y necesidades, siendo protagonistas y diseñadoras de sus experiencias, ya que las personas mayores si algo son, es expertas por experiencia.

En la cohorte 2022 se produjo un símil resultado a las otras cohortes en estos 18 años de estudio se advierte que a lo largo de los encuentros al develar los problemas que portan en el diseño y el desarrollo los artefactos y mismo cuestionar los usos, se produce una autoestima que les proporciona la autonomía que necesitan para poder hacer uso con sentido y apropiación.

El modus operandi de la pedagógica que se utiliza basada en co diseño y escucha activa, y en concreto la propuesta de iluminar la

caja negra, provoca un empoderamiento emocional que cognitivamente les posibilita poder dominar los artefactos, con una mirada crítica y certera.

Finalmente nuestra mayor conclusión sigue siendo la urgente necesidad de una estandarización en el diseño y desarrollo de software lo cual asume tener una prospectiva investigativa más profunda, y contar con más casos para que esa investigación se realice activamente con proyectos de inclusión socio digital que nos permitan tanto revertir el edadismo, como tomar conciencia crítica acerca de la sociedad en la que vivimos en la cual el uso en exceso de tecnología, deshumaniza, y nos desconecta, violentando los lazos comunitarios, y la valorización de un sin número de destrezas tecnológicas que todas las personas, y las sociedad ya tenemos. De ese reconocimiento, podrá devenir la innovación tecnológica más productiva, que es la innovación social.

REFERENCES

- [1] Ajzen, I.; Fishbein, M.(1980). Understanding attitudes and predicting social behavior. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- [3] Aramburu, A. G., Godoy, M., Paz, L., Stanzola, E., Marcelo, A. G. A. L. P., y Stanzola, G. E. (2016). Diseño de Experiencia de Usuario: un requisito científico para la Inclusión Socio-Digital.
- [2] Beauvoir, S. (1983). La vejez, Edhasa, Barcelona. (pp.642)
- [3] Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). Belief, Attitude, Intention And Behavior: An introduction to theory and research. Addison-Wesley.
- [4] Granollers, T., Lorés, J., y Cañas, J. (2005). Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario. UOC, Barcelona.
- [4] Huenchuan, S. (2018). Envejecimiento, personas mayores y Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: Perspectiva regional y de derechos humanos. CEPAL.
- [5] Juárez, A. S. (11 de abril de 2022). 9 Retos del envejecimiento activo y saludable. Universidad Oberta de Catalunya. Recuperado en <https://www.uoc.edu/portal/es/news/actualitat/2022/088-retos-envejecimiento-activo-saludable.html>
- [6] Malillos, L. M. (2017). Sobre el apego emocional a los teléfonos móviles en la vida cotidiana. *Digithum*, (19), 37-46.
- [7] Murciano Hueso, Alicia. (2022) Revisión sistemática de aceptación de la tecnología digital en personas mayores. Perspectiva de los modelos TAM. Biblioteca Virtual de Salud, Disponible en:<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-20550>
- [8] Oliveri, M. L. (2020). Envejecimiento y atención a la dependencia en Argentina. IDB Inter American Development Banc, 1-74. Disponible en <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Envejecimiento-y-atencion-a-la-dependencia-en-Argentina.pdf>
- [9] Paz, L. (2015). Televisión interactiva en Argentina: la trayectoria socio-técnica. Desafíos y dilemas de la universidad y la ciencia en América Latina y el Caribe en el siglo XXI, 643. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ana-Rivoir/publication/326839316_La_desigualdad_digital_a_la_luz_de_las_iniciativas_para_su_reduccion/links/5b685c4b45851511dac59472/La-desigualdad-digital-a-la-luz-de-las-iniciativas-para-su-reduccion.pdf
- [13] Sayago, S., y Blat, J. (2011). Interacción Persona-Ordenador con personas mayores: panorama actual y perspectivas. Aceptado para su publicación en Año Gerontológico, Volumen 24, Editorial Glosa (Barcelona). Disponible en <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/3c9c004c-50a4-4e1f-bd33-823fee8e2611/content>
- Paz, L., y Aramburu, A. G. (2022). Cuadernillo Tecnología y nuevas territorialidades. Disponible en:https://formarbackend.cultura.gob.ar/media/Cuadernillo_Tecnologia_baja.pdf
- Rosales, A., Fernández-Ardèvol, M., & Svensson, J. (Eds.). (2023). Digital Ageism: How it Operates and Approaches to Tackling it (1st ed.). Routledge. Disponible en: <https://doi.org/10.4324/9781003323686>
- [11] Shawn, H. (2010). Older users and web accessibility: meeting the Needs of Ageing Web Users. W3C Web Accessibility Initiative (WAI). Disponible en <https://www.w3.org/WAI/older-users/>
- [15] Winner, L. (1977). Tecnología autónoma, Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A., 1979.
- [16] Wong, C. Y. (2016). La investigación Sociológica alrededor del Teléfono Celular. Una revisión de la literatura del 2000 al 2010. Espacio abierto: cuaderno venezolano de sociología, 25(4), 203-214.

Metodología MPlu+aX, de Diseño Centrado en el Usuario que empatiza con el usuario y genera una mejor experiencia accesible (De la teoría a la práctica)

Afra Pascual Almenara
Departamento de Informática y
Diseño Digital
Universitat de Lleida, Spain
afra.pascual@udl.cat

Jose Humanes Elich
Digital Accessibility Manager
Pasiona, Spain
Jhumanes@pasiona.com

Toni Granollers Saltiveri
Departamento de Informàtica y
Diseño Digital
Universitat de Lleida, Spain
toni.granollers@udl.cat

ABSTRACT

Este artículo plantea una revisión de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario, Modelo de Proceso de la Usabilidad y la Accesibilidad (MPlu+a), llamada MPlu+aX con el objetivo de incluir aportes de técnicas que facilitan la empatía con el usuario con el fin de crear una eXperiencia de Usuario Accesible (AUX) en el sistema a desarrollar. Además, el artículo describe como se ha llevado a cabo una prueba de concepto real en el contexto de desarrollo de la web de un congreso (Congreso Interacción 2023¹). Se han incorporado metodologías ágiles como el Design Sprint para realizar rápidos avances de desarrollo en el proyecto y el Desing Thinking para empatizar con los usuarios y generar soluciones consecuentes con sus realidades; además de técnicas de diseño de Interfaces de Usuario (UI). De forma transversal, se ha cuidado la usabilidad y la accesibilidad del sistema para ofrecer en todo momento una adecuada eXperiencia de Usuario Accesible (AUX) a todos los usuarios. Todo ello ha permitido crear un sitio web con un contenido perceptible, operable, comprensible y robusto.

CCS CONCEPTS

• Accessibility design and evaluation methods • User centered design • HCI design and evaluation methods

KEYWORDS

Accessibility, User-Centered Design, Agile Methodologies, User testing, evaluation methods

ACM Reference format:

Afra Pascual Almenara, Jose Humanes y Toni Granollers. 2023. Metodología MPlu+aX, de Diseño Centrado en el Usuario que empatiza con el usuario y genera una mejor experiencia accesible (De la teoría a la práctica). In *Proceedings of Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (INTERACCIÓN 2023)*, 8 pages.

^{*}Article Title Footnote needs to be captured as Title Note
[†]Author Footnote to be captured as Author Note
Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).
WOODSTOCK '18, June, 2018, El Paso, Texas USA

© 2018 Copyright held by the owner/author(s). 978-1-4503-0000-0/18/06...\$15.00

¹ Interacción 2023: <https://interaccion2023.udl.cat/>

práctica). In *Proceedings of Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (INTERACCIÓN 2023)*, 8 pages.

1 Introducción

Tal y como plantean las metodologías de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) el usuario es el centro de desarrollo y los diseñadores tienen como meta principal conseguir sistemas adaptados a sus necesidades [1] [2] [3] [4]. La usabilidad es una calidad interna de los sistemas interactivos definida como “la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso” [5]. 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” [6]. La eXperiencia de Usuario (UX), es definida por la norma ISO 9241-210 [7] como las *percepciones y respuestas de las personas, resultantes del uso o anticipación de uso de un producto, sistema o servicio*. Relacionado con ello, la eXperiencia de Usuario Accesible (AUX) [8] es una práctica que garantiza que los sitios web se diseñen para que más allá del acceso a personas con discapacidad, se ofrezca una mejor experiencia de usuario a para todos. En este contexto, se ha de tener en cuenta que la población envejece [9], una persona puede tener imposibilidad de movimiento, visión o audición de forma temporal [10] y entre un 15-20% de la población mundial vive con algún tipo de discapacidad [11]. Las leyes y normativas que deben cumplir los sitios web en materia de accesibilidad digital toman como referencia las pautas Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) [13]. Sin embargo, diversos estudios indican que estos principios son complejos de entender para diseñadores [14] [15] y para usuarios creadores de contenido sin conocimientos técnicos [16] [17] [18]. Pese a estos esfuerzos normativos, menos de un 10% de sitios web son accesibles [19] [20] a nivel mundial [12]. No obstante, las organizaciones que trabajan en investigaciones relacionando la interacción entre las personas y la tecnología deberían transmitir una alta calidad en sus productos cuidando

minuciosamente aspectos relacionados con la eXperiencia de Usuario Accesible (AUX), pues impacta de forma muy directa en la percepción de las personas y son un reflejo para la sociedad.

El objetivo principal de este trabajo es presentar una actualización de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (MPIu+a) [2] con aportes de técnicas que facilitan la empatía con el usuario con el fin de conocer sus necesidades para de crear una eXperiencia de Usuario Accesible (AUX) al desarrollar un sistema interactivo.

La metodología MPIu+a es un marco de trabajo adecuado para el desarrollo de un sitio web usable y accesible. Sin embargo, se ha ido un paso más allá y se han incorporado técnicas de metodologías ágiles como el Design Thinking que generan una mayor empatía y el Design Sprint que ayudan en el rápido avance del proyecto; además de técnicas relacionadas con el diseño de Interfaces de Usuario (UI). Considerando en todo momento facetas relacionadas con la eXperiencia de Usuario (UX) y la eXperiencia de Usuario Accesible (AUX) que mejoran la satisfacción de cualquier usuario al interactuar con el sistema. Por ello, se ha incluido una X en el nombre de la nueva propuesta y de ahora en adelante va a denominarse MPIu+aX, representando la X la palabra eXperiencia. Como caso de estudio de aplicación de esta metodología MPIu+aX, se presentan las técnicas que se han seguido al desarrollar en un contexto real, la web del congreso Interacción 2023.

El documento se organiza primero con esta introducción, luego se presenta el trabajo relacionado, se explican las nuevas aportaciones a la metodología MPIu+aX, se añade una breve explicación del proceso llevado a cabo en el desarrollo de la web del congreso Interacción2023 que puede ampliarse al consultar el sitio web del proyecto² y finalmente las conclusiones y trabajo futuro.

2 Trabajos relacionados

La metodología del Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la accesibilidad (MPIu+a) [2] publicada en 2004, permite desarrollar sistemas usables y accesibles, trabajando de forma iterativa en las fases de análisis de requisitos, diseño, prototipado, evaluación e implementación. En el año 2010 se desarrolló un trabajo de investigación teórico en el que se integraban metodologías ágiles como (SCRUM, XP, Crystal Family y FDD) al modelo de proceso centrado en el usuario MPIu+a, llamado MPIu+a Ágil [21], sin embargo no se realizó ninguna aplicación práctica de la metodología.

Las metodologías de desarrollo Agile [22] de sistemas interactivos ofrece oportunidades para superar los problemas que presentan los métodos de desarrollo tradicionales. Incorporar prácticas relacionadas con las eXperiencias de Usuario (UX) a un marco Agile es un gran desafío para muchas organizaciones, principalmente porque los métodos ágiles describen la actividad o la gestión del proyecto mientras que los métodos de diseño UX describen actividades para diseñar las interacciones del producto y/o la interfaz con el usuario. [23] [24] [25]. Relacionado con ello, las metodologías AgileUX [26] agrupa el diseño de la eXperiencia

de Usuario (UX) dentro de la metodología de desarrollo Agile con el objetivo de unificar a los desarrolladores y diseñadores en el proceso ágil de avance en iteraciones y entrega de productos.

El Design Thinking [27] [28] [29] es una metodología ágil que trabaja con técnicas relacionadas con la empatía. Su objetivo es obtener las necesidades concretas de los usuarios respecto al sistema. Se divide en cinco pasos [30] [31] que ayudan a los desarrolladores a ponerse en el lugar del usuario y pensar en diseñar soluciones desde una visión más humana. El Design Sprint (DS) [32] [33] sigue una temporalización en el desarrollo, mezcla metodologías ágiles como el Design Thinking (DT) con el fin de obtener un proceso o iteración de cinco días en el que validar las ideas y avanzar en el desarrollo del producto [34]. El DS se divide en cinco etapas.

La Interfaz de Usuario (UI) y la eXperiencia de Usuario (UX) son conceptos relacionados, la UI define el diseño general, el aspecto y la sensación del producto, la UX define los modelos de interacción, las tareas, los flujos y crea escenarios de comunicación. En este contexto, las técnicas de diseño de Interfaces de Usuario (UI) [35] se focalizan en diseñar/crear todo aquello del sistema con lo que las personas entran en contacto, ya sea física, perceptiva o conceptualmente. Desarrollar un Sistema de Diseño [36] presenta un conjunto de ventajas que facilitan la creación de interfaces de usuario (UI) consistentes especificando estilo, colores, tipografías, marcas de referencia y cualquier otro componente que pueda garantizar una eXperiencia de Usuario (UX) optimizada. Utilizar la metodología Atomic Design [37], que está justo en la intersección entre diseño y desarrollo, permite componer interfaces complejas a partir de elementos más simples. Esta metodología se basa en cinco niveles de especificación de interfaces.

Para conseguir una UX satisfactoria [38] se han de considerar en todas las fases del desarrollo facetas como la utilidad, usabilidad, encontrable, creíble, deseable, accesible y el valor del producto [39]. Así como, incluir otras facetas, como la dependabilidad, jugabilidad, pasticidad y emotividad [40]. Así mismo, tener en cuenta una amplia variedad de técnicas de investigación en UX para conocer los aspectos que pueden ayudar al usuario a tener una buena experiencia [41].

Complementariamente, la eXperiencia de Usuario Accesible (AUX) [42] [43] se centra en integrar la accesibilidad en el diseño de UX para crear experiencias digitales agradables para todos, independientemente de su habilidad. Consiste en observar la creación de contenido web siguiendo las pautas WCAG, realizar test de usuarios a personas con discapacidad que son parte de tu audiencia [44] y sobretodo que los desarrolladores lo consideren como requisito a tener en cuenta desde el principio de desarrollo del sistema [45]. Relacionado con los test de usuario, diversas investigaciones han analizado el impacto que las barreras de accesibilidad web causan en las emociones de las personas con discapacidad: intelectual [46], ceguera y baja visión [47] [48] [49], auditiva [50] y motriz [51]. En estos estudios se observa que los usuarios con discapacidad, al igual que cualquier otro usuario,

² Sitio web del desarrollo del proyecto Interacción2023:
<https://interaccion2023.udl.cat/desarrollo-del-proyecto-web-interaccion2023>

tienen experiencias más agradables y satisfactorias cuando los desarrolladores consideran la accesibilidad en el sistema. El desarrollo del sitio web de Interacción 2023 descrito en la sección 4 de este artículo, se ha hecho combinando las diversas fases de la metodología MPIu+a, estrategias de Design Thinking y Design Sprint para avanzar en el proyecto y considerando aspectos de UX y AUX como eje vertebrador, es decir, aplicando la metodología MPIu+aX. Todo ello con el fin de crear un sitio web con una alta calidad interactiva y sobretodo que empatee con las necesidades reales del usuario que accede al sitio web y genere experiencias de usuario satisfactorias para todos.

3 Metodología

A continuación, se explican las aportaciones realizadas a la metodología MPIu+a para pasar a denominarse metodología MPIu+aX (Consultar la Figura 1).

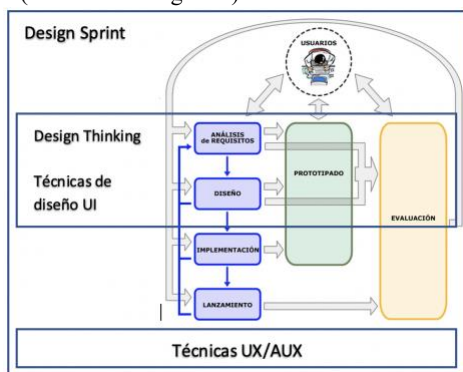


Figura1. Esquema de la propuesta MPIu+aX, aportando a la metodología MPIu+a, técnicas de Design Sprint, de Design Thinking, de diseño de Interfaces de Usuario y técnicas de UX y AUX.

3.1 Análisis de requisitos

El análisis de requisitos³, incluye conocer mediante técnicas de investigación UX las necesidades y preferencias del usuario objeto del sistema. Esta fase se compone de las tres primeras etapas del Design Thinking [27]: 1. Empatizar con el usuario investigando sus necesidades; 2. Definir las necesidades y problemas; 3. Idear soluciones que ayuden a resolver el problema. Todo este análisis ayuda al equipo de desarrollo a comprender profundamente las necesidades del usuario respecto al sistema y descubrir los elementos importantes que pueden empatizar con lo que realmente necesita al interactuar con el sistema. La Tabla 1 muestra distintas técnicas de las fases de la metodología MPIu+a junto a técnicas de Design Thinking que se consideran importantes en cada caso.

MPIu+a	Ampliación de técnicas para MPIu+aX
análisis etnográfico	Journey customer map ⁴ , define la experiencia del cliente en el uso de un producto o servicio. Mapa de empatía ⁵ , identifica lo que el usuario hace, piensa, siente, dice, escucha, etc. en una situación determinada.
Implicados (Stakeholders)	Mapa de actores ⁶ , refleja de forma gráfica las conexiones entre los distintos actores sociales que componen un servicio.
Clasificar los Usuarios	Personas ⁷ , son personajes ficticios creados para representar diferentes tipos de usuarios que podrían usar el sistema.

Tabla 1. Lista de técnicas de MPIu+a original de la fase de análisis de requisitos, junto a las técnicas consideradas para la propuesta de la metodología MPIu+aX..

En el análisis etnográfico se han incluido técnicas provenientes del Design Thinking para conseguir una profunda comprensión de las necesidades de los usuarios implicados en la solución a desarrollar, y también de su entorno. En el análisis de implicados y clasificación de usuarios, las técnicas utilizadas son similares en la metodología MPIu+a pero permiten obtener otro enfoque. Por ejemplo, la técnica Persona añade más capas de información del usuario respecto a la técnica de clasificación de usuarios.

3.2 Diseño

La fase de diseño⁸ supone analizar como presentar la información en la interfaz para que el usuario pueda navegar e interactuar por ella: definir una adecuada arquitectura de la información ayuda a presentar una organización del contenido más ajustado al modelo mental del usuario; crear un mapa de interacción, ayuda a definir lo que el usuario puede hacer en el sistema; concebir un sistema de diseño con principios, patrones y reglas para el diseño de la interfaz de usuario, facilita el trabajo de los desarrolladores [52]. La Tabla 2 muestra las técnicas incluidas en el modelo MPIu+aX. Se han incluido técnicas provenientes de la metodología Atomic Design y del Design Thinking para agilizar el diseño y realizar entregas parciales de resultados tempranos y así evaluar en las distintas iteraciones avances significativos del proyecto.

MPIu+a	Ampliación de técnicas para MPIu+aX
Modelos de navegación	Definición de la arquitectura de navegación ⁹ .
Diseño de la actividad.	Mapa de interacción de usuarios ¹⁰ , refleja las distintas tareas que todos los usuarios finales de una posible solución realizan a lo largo de las distintas etapas de uso, definiendo las interacciones entre ellos.

³ Técnicas de la fase análisis de requisitos del MPIu+a: <https://mpiua.invid.udl.cat/fases-mpiua/analisis-de-requisitos/>

⁴ Customer Journey Map: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/customer-journey-map>

⁵ Mapa de empatía: <https://www.nngroup.com/articles/empathy-mapping/>

⁶ Mapa de actores: <https://servicedesigntools.org/tools/ecosystem-map>

⁷ Personas: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/personas>

⁸ MPIu+a fase de diseño: <https://mpiua.invid.udl.cat/fases-mpiua/diseño/>

⁹ Information Architecture: Study Guide. <https://www.nngroup.com/articles/ia-study-guide/>

¹⁰ Mapa de interacción de usuarios:

<https://www.designthinking.es/inicio/herramienta.php?id=9&fase=define>

Diseño de la interfaz	<p>Sistema de diseño¹¹, es un conjunto robusto, consistente, y centralizado de elementos jerarquizados y reutilizables, que permiten a los equipos de diseño UX, y desarrollo, trabajar de una manera más rápida y eficaz.</p> <p>Benchmarking¹², para conocer las características de los competidores de nuestro producto y/o para saber cómo otros productos – no necesariamente competidores– resuelven determinados problemas.</p>
-----------------------	--

Tabla 2. Lista de técnicas de MPIu+a original de la fase de diseño, junto a las técnicas consideradas para la propuesta de la metodología MPIu+aX.

Las técnicas de definición de la arquitectura de la información no aportan nada nuevo respecto a la metodología MPIu+a, pero sí el mapa de interacción del usuario que proviene de la metodología del Design Thinking. Respecto al sistema de diseño, el uso de la metodología de trabajo Atomic Design facilita el desarrollo posterior de la interfaz y evita errores futuros de diseño.

3.3 Prototipo

En la fase de prototipado¹³, no se han incluido mejoras significativas en la metodología MPIu+a porque ya dispone de técnicas suficientes. Sin embargo, se han añadido nuevas herramientas que permiten agilizar la producción de prototipos. Los esbozos en papel, ayudan a clarificar y despejar ideas respecto a las necesidades del usuario y los objetivos del sistema, analizadas en las primeras iteraciones de la metodología. Disponer de un prototipo de baja fidelidad, ayuda a evaluaciones iniciales del sistema. Disponer de un prototipo de alta fidelidad o wireframe ayuda a evaluar de forma temprana funcionalidades o diseños con el usuario, y sobretodo obtener retroalimentación para mejorar el diseño una vez se pase a prototipo software. Se propone el uso de herramientas colaborativas de prototipado digital para crear los distintos tipos¹⁴. La metodología Design Thinking, ya consideran estas técnicas [53]. La Tabla 3 muestra estas técnicas.

MPIu+a	Ampliación de técnicas para MPIu+aX
Bocetos	Esbozo en papel ¹⁵ para organizar las primeras ideas del sistema
Prototipo de baja y alta fidelidad (wireframes)	Uso de aplicaciones de prototipado colaborativo. Por ejemplo: marvel ¹⁶ , Figma ¹⁷ o Adobe XD ¹⁸ .
Prototipo software	Creación de paginas en la plataforma de implementación (sin publicar)

Tabla 3. Lista de técnicas de MPIu+a original de la fase de prototipado, junto a las técnicas consideradas para la propuesta de la metodología MPIu+aX.

¹¹ Atomic Design: <https://bradfrost.com/blog/post/atomic-web-design/>
¹² Benchmarking: <http://design-toolkit.recursos.uoc.edu/es/guia/benchmarking/>
¹³ MPIu+a fase de prototipado: <https://mpiua.invid.udl.cat/fases-mpiua/prototipado/>
¹⁴ Prototipado: <http://design-toolkit.recursos.uoc.edu/es/guia/prototipado/>
¹⁵ How to Sketch a UI for Non-Designers: <https://www.nngroup.com/videos/sketch-ui-non-designers/>
¹⁶ Marvel: <https://marvelapp.com/>
¹⁷ Figma: <https://www.figma.com/>
¹⁸ Adobe XD: <https://helpx.adobe.com/es/support/xd.html>
¹⁹ MPIu+a fase de evaluación: <https://mpiua.invid.udl.cat/fases-mpiua/evaluacion/>
²⁰ RetLab: <https://retlab.web.app/>

3.4 Evaluación

La fase de evaluación de la metodología MPIu+a¹⁹ ya dispone de una gran cantidad de técnicas que permiten inspeccionar, indagar y testear el sistema, por ello el aporte se ha limitado a indicar herramientas digitales que facilitan la evaluación. La Tabla 4 muestra las técnicas incluidas en el modelo MPIu+aX. La metodología Design Thinking, ya consideran estas técnicas.

MPIu+a	Ampliación de técnicas para MPIu+aX
Inspección: - Evaluación Heurística - Recorrido cognitivo - Inspección de estándares	Evaluación heurística y de pautas WCAG. Uso del sistema RetLab ²⁰ para realizar la evaluación de una nueva propuesta de Evaluación heurística ²¹ y evaluación WCAG a partir de los criterios del informe IRA ²²
Indagación: - Observación de campo - Focus Group - Entrevistas - Cuestionario - Analisis logs	Encuesta ²³ masiva a usuarios objetivos del sistema a partir de formularios online. Entrevista ²⁴ informal guerrilla para obtener información de las necesidades reales del usuario.
Test: - Medida de las prestaciones - Thinking aloud - Interacción constructiva - Ordenación de tarjetas (card sorting).	Técnicas de Simulación ²⁵ , en las que se configura un sistema con herramientas asistenciales u simulaciones para conseguir consultar el sistema tal y como lo haría un usuario con discapacidad. Test guerrilla ²⁶ donde se le indica al usuario tareas y se espera que muestre sus opiniones del sistema (Thinking Aloud). User test asíncrono ²⁷ , se lanza un formulario al usuario con los cuestionarios pre-test, tareas, post-tarea y post-test para que el usuario pueda realizar en cualquier momento. Complementariamente, el usuario hace una grabación del test y la envía al evaluador. User test remoto , se realiza un test de usuario con una plataforma de videoconferencia y se recogen los datos con un formulario online.

Tabla 4. Lista de técnicas de MPIu+a original de la fase de evaluación, junto a las técnicas consideradas para la propuesta de la metodología MPIu+aX.

²¹ Plantilla de evaluación heurística: <https://mpiua.invid.udl.cat/evaluacion-heuristica-una-nueva-propuesta/>
²² Observatorio de Accesibilidad Web https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Estrategias/pae_Accesibilidad/pae_Observatorio_de_Accesibilidad.html
²³ Cuestionarios: <http://design-toolkit.recursos.uoc.edu/es/guia/cuestionarios/>
²⁴ Entrevista: <https://ictresearchmethods.nl/Survey>
²⁵ Herramientas de simulación. <https://userway.org/blog/disability-simulators-you-should-try/>
²⁶ Guerrilla HCI: Using Discount <https://www.nngroup.com/articles/guerrilla-hci/>
²⁷ Unmoderated User Tests: How and Why to Do Them. <https://www.nngroup.com/articles/unmoderated-usability-testing/>

Respecto a las técnicas de inspección, se ha considerado el uso de una nueva propuesta de evaluación heurística en la que se han mezclado Principios heurísticos de usabilidad para el diseño de interfaces de usuario de J. Nielsen y los Principios de Diseño de Interfaces de B. Tognazzini [54] [55]. En el caso de la accesibilidad, la evaluación de pautas WCAG, se han validado siguiendo el Informe de Revisión de la Accesibilidad, creado por el Observatorio de Accesibilidad [56]. Para realizar estas las evaluaciones por expertos, se utiliza RetLab, una herramienta online que permite realizar evaluaciones heurísticas entre varios usuarios y muestra gráficas sobre el resultado del porcentaje de usabilidad del sistema. En las técnicas de indagación, se incluyen las mismas técnicas de la metodología MPIu+a, pero llevadas a cabo con formularios online como Google Forms²⁸ u otros..

En cuanto a las técnicas de test, se propone llevar a cabo test de usuarios de guerrilla [57], porque permite recopilar comentarios de los usuarios sobre un diseño o prototipo. Esta técnica es más efectiva que un test de usuarios, porque es posible probar prototipos intermedios, sin todas sus funcionalidades y hacer evaluaciones sobre la web publicada recabando datos para mejorar en la siguiente iteración. Se recopilan los comentarios de los usuarios (Thinking aloud²⁹, la percepción de facilidad o dificultad al realizar la tarea, pero sobretudo se recogen el impacto emocional que le causa al usuario la ejecución de la tarea, mediante un framework de emociones [58]. Además, el uso de formularios on-line para recoger estos datos permiten que el propio usuario (o el facilitador) deje constancia de forma rápida de estos datos mientras se lleva a cabo el test.

Además, para evaluar la eXperiencia de Usuario Accesible, se propone llevar a cabo test de usuario a dos niveles: primero evaluaciones tempranas, en fase de diseño y prototipado de los aspectos que se puedan evaluar a través de simulaciones de discapacidades. Sin embargo, este tipo de evaluaciones permiten obtener resultados parciales al disponer solo del nivel de la capa de diseño (contrastes, tamaño de elementos, y poco más) y no se puede evaluar el sistema con una herramienta asistencial, puesto que todavía no se ha desarrollado. Un nivel más profundo de evaluación, es cuando se realiza un prototipo software porque la evaluación puede realizarse con herramientas asistenciales. En este punto, es posible que un evaluador experto realice una simulación de discapacidad [59] utilizando algún plugin como Funkify³⁰ o Web Disability Simulator³¹ o lo haga a través del uso real de herramientas asistenciales como lector de voz, herramientas de zoom o navegado de voz [60]. Sobre todo, realizar evaluaciones con usuarios con discapacidad (visual, auditiva, motriz, cognitiva), enriquece la evaluación y aporta un gran valor al sistema, pues en la siguiente iteración se puede mejorar el sistema con las aportaciones de los usuarios.

²⁸ Google Forms: <https://docs.google.com/forms/u/0/>

²⁹ Thinking Aloud (2012). <https://www.nngroup.com/articles/thinking-aloud-the-1-usability-tool/>

³⁰ Funkify: <https://www.funkify.org/>

³¹ Web Disability Simulator: <https://chrome.google.com/webstore/detail/web-disability-simulator/olioanlbgpmdlginnampnnlohigkja>

3.5 Implementación

La fase de implementación³² consiste en codificar el sistema y desarrollarlo con una plataforma frameworks (front-end o back-end). La implementación puede llevarse a cabo en distintas fases que se van completando a lo largo del tiempo: publicación inicial, con contenido mínimo y alguna funcionalidad; publicación de un sistema intermedio, con más contenido y alguna funcionalidad más desarrollada; publicación del sistema final, con todas las funcionalidades y contenidos implementados. En esta fase es imprescindible haber decidido la plataforma de desarrollo, que puede ser con un framework front-ent o framework back-end, según la complejidad que tenga el sistema a desarrollar. La metodología MPIu+a no profundiza demasiado en esta fase, y las técnicas utilizadas en la metodología MPIu+aX se enumeran indicando buenas prácticas en esta fase de implementación.

MPIu+a	Ampliación de técnicas para MPIu+aX
Codificación	Uso de plantillas y elementos web (según el framework elegido) para facilitar el desarrollo Uso del editor web para crear contenido
Accesibilidad	Selección de plantillas y elementos accesibles que sigan las pautas WCAG

Tabla 5. Lista de técnicas de MPIu+a original de la fase de implementación, junto a las técnicas consideradas para la propuesta de la metodología MPIu+aX.

4 Caso de uso: desarrollo de la web del congreso Interacción 2023

A continuación, se presentan los antecedentes de la web del congreso Interacción, los objetivos a considerar en el sistema y la ejecución de las fases propuestas en la metodología MPIu+aX.

4.1 Antecedentes

El Congreso Internacional Interacción Persona Ordenador³³ se celebra desde el año 2000 con el objetivo de reunir a investigadores, estudiantes y profesionales de la Interacción Persona-Ordenador (IPO), tanto del mundo académico como de la industria, para promover la presentación de propuestas innovadoras, el intercambio de ideas y la discusión. Las primeras ediciones del congreso no tenían presencia online y en el año 2003 se creó una sola página web con el horario del congreso. Durante las siguientes ediciones, el diseño de la web ha ido según la implicación del comité organizativo. Los años 2005, 2010 y 2013 el congreso se celebró dentro del Congreso Español de Informática (CEDI)³⁴ y la web tuvo que adoptar el diseño visual propuesto por esta organización. A partir del año 2018 la web del congreso se realizó siguiendo una misma plantilla de WordPress (Zerif Lite³⁵ desarrollado por ThemeIsle) pero tenía algunos problemas de accesibilidad relacionados directamente con la plantilla y el contenido [61].

³² Fase de Implementación: <https://mpiuu.invid.udl.cat/fases-mpiuu/implementacion/>

³³ Lista de congresos interacción: <https://aipo.es/investigacion/congresos/>

³⁴ Congreso Español de Informática (CEDI): <https://www.scie.es/actividades/cedi/>

³⁵ Zelle Lite. <https://themeisle.com/themes/zelle-lite/>

4.2 Objetivos

El planteamiento de la nueva web del congreso Interacción 2023 se ha realizado considerando algunas premisas. Estas son:

- Inspiración en la estética de la web del congreso interacción celebrado en Lleida 2004 y tener en cuenta el color de la Universidad de Lleida (diseño de la interfaz).
- Posibilidad de que el usuario pueda personalizar la interfaz (incluir la opción de modo oscuro/claro)
- Adaptación del contenido según dispositivo (diseño responsive)
- Desarrollo con un sistema de gestión de contenidos (CMS) para poder permitir crear contenido a cualquier miembro del comité del congreso.
- Ofrecer la información de forma empática y adaptada al modelo mental y a las necesidades de los asistentes al congreso.
- Crear un sitio web con características de usabilidad y accesibilidad para disponer de una buena eXperiencia de Usuario Accesible, para que todos los usuarios se beneficien.
- Disponer de retroalimentación del usuario en la propia web para analizar la utilidad de la información mostrada en la web.
- Posibilidad de contactar entre miembros asistentes del congreso para crear una red de expertos en IPO, a través de la creación de un grupo LinkedIn³⁶.
- Disponer de una interfaz que identifique anualmente el congreso Interacción

4.3 Seguimiento de la metodología MPIu+aX

Se realizaron diferentes iteraciones en la metodología MPIu+aX para poder avanzar de forma sistemática en la creación del sistema. Cada iteración o sprint del proyecto se realizaba con una temporalidad de 1 semana, y los resultados significativos y avances se mostraban en la reunión quincenal del comité del congreso. A continuación, se indica de forma muy resumida como se han abordado las distintas fases del proyecto. Sin embargo por problemas de espacio de este documento, puede consultarse la información más ampliada en la web resumen del proyecto: <https://interaccion2023.udl.cat/desarrollo-del-proyecto-web-interaccion2023>

4.3.1 Análisis de requisitos

Se lanzó una encuesta masiva³⁷ a miembros de AIPO para conocer mejor sus necesidades en cuanto a la asistencia a un congreso. Complementariamente, se realizaron entrevistas a varios profesores de la universidad con experiencia en asistencia a congresos y también a estudiantes de doctorado, en entornos muy informales (mientras subían en el ascensor, mientras salían de clase e iban andando a su despacho, esperando en la cafetería, etc...). El objetivo era conocer, comprender y empatizar con las necesidades reales del asistente relacionadas con el ciclo de vida de un congreso.

Los comentarios más destacados hacían referencia a saber las fechas importantes del congreso, el tipo y el formato de envío de contribuciones. Cuando el asistente era informado que tenía un artículo aceptado, su prioridad era registrarse y luego conocer aspectos sobre la sede, por ejemplo: la ubicación del lugar de celebración respecto los hoteles, conocer los transportes públicos de la ciudad, disponer de información turística complementaria y sobretodo tener información de los transportes para llegar hasta la ciudad. Así mismo ofrecer la posibilidad de contactar con otros asistentes del congreso les pareció algo bastante interesante. Además, se tuvieron en cuenta de forma transversal aspectos de accesibilidad como posibilidad de mostrar la interfaz de forma personalizada al usuario y usabilidad. Con estos inputs, se desarrollaron los Mapa de Empatía y Journey Customer Map, así como el Mapa de Actores y se determinaron 2 usuarios Personas donde focalizar el diseño del sistema: Persona congresista senior con problemas de visión y persona congresista junior. Nos hemos focalizado a cubrir solo estos dos perfiles, aun siendo conscientes que tal vez no cubríamos otras incapacidades permanentes o temporales.

4.3.2 Diseño

Para abordar esta fase, primero se realizó una evaluación de la información que se muestra en las diversas ediciones del congreso interacción (benchmarking), para determinar los ítems del menú principal, y los contenidos comunes en todos los sitios web. Ello permitió obtener una arquitectura de la información y un mapa de interacción inicial, así como empezar a desarrollar el sistema de diseño utilizando Atomic Design. En este punto también se trabajó con el logo del congreso que determinó los colores principales del sitio web. La inspiración provino de la edición de Interacción 2004³⁸. Se incorporó la funcionalidad de mostrar la interfaz en modo oscuro, junto al modo claro, con el fin de mejorar el contraste y la visualización del contenido [62]. Esto evita que la vista del usuario se canse y pueda consultar el contenido con el móvil en entornos luminosos más cómodamente [63].

4.3.3 Prototipado

Se realizaron dos versiones de sitio web. La primera versión era únicamente una landing page³⁹ para mostrar la información más importante que provenía del Call For Papers (CFP). Unas semanas después se trabajó en el diseño definitivo implementando más funcionalidades y contenido. Para agilizar el desarrollo se trabajó, los primeros prototipos se realizaron con una herramienta de prototipado digital, y después de evaluaciones con expertos y usuarios, los resultados se implementaron y publicaron directamente en el prototipo software⁴⁰.

4.3.4 Evaluación

Se realizaron 3 versiones de prototipo (prototipo de bajo nivel, prototipo software/landing page y prototipo software/página

³⁶ LinkedIn: <https://www.linkedin.com/>

³⁷ Encuesta lanzada a miembros de la Asociación Interacción Persona Ordenador: https://docs.google.com/forms/d/1vyRS9ORM1_R3541hHgPgSW3HGrlxn9bcbk27z-J3Ac/edit

³⁸ Web del Congreso Interacción 2004:

<https://web.archive.org/web/20151122024337/http://griho2.udl.es/i2004/index.htm>

³⁹ Landing Page del congreso (primera versión): <http://congresoipo-old.accesibilidad.digital/>

⁴⁰ Sitio web definitivo del congreso Interacción2023: <https://interaccion2023.udl.cat/>

publicada). Se evaluaron mediante test de usuarios, para obtener comentarios y mejorar la experiencia de usuario accesible en sucesivos avances. La primera versión del prototipo se evaluó por miembros del comité organizador. También se realizó un Focus Group y test de usuarios con estudiantes de la asignatura de Diseño Web ⁴¹ de la Universidad de Lleida para ofrecer aportes significativos en cuanto a mejorar la interacción y diseño. Esto permitió aplicar cambios importantes en el prototipo landing page que se publicó como primera versión lanzada de la web. Posteriormente, se creó el tercer prototipo, ya como prototipo software. Durante el proceso de implementación, se estuvo evaluando de forma constante si el contenido creado y las interacciones eran accesibles. Para ello se utilizaron herramientas de evaluación automática de la accesibilidad, como Acheker⁴² y el plugin Total11y⁴³ incluido en la plataforma de desarrollo. También se utilizaron herramientas de simulación de usuarios con discapacidad y evaluación con herramientas asistenciales como un lector de voz. Con el prototipo software se han realizado evaluaciones por expertos: evaluación heurística y evaluación pautas WCAG. Así como evaluaciones por usuarios: test de usuarios con miembros de AIPO, simulaciones y evaluaciones por usuarios con discapacidad (de momento, baja visión, pero se pretende ampliar a otros tipos de discapacidades). Los resultados obtenidos se incorporaron a las sucesivas iteraciones del sistema para avanzar en el desarrollo del sitio web.

4.2.4 Implementación

La implementación⁴⁴ de todo el sistema se realizó con WordPress⁴⁵, por ser uno de los Content Manager Systems, CMS más utilizados actualmente en la web⁴⁶ (un 60% de sitios web se han desarrollado con WordPress) y para que cualquier miembro del comité pudiera crear o actualizar contenido. Se utilizó la plantilla GeneratePress-Pro⁴⁷ con plugins (GenerateBlocks⁴⁸, Google Language Translator⁴⁹, Darklup - WP Dark Mode⁵⁰) que mejoraban el desarrollo backend del sistema y también ofrecían características y funcionalidades que permitían mejorar la experiencia de usuario en el diseño frontend. El sitio web está en constante actualización y se van depurando los problemas que se van detectando en los sucesivos test de usuarios

4 Conclusión y trabajo futuro

El objetivo principal de este trabajo de investigación ha sido doble: por un lado trabajar en una mejora de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (MPIu+a) para incluir técnicas empáticas que mejoran la eXperiencia de Usuario Accesible (AUX), llamada MPIu+aX y por otro, el seguimiento de la metodología MPIu+aX a un caso de estudio: la creación del sitio web del congreso Interacción 2023 para observar si era posible su aplicación en un contexto real.

Cabe destacar, que ha sido complejo encajar las nuevas técnicas en la metodología MPIu+a provenientes de otras disciplinas como: Design Thinking que generan una mayor empatía con el usuario y Design Sprint que ayudan en el avance del proyecto; técnicas relacionadas con el desarrollo de Interfaces de Usuario (UI) que permiten no solo organizar la información visual sino aportar sobre aspectos gráficos. Además, considerando en todo momento técnicas relacionadas con la experiencia de usuario (UX) y la eXperiencia de Usuario Accesible (AUX) que mejoran la satisfacción de cualquier usuario al interactuar con el sistema. Además, el ritmo de trabajo ha sido elevado, al avanzar en las diferentes fases o sprints que propone la metodología de Design Sprint. El desarrollo final del sitio web del congreso Interacción 2023 todavía no ha terminado, y se irá completando a medida que se avancen en las siguientes iteraciones del proyecto.

El trabajo futuro de esta investigación es aplicar esta metodología (MPIu+aX) al desarrollo de otros sistemas con el fin de observar si se ha fundamentado en sólidas bases y se pueden generar sistemas más empáticos y con una mejor eXperiencia de Usuario Accesible.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los miembros del comité y otros usuarios que han participado en los test por su valiosa aportación al proyecto

REFERENCES

- [1] ISO. ISO 13407:1999. Disponible en Internet: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=21197W3C (2018).
- [2] Granollers, T. (2004). Mpiu+a. Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares. Tesis Doctoral. Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics, Universitat de Lleida, Lleida, España, <https://mpiua.invid.udl.cat/>
- [3] Interaction Design Foundation (2023). <https://www.interaction-design.org/literature/topics/user-centered-design>
- [4] Muñoz, Jaime & Hernández Bieliukas, Yosly & Amador, Viviana & Chavarría, Anita & Calderón, Marta & Collazos, César & Méndez, Yenny & Solano, Andrés & Mendoza, Jose & Rodríguez, Francisco & Mendoza-Gonzalez, Ricardo & Gonzalez Calleros, Juan & Callero, Juan & Rodríguez-Vizzuett, Liliana & Granollers, Toni & Gil, Rosa & Céspedes-Hernández, David. (2014). Temas de diseño en Interacción Humano-Computadora.
- [5] ISO/CD 9241-11 . Ergonomics of human-system interaction-Part11: Guidance on usability. (1998). http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=63500
- [6] Introduction to web accessibility (2021). <https://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility>
- [7] ISO 9241-210:2008, Ergonomics of human system interaction - Part 210: Human centred design for interactive systems. Geneva: ISO.
- [8] Sarah Horton, David Sloan y Henny Swan. Manifesto for Accessible User Experience (2015) Consultar: <https://accessibleux.wordpress.com/manifesto/>
- [9] World Health Organization (2023). Ageing and health <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- [10] Abou_Zahra, S., Brewer, J. Diverse Abilities and Barriers (2003). <https://www.w3.org/WAI/people-use-web/abilities-barriers/>
- [11] World Health Organization (2021). Developed by the Education and Outreach Working Group (EOWG). Disabilities. <https://www.who.int/topics/disabilities/>.
- [12] Web Accessibility Laws & Policies (2006). <https://www.w3.org/WAI/policies/>
- [13] WCAG (2018). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>.
- [14] Pascual Almenara, A., Humanes Elich, J., Granollers Saltiveri, T. (2023) Wiki colaborativa con ejemplos accesibles y no accesibles de pautas WCAG. 5th Workshop on Accessibility in Educational Resources. En prensa.

⁴¹ Asignatura de Diseño Web (UdL): <https://guiadocent.udl.cat/pdf/es/102184>

⁴² Acheker: <https://achecker.achecks.ca/checker/index.php>

⁴³ Total11y para WordPress: <https://es.wordpress.org/plugins/wp-tota11y/>

⁴⁴ Fase de implementación: <https://mpiua.invid.udl.cat/fases-mpiua/implementacion/>

⁴⁵ WordPress: <https://es.wordpress.org/>

⁴⁶ W3Techs - World Wide Web Technology Surveys. <https://w3techs.com/>

⁴⁷ GeneratePress de WordPress: <https://es.wordpress.org/themes/generatepress/>

⁴⁸ GenerateBlocks: <https://generateblocks.com/>

⁴⁹ Google Language Translator. <https://translate.google.com/>

⁵⁰ Darklup - WP Dark Mode: <https://darklup.com/>

- [15] Ballesteros, E., Ribera, M., Pascual, A., & Granollers, T. (2015). Reflections and proposals to improve the efficiency of accessibility efforts. *Universal access in the information society*, 14, pp. 583-586. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0356-1>.
- [16] Pascual, A., Ribera, M., & Granollers, T. (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>.
- [17] Pascual, A., Ribera, M., & Granollers, T. (2015b) Comunicability of two web 2.0 accessibility evaluation tools. 2015 10th Computing Colombian Conference (10CCC), pp. 269-272, doi:10.1109/ColumbianCC.2015.7333425.
- [18] Watanabe, T (2017). Communication model of web accessibility. *International Conference on Human-Computer Interaction*, pp. 80-87. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58750-9_11.
- [19] The WebAIM Million (2023). <https://webaim.org/projects/million/>
- [20] EU10. European Commission. Accessibility: essential for some, useful for all (2021). <https://digitalstrategy.ec.europa.eu/en/library/accessibility-essential-some-useful-all>
- [21] Moré Martín, A., Granollers Saltiveri, T., Oliva Solé, M. MPfu+a Ágil: El modelo de proceso centrado en el usuario como metodología ágil (2010) Consultar: <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/a9752d53-805c-4e44-a86c-b8b7bd4f319e/content>
- [22] Da Silva, Tiago & Martin, Angela & Maurer, Frank & Silveira, Milene. (2011). User-Centered Design and Agile Methods: A Systematic Review. *Proceedings - 2011 Agile Conference, Agile 2011*. 77 - 86. 10.1109/AGILE.2011.24.
- [23] Nielsen Norman Group (2023). Effective Agile UX Product Development. <https://www.nngroup.com/reports/agile-development-user-experience/>
- [24] Silva da Silva, T., Selbach Silveira, M., Maurer, F. and Hellmann, T. "User Experience Design and Agile Development: From Theory to Practice." *Journal of Software Engineering and Applications*, Vol. 5 No. 10, 2012, pp. 743-751. doi: 10.4236/jsea.2012.510087.
- [25] D. Fox, J. Sillito and F. Maurer, "Agile Methods and User-Centered Design: How These Two Methodologies Are Being Successfully Integrated in Industry," *Proceedings of the Agile*, Washington, 4-8 August 2008, pp. 63-72.
- [26] Hartson, R., & Pyla, P. S. (2018). *The UX book: Agile UX design for a quality user experience*. Morgan Kaufmann. ISBN: 9780128010624
- [27] Serrat, O. (2017). *Design Thinking*. In: *Knowledge Solutions*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9_18
- [28] *Design Thinking (2023)*. Interaction Design Foundation. *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*, 2nd Ed. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/design-thinking>
- [29] Villegas Portero, E. *Capítulo Design Thinking*. Libro AIPO. https://hci-collab.com/libro/design_thinking/
- [30] Tillberg-Webb, H. and Collier, N. (2018) 'Using the design thinking cycle to tell the story of innovative learning spaces', in Hokanson, B., Clinton, G. and Kaminski, K. (Eds.): *Educational Technology and Narrative*, Springer, Cham, Switzerland, pp.141-153.
- [31] Dam, R.F. and Siang, T.Y. (2021) 5 Stages in the Design Thinking Process, *Interaction Design Foundation (IxDF)*, Available at <https://www.interaction-design.org/literature/article/5-stages-in-the-design-thinking-process>
- [32] Knapp, J., Zeratsky, J. and Kowitz, B. (2016) *Sprint: How to Solve Big Problems and Test New Ideas in Just Five Days*, Simon & Schuster, New York
- [33] Araújo, C.M.M., Santos, I.M., Canedo, E.D. and Araújo, A.P.F. (2019) 'Design thinking vs. design sprint: a comparative study', in Marcus, A. and Wang, W. (Eds.): *Design, User Experience, and Usability. Design Philosophy and Theory*. HCII. 2019, *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, Cham, Vol. 11583, pp.291-306.
- [34] Wangsa, Ketmanto & Chugh, Ritesh & Karim, Shakir & Sandu, Raj. (2022). A comparative study between design thinking, agile, and design sprint methodologies. *International Journal of Agile Systems and Management*. 15. 2022. 10.1504/IJASM.2022.10049716.
- [35] Tidwell, J., Brewer, C., Valencia, A. (2019) *Designing Interfaces. Patterns for Effective Interaction Design*. Estados Unidos: O'Reilly Media. ISBN: 9781492051930
- [36] MacDonald, D.(2019) *Practical UI Patterns for Design Systems. Fast-Track Interaction Design for a Seamless User Experience*. Alemania: Apress. ISBN: 9781484249383
- [37] Frost, B. (2016). *Atomic design*. Estados Unidos: Brad Frost. ISBN: 9780998296609 <https://bradfrost.com/blog/post/atomic-web-design/>
- [38] Garrett, J. J. (2003). *The Elements of User Experience: User-centered Design for the Web*. Reino Unido: New Riders.
- [39] Peter Morville. 2005. Experience design unplugged. In *ACM SIGGRAPH 2005 Web program (SIGGRAPH '05)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 10-es. <https://doi.org/10.1145/1187335.1187347>.
- [40] Masip, Lúcia & Oliva, Marta & Granollers, Toni. (2011). User Experience Specification through Quality Attributes. 656-660. 10.1007/978-3-642-23768-3_106.
- [41] Nunnally, B., Farkas, D. (2016). *UX Research: Practical Techniques for Designing Better Products*. Estados Unidos: O'Reilly Media.
- [42] Sushil K. Oswal. 2019. Breaking the exclusionary boundary between user experience and access: steps toward making UX inclusive of users with disabilities. In *Proceedings of the 37th ACM International Conference on the Design of Communication (SIGDOC'19)*, Portland, Oregon, USA, Article 12, 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1145/3328020.3353957>.
- [43] G. Graham, & S. Chandrashekar. 2016. Inclusive Process and Tool for Evaluation of Accessible User Experience (AUX). In: Antona, M., Stephanidis, C. (eds) *Universal Access in Human-Computer Interaction. Methods, Techniques, and Best Practices. UAHCI 2016. Lecture Notes in Computer Science*(vol 9737). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5_6
- [44] Henry, S. L. (2007). *Just Ask: Integrating Accessibility Throughout Design*. Estados Unidos: Lulu.com. <http://www.uiaccess.com/justask/>
- [45] Watson, L. *Global Accessibility Awareness Day*. GAAD. <https://web.archive.org/web/20180221061545/https://storify.com/UXPAUK/global-accessibility-awareness-day-2014>
- [46] Pascual, A., Ribera, M., & Granollers, T. (2013). Grado de afectación de las barreras de accesibilidad web en usuarios con discapacidad intelectual. *Interacción* 2013.
- [47] Pascual, A., Ribera, M., Granollers, T., & Coïduras, J. (2014a). Impact of accessibility barriers on the mood of blind, low-vision and sighted users. *Procedia Computer Science*, 27, pp. 431-440. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.047>.
- [48] Aizpurua, A., Harper, S., Vigo, M. Exploring the relationship between web accessibility and user experience. *International Journal of Human-Computer Studies*, Volume 91, 2016, Pages 13-23,
- [49] Graham, G. Chandrashekar, S (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
- [50] Pascual, A., Ribera, M., & Granollers, T. (2014b). Impact of web accessibility barriers on users with hearing impairment. *Interacción'14: XV International Conference on Human Computer Interaction*, pp. 1-2, <https://doi.org/10.1145/2662253.2662261>.
- [51] Pascual, A., Ribera, M., & Granollers, T. (2015a). Impact of accessibility barriers on the mood of users with motor and dexterity impairments. *Journal of accessibility and design for all*, 5(1), pp. 1-26, <https://doi.org/10.17411/jaces.v5i1.93>.
- [52] Allen, J.J, Chudley, J.J. (2012) *Smashing UX Design: Foundations for Designing Online User Experiences*. Smashing Magazine Book
- [53] Ju Siang, T (2021) *The Ultimate Guide to Understanding UX Roles and Which One You Should Go For*. Interaction Design Foundation. <https://www.interaction-design.org/literature/article/the-ultimate-guide-to-understanding-ux-roles-and-which-one-you-should-go-for>
- [54] Granollers, T. Usability Evaluation with Heuristics. New Proposal from Integrating Two Trusted Sources, in: A. Marcus, W. Wang (Eds.), *Design, User Experience, and Usability: Theory and Practice*, Springer International Publishing, Cham, 2018, pp. 396-405. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9_28
- [55] Granollers, T. Usability Evaluation with Heuristics, Beyond Nielsen's List - http://personales.upv.es/thinkmind/dl/conferences/achi/achi_2018/achi_2018_4_10_20055.pdf
- [56] Pascual-Almenara, A., Granollers-Saltiveri, T. (2021). Combining Two Inspection Methods: Usability Heuristic Evaluation and WCAG Guidelines to Assess e-Commerce Websites. In: Ruiz, P.H., Agredo-Delgado, V., Kawamoto, A.L.S. (eds) *Human-Computer Interaction. HCI-COLLAB 2021. Communications in Computer and Information Science*, vol 1478. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92325-9_1
- [57] Hampshire, N., Califano, G., Spinks, D. (2022). *Guerrilla Testing*. In: *Mastering Collaboration in a Product Team*. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-8254-0_35
- [58] 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
- [59] Tigwell, Garreth. (2021). Nuanced Perspectives Toward Disability Simulations from Digital Designers, Blind, Low Vision, and Color Blind People. 10.1145/3411764.3445620.
- [60] Abou_Zahra, S. Brewer, J. (2017) *Tools and Techniques*. <https://www.w3.org/WAI/people-use-web/tools-techniques/>
- [61] Pascual Almenara, A. Granollers, T., Bernaus, M. (2022) *Comunicación empática de barreras de accesibilidad en la web dinámica*. *Actas del congreso Interacción 2022*.
- [62] Maixner, G., Smith, A., (2020) *Keeping Users in the Dark: The Design and Implementation of a Dark Mode for a University Library Website*. <https://hdl.handle.net/1805/29068>
- [63] Eisefeld, H. Kristallovich, F. (2020) *The Rise of Dark Mode: A qualitative study of an emerging user interface design trend*. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1464394&dsid=7570>

Interaction Paradigms

Virtual Reality Skills Acquisition in Simulated Radiation Emergency Response Learning

Alejandro Villar*

Universidad Complutense de Madrid
Madrid, Spain
avillarrubio@ucm.es

Carlos León*

Universidad Complutense de Madrid
Madrid, Spain
cleon@ucm.es

ABSTRACT

Virtual reality technology is an increasingly accessible technology with great potential for use in emergency training, particularly for professionals such as firefighters, military personnel, and healthcare staff who often face stressful situations. However, many of these individuals may not have experience with virtual reality, making it difficult to integrate this technology into their training. This novelty effect can hinder their ability to effectively learn and perform in virtual environments. To overcome this, studies have suggested using tutorials to familiarize users with the virtual environment and improve their performance. In this context, an interactive tutorial is proposed to guide users on how to interact with a virtual environment depicting a radiation emergency. The efficacy of this tutorial will be evaluated by measuring the performance achieved by the user in a simulated radiation emergency.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Usability testing**; *Laboratory experiments*; • **Social and professional topics** → *Computing education*.

KEYWORDS

virtual reality, virtual environment, stress, learning process, detection, radiation emergency, human computer interaction

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Exploring the transformation of user interactions to Adaptive Human-Machine Interfaces

Angela Carrera-Rivera*
aicarrera@mondragon.edu
Mondragon Unibertsitatea
Mondragon, Basque Country, Spain

Felix Larrinaga
flarrinaga@mondragon.edu
Mondragon Unibertsitatea
Mondragon, Basque Country, Spain

Daniel Reguera-Bakhache
dreguera@mondragon.edu
Mondragon Unibertsitatea
Mondragon, Basque Country, Spain

Ganix Lasa
glasa@mondragon.edu
Mondragon Unibertsitatea
Mondragon, Basque Country, Spain

ABSTRACT

Human-machine interfaces (HMI) facilitate communication between humans and machines, and their importance has increased in modern technology. However, traditional HMIs are often static and do not adapt to individual user preferences or behavior. Adaptive User Interfaces (AUIs) have become increasingly important in providing personalized user experiences. Machine learning techniques have gained traction in User Experience (UX) research to provide smart adaptations that can reduce user cognitive load. This paper presents an ongoing exploration of a method for generating adaptive user interfaces by analyzing user interactions and contextual data. It also provides an illustrative example using Markov chains to predict the next step for users interacting with an app for an industrial mixing machine. Furthermore, the paper conducts an offline evaluation of the approach, focusing on the precision of the recommendations. The study emphasizes the importance of incorporating user interactions and contextual data into the design of adaptive HMIs, while acknowledging the existing challenges and potential benefits.

KEYWORDS

HMI, Adaptive user interfaces, recommendation systems

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Exploring Augmented Reality in Multiplayer Game Design to Promote Empathy and Prosocial Behavior

Lisette López-Faican

Sistemas Informáticos y
Computación

Universitat Politècnica de València
Valencia Spain

lislofai@upv.es

Javier Jaen

Instituto Mixto de Tecnología
Informática

Universitat Politècnica de València
Valencia Spain

fjaen@upv.es

Jorge Montaner

Sistemas Informáticos y
Computación

Universitat Politècnica de València
Valencia Spain

jormonm5@inf.upv.es

ABSTRACT

Empathy, a fundamental human characteristic that influences both prosocial and antisocial behavior, has gained popularity in recent educational programs. This article proposes the design of a multiplayer cyber-physical gaming environment with Augmented Reality for the execution of group activities following a circular empathy model. This model is transformed into a gamified framework of tasks and steps with main emphasis on the execution of scenarios that generate affective, cognitive, reflective and social experiences to promote empathy and prosocial behavior. Our proposal was evaluated by a group of 34 high school students and the results revealed increased empathy and prosocial behavior in the participants. The preliminary results are promising and are a motive for the future construction of gamified environments to promote empathy in terms of prosocial behavior in children and teenagers.

CCS CONCEPTS

- Human-centered computing → Human computer interaction (HCI) → Interaction paradigms → Mixed augmented reality
- Human-centered computing → Human computer interaction (HCI) → Interaction paradigms → Collaborative interaction

KEYWORDS

Augmented reality, Geolocation, Multiplayer, Game, Empathy, P

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

The 4Cs for Young Children's Technology: Create, Connect, Communicate, and Control

The 4C's for Children's Technology

Juan Pablo Hourcade
Department of Computer Science
The University of Iowa
Iowa City, Iowa USA
juanpablo-hourcade@uiowa.edu

Flannery Currin
Department of Computer Science
The University of Iowa
Iowa City, Iowa USA
flannery-currin@uiowa.edu

ABSTRACT

The phenomena surrounding computers has, during the past 10-15 years, broadened to become a non-trivial component of young children's lives. This broadening is happening at a time when many technologies include dark patterns that induce compulsive use, disregard privacy, and lead to passive, isolating experiences. As a counter to these developments, we build on the 3Cs approach to young children's technologies (create, connect, and communicate), and propose a 4th C: control. We call for technologies that give children and caregivers control over their activities, time, data, and decision-making. In this paper, we provide a historical and child development perspective to motivate our approach, present its characteristics, illustrate it with examples, and discuss challenges and opportunities.

CCS CONCEPTS

•Human-centered computing~Human computer interaction (HCI)
•Social and professional topics~User characteristics~Age~Children

KEYWORDS

Young children, preschool children, create, communicate, connect, control, dark patterns.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Simulador obstétrico de realidad virtual con dos puntos de contacto basado en retorno háptico vibrotáctil

Fernando Luján Millán
Instituto de Investigación en
Informática de Albacete (I3A)
Univ. de Castilla-La Mancha
4ferluj@gmail.com

Pascual González López
Instituto de Investigación en
Informática de Albacete (I3A)
Univ. de Castilla-La Mancha
pascual.gonzalez@uclm.es

Ana Belén García Bravo
Servicio de Salud de Castilla-La
Mancha (SESCAM)
Albacete
abgarciab@sescam.jccm.es

Jonatan Martínez Muñoz
Instituto de Investigación en
Informática de Albacete (I3A)
Univ. de Castilla-La Mancha
jonatan.m@gmail.com

Arturo S. García Jiménez
Instituto de Investigación en
Informática de Albacete (I3A)
Univ. de Castilla-La Mancha
arturosimon.garcia@uclm.es

José Pascual Molina Massó
Instituto de Investigación en
Informática de Albacete (I3A)
Univ. de Castilla-La Mancha
josepascual.molina@uclm.es

RESUMEN

En este trabajo se describe el desarrollo, guiado por un proceso exploratorio, de un simulador obstétrico de realidad virtual basado en el toolkit VITAKI y un dispositivo Leap Motion para proporcionar, respectivamente, retorno háptico vibrotáctil y seguimiento a dos dedos, los que las matronas usan para valorar el cuello uterino y el feto en los momentos previos al parto. Con las iteraciones exploratorias de este proceso, o versiones alfa, se comprueba que los distintos grados de consistencia del cuello pueden ser asociados a diferentes valores de velocidad de vibración de los motores, que la dilatación del cuello se puede valorar usando dos dedos y también vibración, y que incluso es posible localizar y distinguir con vibración formas tan pequeñas como son las de las fontanelas frontal (rombo) y posterior (triángulo) del feto. En este último caso, sin embargo, las pruebas ponen de manifiesto la necesidad de contar con una superficie de apoyo para reconocer figuras tan pequeñas, algo que haga oposición o fuerza. Aún y todo, frente a trabajos anteriores, el simulador destaca por añadir un punto más de contacto, y da pie a un posible nuevo desarrollo del simulador que combine un dispositivo de retorno de fuerza con el retorno vibrotáctil.

CCS CONCEPTS

- Human-centered computing

KEYWORDS

Realidad virtual, tacto, háptico, vibración, simulador, obstetricia, exploración, palpación

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

WOODSTOCK '18, June, 2018, El Paso, Texas USA

© 2018 Copyright held by the owner/author(s). 978-1-4503-0000-0/18/06...\$15.00

<https://doi.org/10.1145/1234567890>

ACM Reference format:

F. Luján et al. 2023. Simulador obstétrico de realidad virtual con dos puntos de contacto basado en retorno háptico vibrotáctil. In *Proceedings of Interacción 2023: Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (Interacción '23)*. Lleida, Spain, 8 pages. <https://doi.org/10.1145/xxxxxxx>

1 Introducción

Una de las técnicas que las matronas utilizan en su profesión es el examen digital vaginal, el cual sirve para determinar en qué estado previo al parto está la mujer y, más importante aún, permite saber cómo se presenta el feto y con ello conocer si el parto puede ser eutócico (no necesitará instrumentación) o, por el contrario, hay que realizar un parto instrumental o incluso concluir con una cesárea. En caso de ser instrumental, una buena exploración resulta de máxima importancia para no hacer daño al feto con los instrumentos que se usan.

La enseñanza y aprendizaje de esta técnica se basa, por una parte, en el conocimiento teórico de la anatomía de la mujer y el feto y, por otra parte, en la práctica con simuladores obstétricos de silicona y la práctica real con embarazadas. Los modelos de silicona, aún los más sencillos, tienen un coste elevado, y sólo proporcionan un número discreto de casos que practicar. Por ejemplo, el simulador obstétrico que se muestra en la Figura 1 consta de una caja en cuya parte trasera se insertan diferentes piezas que representan casos concretos, y por la parte delantera permite introducir los dedos para realizar el examen del caso simulado [1]. En la figura se puede observar que, entre las piezas intercambiables, este simulador incluye cabeza y genitales del feto, y cuatro cuellos de útero (cervix) en distintos estados.

Frente a los simuladores físicos de silicona, las soluciones de Realidad Virtual (RV) basadas en dispositivos de realimentación táctil y cinestésica (dispositivos hápticos) pueden ofrecer muchas más ventajas, como es la posibilidad de recrear un número ilimitado de casos, realizar un seguimiento personalizado de la

estudiante, realizar exámenes bajo la supervisión de una docente o facilitar la autoevaluación, entre otras. En este sentido, desde el grupo de investigación LoUISE se llevan desarrollando desde hace tiempo diferentes simuladores obstétricos de RV con el doble objetivo de, por un lado, facilitar el aprendizaje de esta técnica a las futuras matronas en un entorno simulado y controlado y, por otro, contribuir con ello a reducir la necesidad de prácticas reales con embarazadas.



Figura 1: Simulador obstétrico de silicona [1]

Así, en trabajos anteriores [16] [17] se ha mostrado un simulador obstétrico basado en el dispositivo Sensable Phantom (ahora comercializado por la empresa 3DSystems [2]), y otro basado en el dispositivo Novint Falcon [9] con efector personalizado. La Figura 2 muestra estos dispositivos utilizados.



Figura 2: Dispositivos Phantom (izq.) y Falcon (dcha.)

Para el desarrollo de ambos simuladores se contó con la ayuda y supervisión de una matrona que, como experta en el campo, validaba los pasos que se iban dando. De los dos simuladores, el basado en el dispositivo Falcon llegó a probarse con otras matronas, además de la anterior experta, pudiendo así recabar las opiniones de más profesionales. En general, las impresiones fueron buenas, pero una crítica común fue que se echaba en falta poder examinar con dos dedos, ya que es la práctica más habitual en esta técnica, cuando los dos dispositivos (Phantom y Falcon) sólo proporcionan estímulo háptico a un único dedo, el que se inserta en el dedal.

Con el fin de proporcionar esa funcionalidad ausente pero demandada, se plantearon dos principales soluciones. Una de ellas consistiría en hacer uso de una pareja de dispositivos hápticos iguales, cada uno de ellos proporcionando retroalimentación a un dedo, por ejemplo dos Falcon. La otra solución pasaba por combinar también dos tecnologías hápticas, pero esta vez distintas: un dispositivo como el Falcon proporcionaría

realimentación de fuerza a un dedo, mientras que el otro recibiría un estímulo táctil de un dispositivo vibrador.

En el presente trabajo se explora la contribución que un dispositivo vibrador puede tener al simulador obstétrico. Sin embargo, antes de combinarlo con otro dispositivo de realimentación de fuerzas, lo que aquí se plantea es investigar hasta dónde se puede llegar con la tecnología de vibración en este campo, planteando un nuevo simulador basado únicamente en esta tecnología háptica.

2 Trabajos relacionados

La exploración por tacto (palpación) es una herramienta muy usada por los profesionales sanitarios (tanto de enfermería como de medicina) que consiste en presionar con los dedos un área de interés para localizar y/o analizar algo bajo la piel del paciente, o para sentir la presencia o ausencia de características o alteraciones anatómicas y/o fisiológicas. Existen diferentes técnicas de palpación, que pueden ser usadas para diagnóstico del paciente o para guiar otra operación, y pueden requerir un único dedo (single finger) o varios (multi-finger).

Muchos de los simuladores virtuales de tacto y palpación que pueden encontrarse en la literatura hacen uso de los más tradicionales dispositivos hápticos basados en motores eléctricos, como la familia de dispositivos Phantom. [6] [19] y [21] recopilan en sus respectivas revisiones muchos de estos simuladores hápticos en el campo de la medicina. Aquí se repasarán aquellos más relacionados con la técnica de examen digital vaginal que es objeto de este proyecto de investigación.

Así, [5] presenta un simulador de Realidad Virtual dirigido al entrenamiento en diagnóstico de cáncer de próstata. El prototipo está compuesto por una interfaz háptica Phantom que proporciona realimentación al dedo del usuario, una estructura que restringe los movimientos y una estación de trabajo SGI para renderizar la anatomía del paciente. En el campo de la medicina veterinaria, el simulador HOPS (Horse Ovary Palpation Simulator) [7] permite palpar virtualmente los ovarios de una yegua usando también un dispositivo Phantom. El mismo grupo de investigación desarrolló un simulador para la exploración rectal en vacas, usando un Phantom Premium 1.5 dentro de un modelo de fibra de vidrio de una vaca [4] [24]. En ginecología y obstetricia, los simuladores más relacionados con nuestro trabajo son SIMone [15] y SITEG [14]. El primero es un simulador háptico que recrea situaciones complicadas de parto donde pueda ser requerida la utilización de instrumental, como el fórceps, instrumento con el que se apresa a la cabeza del feto y se tira de él para ayudar a la salida del feto. El segundo permite simular el examen ginecológico en sus dos fases, una visual en la que se usa un espéculo para observar el color y la textura en vagina y cérvix, y otra en la que se usa el tacto de un dedo como instrumento para examinar y buscar consistencias que delaten la presencia de patologías. Para esto último, recurren al más pequeño de la familia Phantom, el Omni.

La exploración con varios dedos manipulando simultáneamente es todo un reto a la hora de implementarlo en un simulador médico, por lo que es usualmente ignorado y, cuando se

incluye, se hace simplificando enormemente la manipulación [6]. Sin embargo, también hay ejemplos de ello. Así, en [3] se presenta un simulador para la exploración mamaria usando tres dedos, oponiendo una mano robótica al usuario. Otro ejemplo es el proyecto Virtual Haptic Back (VHB), dirigido a crear un sistema de entrenamiento de palpación para estudiantes de medicina osteopática y fisioterapia, que utilizaba dos PHANTOM Premium 3.0 [10]. En [18] también se emplean dos dispositivos hápticos a la vez para poder entrenar la técnica de palpación del abdomen de un gato.

Finalmente, en cuanto a retorno vibrotáctil, en [13] ya demostramos que era posible reconocer formas geométricas 3D con un guante dotado de varios actuadores vibrotáctiles, la misma tecnología que se usa en el presente trabajo llevada al campo de aplicación que se detalla a continuación.

3 Palpación del cérvix y las fontanelas en la exploración obstétrica

La complejidad del parto del ser humano [8] tiene una connotación evolutiva, ya que el canal óseo fue modificado por la bipedestación, dejando atrás el canal del parto del mamífero cuadrúpedo, haciendo el canal del parto del mamífero bípedo más irregular y angosto. El feto no atraviesa los tres estrechos de la pelvis obstétrica de una forma sencilla, es más, su paso por el canal óseo es una inteligente carrera de obstáculos. El feto debe buscar con sus movimientos la forma de oponer el menor diámetro que pueda presentar con su flexión, al mayor de la pelvis materna en cada uno de los estrechos.

La acomodación es el proceso por el cual la cabeza fetal se adapta para ingresar en la cavidad pélvica de la madre. Este proceso está condicionado tanto por el diámetro de la pelvis materna como el diámetro de la presentación. Este último varía según la posición de la cabeza relativa a la pelvis de la madre. Cuando el feto tiene la cabeza bien flexionada, mentón en pecho, el diámetro que presenta de adaptación a la pelvis es el menor, el llamado diámetro suboccipitobregmático, que rodea la coronilla pasando por la fontanela mayor o bregmática, y mide 9,5 cm. Pero otras posiciones del feto pueden complicar el parto, como es el caso de presentar el mayor diámetro que es el occipitomentoniano, que pasa por la coronilla y el mentón, y mide 13,5 cm.

En su avance por el canal del parto el feto va descendiendo, empezando en el estado SES (Sobre Estrecho Superior) y siguiendo por los llamados cuatro planos de Hodge. Aun ofreciendo el menor diámetro, resulta imposible para el feto descender si el cuello uterino no se ensancha lo suficiente. El cuello uterino o cérvix es la porción fibromuscular inferior del útero que se proyecta dentro de la vagina, formando el canal endocervical que une el orificio cervical externo con la cavidad uterina. Aunque, por lo general, el cuello mide de 3 a 4 cm de longitud y unos 2,5 cm de diámetro, durante el proceso del parto se irá borrando (esto es, acortando su longitud) y dilatando (aumentando su diámetro). Además, irá cambiando su consistencia de dura a blanda, y también su posición, desde la

parte posterior de la vagina hacia la anterior, esto es, encarando el cuello hacia la salida.

Dilatación, borramiento, consistencia, posición y plano son los cinco signos de progreso del parto que las matronas valoran, puntúan y suman en el partograma para obtener lo que se conoce como índice de Bishop (Figura 3). Y la herramienta que utilizan para realizar esta valoración son sus dedos, introduciendo normalmente dos en la vagina de la embarazada. Por ejemplo, según la profundidad pueden averiguar el plano, con las yemas de los dedos tocan y valoran la consistencia del cérvix, y con uno o dos dedos estiman su dilatación. Así, si en el cuello pueden introducir dos dedos la dilatación es de unos 3 cm, pero con los dedos índice y corazón totalmente separados (movimiento de abducción) sería de unos 10 cm.

PUNTUACIÓN	0	1	2	3
Dilatación	0	1-2	3-4	5-6
Borramiento	30%	50%	70%	80%
Consistencia	DÚR	ME	BL	--
Posición	Post.	Me.	Cent.	--
Plano	SES	I	II	III

Índice de BISHOP:
 Dilatación:
 Monitorización: Interna
 Observaciones:

Figura 3: Cálculo del índice de Bishop en un partograma

A través de esa misma herramienta, el tacto en sus dedos, las matronas también valoran la presentación del feto en el momento que pueden tocarlo a través del canal endocervical. En particular, palpando con los dedos buscan referencias anatómicas en el feto que les den pistas o certezas sobre su presentación. Unas de las más importantes son las fontanelas. Así, entre los huesos del cráneo del feto, aún no soldados entre sí para permitir su adaptación al canal de parto, existen unos surcos o suturas de consistencia más blanda, que confluyen en unos espacios membranosos de mayor tamaño que son las fontanelas:

- Entre los huesos frontales y los parietales, en la parte anterior, donde confluyen el recorrido de las suturas coronaria y sagital, se dibuja una fontanela en forma de rombo que se denomina frontal, bregmática o bregma.
- Entre los huesos parietales y el occipital en la parte posterior, donde confluyen las suturas sagital y lambdaidea, se dibuja una fontanela en forma de triángulo que se denomina posterior, lambdaidea o lambda.



Figura 4: Palpando las fontanelas

A partir de una dilatación de 3 cm. ya sería posible palpar la bóveda craneal. La Figura 4 ilustra cómo la matrona, a través de la técnica de examen digital vaginal, trata de localizar las fontanelas. Por ejemplo, si el feto opone su diámetro suboccipitobremático, antes mencionado, la matrona debería encontrar en su exploración la fontanela menor (posterior, triangular). En cambio, si el feto presentara el occipitomentoniano, también mencionado, entonces la matrona sólo palparía de las fontanelas la mayor (anterior, romboidal), lo que ya le indicaría una presentación complicada, y que confirmaría al poder tocar, además, la cara del feto.

4 Hardware y software

Para la realización de este simulador nos basamos en nuestra solución vibrotáctil VITAKI, acompañado de un dispositivo Leap Motion y realizando la integración y programación en Unity [23]. Esta solución, a priori, conlleva una serie de consideraciones:

- Realimentación háptica: el retorno de fuerza que proporcionaban los dispositivos Phantom y Falcon en anteriores trabajos son aquí sustituidos por estímulos vibrotáctiles. Desarrollar un nuevo simulador obstétrico con esta restricción representa un gran reto, obligando a poner todo el ingenio en su diseño, y haciendo necesario realizar pruebas que validen qué se puede simular y hasta qué punto. Por ejemplo, los motores vibradores tienen la ventaja de que pueden ubicarse en cualquier parte de la mano, pero debe determinarse cuál es la mejor posición para los estímulos que se desean simular y la forma de fijarla a esa ubicación.
- Seguimiento de la posición y orientación de los dedos (hand/finger tracking): el dispositivo Leap Motion será el encargado de localizar y seguir la mano del usuario en el espacio real para así trasladar sus movimientos a la simulación virtual. Más que la mano, lo que nos interesa es conocer la posición de los dedos índice y corazón, que son los que las matronas introducen al examinar, pero eso no debería ser problema ya que Leap Motion no sólo sigue la mano como conjunto sino también cada uno de los dedos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que Leap Motion realiza el seguimiento desde un punto de vista fijo, por lo que habrá que ubicarlo bien, y aún podría pasar que al rotar la mano durante una exploración el dispositivo pierda de vista los dedos que estaba siguiendo. Además, el seguimiento podría verse menoscabado en el caso de introducir otros objetos en el espacio de captura de las manos, pues Leap Motion es un dispositivo basado en visión por computador sensible precisamente a la imagen que captan sus cámaras. Todo ello, al igual que sucede con VITAKI, obliga a realizar pruebas que determinen los límites de la solución.

4.1 VITAKI

VITAKI es un toolkit desarrollado por Jonatan Martínez en su tesis doctoral [12] que facilita la introducción de realimentación háptica vibrotáctil en cualquier proyecto a través de unos pequeños motores vibradores, gracias a su versatilidad a la hora de adaptarlo a las necesidades de cada proyecto y a su facilidad

para programar (en C) con él. VITAKI está basado en Arduino y Bluetooth y, además de la propia placa Arduino y el módulo de conexión Bluetooth, cuenta un interruptor para encenderlo, dos LED que indican su estado -uno rojo y otro amarillo-, un puerto USB que permite la carga del dispositivo y, finalmente, puertos para conectar hasta nueve motores vibradores según las necesidades del proyecto (Figura 5).



Figura 5: Unidad de control VITAKI y un actuador

El funcionamiento de VITAKI es sencillo, una vez establecida la conexión la comunicación se envían los datos de vibración de forma continua, y si en algún momento dejan de enviarse (tras cierto periodo de tiempo) entonces se paran todos los motores. Esto se hace así pues, por un lado, el envío de datos de forma continua minimiza la latencia (los motores tardan un tiempo, aunque corto, en arrancar) y, por otro, se evita que los vibradores sigan actuando indefinidamente ante una pérdida de comunicación.

Para poder comunicarnos con VITAKI desde el simulador, se crea un script llamado “VitakiController”. Este hace uso de la clase “SerialPort” de Unity, la cual proporciona un marco de trabajo para la E/S sincrónica y orientada a eventos, el acceso a los estados de punto de conexión e interrupción y el acceso a las propiedades del controlador serie. Para crear el objeto tipo SerialPort es necesario introducir una variable tipo String con el nombre del puerto al que el VITAKI está conectado. Una vez conectado, la comunicación se realiza escribiendo en un búfer de 32 bytes los valores de velocidad correspondientes a cada motor, aunque solo se usan 18 de esos bytes, 2 bytes por cada uno de los 9 motores que soporta VITAKI. El script se completa con funciones para asignar valores de velocidad concretos a cada motor, que para este simulador se corresponderán con dedos concretos, así como para leer el estado de VITAKI. La función que se encarga de enviar de forma continua los datos a los motores para que no se paren es llamada desde la función Update, una función que en Unity se ejecuta una vez por frame.

4.2 Leap Motion

Leap Motion [22] es un sistema de seguimiento óptico basado en visión estereoscópica que consta de tres emisores de luz infrarroja y dos cámaras infrarrojas. Así, el dispositivo Leap Motion capta dos imágenes (una por cámara) y el driver se encarga de averiguar la posición de los dedos gracias a las pequeñas diferencias que existen entre las dos imágenes. El controlador del Leap Motion, a

través de su API, entrega entonces las posiciones en el espacio cartesiano de las puntas de los dedos. Estas posiciones son relativas al punto central del dispositivo, que se corresponde con la posición del emisor infrarrojos del medio.

El rango de trabajo de captura del dispositivo Leap Motion es aproximadamente de 80 cm, limitado por el tiempo que tarda la luz infrarroja en propagarse a través del espacio, reflejarse en la mano y ser captada por las cámaras. La apertura del campo de visión es de 150° a lo ancho del dispositivo, y de 120° en profundidad (Figura 6). Todo ello nos proporciona un espacio de trabajo suficiente para nuestro simulador obstétrico.

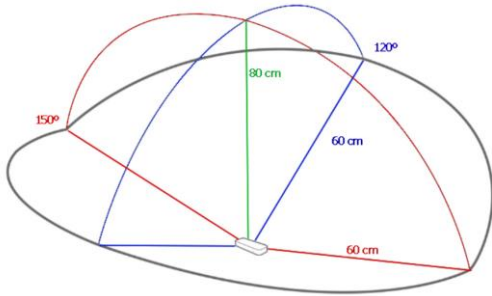


Figura 6: Campo de visión y alcance de Leap Motion

Además de por sus características físicas, Leap Motion ofrece también soporte para su desarrollo con Unity, lo que nos facilita su encaje en desarrollo del simulador. Así, proporciona objetos (“Game Objects” en Unity) como el Hand Model Manager, que es un hermano de la cámara principal y es el objeto padre de todos sus tipos de modelos de mano, como Capsule Hands y Rigged Hands que se pueden ver en la Figura 7. Para este simulador se ha optado por el modelo Rigged Hands pues, aunque el aspecto no debería importar ya que el examen digital vaginal se realiza a ciegas guiado únicamente por el tacto de los dedos, una de las ventajas del simulador virtual es la posibilidad de validar en pantalla dónde están los dedos y qué están tocando, y en este sentido el modelo Rigged Hands resulta más realista.

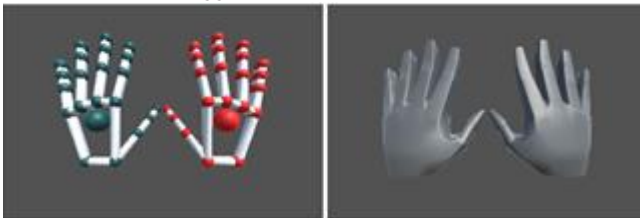


Figura 7: Izquierda: Capsule Hands; Derecha: Rigged Hands

Igualmente, aprovechando las facilidades de simulación física de Unity, y en particular la detección de colisiones entre objetos, al modelo Rigged Hands podemos añadirle componentes específicos para detectar cuándo las puntas de los dedos del usuario tocan otros objetos. La Figura 8 muestra, en la punta del dedo índice del modelo de la mano, la geometría con forma de cápsula del componente añadido para ese fin (Capsule Collider).

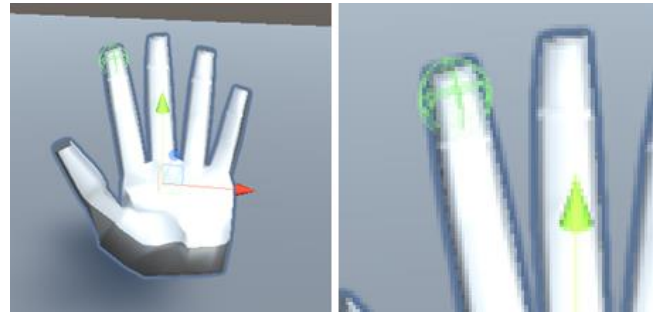


Figura 8: Capsule Collider en el modelo Rigged Hands

5 Metodología: The Inventor lifecycle

Para este trabajo se ha seguido la metodología “The Inventor lifecycle” (Ciclo de vida del Inventor [20]). El proceso de esta consta de dos principales bucles, uno para las versiones alfa y otro para las beta. En las iteraciones alfa no se sabe qué características va a tener nuestro sistema exactamente, por lo que se permite cambiarlas según se avance en el proceso exploratorio del problema y su solución. En cuanto se acerca el plazo se congela tanto el diseño como las características del producto, y se entra en el bucle de las versiones beta donde se focaliza sobre todo en pruebas y depuración del programa hasta la versión final.

Esta metodología o ciclo de vida, por tanto, se adapta muy bien al problema que aquí se aborda, explorando los límites de la tecnología y comprobando que sea viable para nuestro objetivo.

6 Versiones alfa

En este apartado se describen algunas de las principales versiones alfa que se han creado para el desarrollo del simulador. Cada alfa partía de un objetivo asociado a uno o varios requisitos y, cuando se terminaba la iteración, se pasaba a su evaluación para afrontar la siguiente alfa. Al ser un proceso de exploración los requisitos están abiertos a ser cambiados, eliminados o incluso a crear nuevos requisitos. Al final de estas iteraciones se compilan requisitos resultantes y se pasa a la creación de las versiones beta.

6.1 Integración de VITAKI y Leap Motion en el simulador

Una de las primeras cuestiones a resolver era cuántos motores vibradores ubicar en los dedos cómo fijarlos a los mismo. Empezando por esto último, se probaron dos posibles soluciones:

- Sujeción con Velcro: el actuador se sitúa en la yema del dedo y se sujeta rodeando al dedo con una tira de Velcro. Resulta cómodo para realizar pruebas con diferentes usuarios en el mismo periodo de tiempo, puesto que es fácil tanto quitárselos como ponérselos. Sin embargo, tiene algunos inconvenientes: por un lado, impide juntar completamente el dedo índice con el dedo corazón, que se ha visto que las matronas usan como medida para valorar una dilatación de 3 cm, lo mínimo serían unos 4 cm; por otra parte, el cable que

conecta el motor con el controlador VITAKI confunde al Leap Motion en su tarea de detectar los dedos de la mano.

- Guante de látex: los actuadores se colocan en los dedos índice y corazón de un guante, y se introduce la mano cuidando que el actuador quede sobre la yema del dedo. Esto soluciona las interferencias con el seguimiento de dedos de Leap Motion. Además, las matronas realizan el examen con guantes, por lo que se añade realismo a la simulación. Por el contrario, debe llevarse cuidado al quitar y poner el guante para no tirar en exceso de los cables, pues podrían romperse.

Sobre la otra cuestión -número y ubicación de los vibradores por dedo-, se probó en un principio a poner dos vibradores en cada punta de los dedos, uno sobre la yema y otro en el lateral, asumiendo que el de la yema sería útil para valorar consistencia o localizar fontanelas y el del lateral para estimar la dilatación. En las pruebas realizadas se encontró que el estímulo del actuador colocado en la yema eclipsaba completamente al otro. Incluso enviando estímulos leves a la yema y fuertes al lateral el individuo pensaba que el actuador que vibraba era el de la yema. Se decidió pues dejar un único vibrador por dedo, sobre la yema de ambos.

Con el realismo que aporta el guante de látex, se piensa si es posible también imitar a los modelos de silicona proporcionando un frontal por el que introducir los dedos, lo que además de dar un punto de apoyo también limitaría el movimiento de la mano del usuario que, de otra forma, queda libre en el espacio. La cuestión, en este caso, es si algo así puede integrarse también con Leap Motion, Con cartón se construye un sencillo frontal que sirve de apoyo y, al tiempo, acoge también el dispositivo Leap Motion (Figura 9, izquierda y centro). Sin embargo, en distintas pruebas se comprueba que interfiere también con el seguimiento de Leap Motion, y por ello acaba desechándose la idea. En su lugar, se opta por crear un frontal virtual que, imitando de nuevo al modelo de silicona, guía con vibración al usuario a través del agujero por donde debe introducir los dedos (Figura 9, derecha).

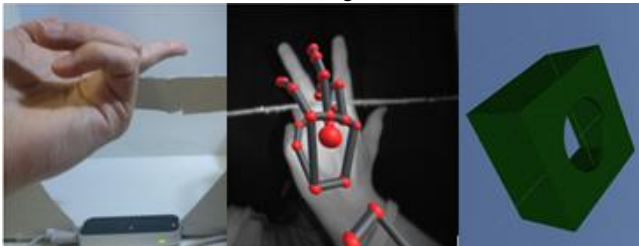


Figura 9: Frontal construido con cartón (izquierda y centro) y frontal virtual (derecha)

6.2 Simulación de la consistencia con vibración

Uno de los mayores retos de este trabajo es simular el retorno táctil que proporcionan los diferentes tejidos que se palpan en una exploración obstétrica con otro estímulo totalmente distinto, como es la vibración. Ese retorno táctil es importante, como se ha explicado, para valorar la consistencia del cérvix, o distinguir entre los huesos del cráneo y las suturas y fontanelas. Por ello, en esta iteración alfa se busca aclarar cuál si hay alguna relación entre dureza y vibración, y cuál es.

Para ello, se preparó un entorno de prueba que consistía en seis cubos virtuales, a cada uno de los cuales se le asociaba un valor de velocidad del vibrador (Figura 10). A los participantes de esta prueba se les colocó un vibrador en el dedo, y gracias al seguimiento de Leap Motion, cada vez que acercaban ese dedo a uno de los cubos virtuales de forma que el usuario, vibraba el actuador del dedo. Se prepararon dos grupos de cubos, uno con valores de velocidad más bajos, de 6 a 15, y otro con valores hasta 30. Cada cubo tenía un valor distinto excepto dos que tenían el mismo. En la prueba participaron cinco personas diferentes, 3 hombres y 2 mujeres, con edades entre 20 y 60 años, ninguna familiarizada con estas tecnologías, y sólo una de ellas matrona.

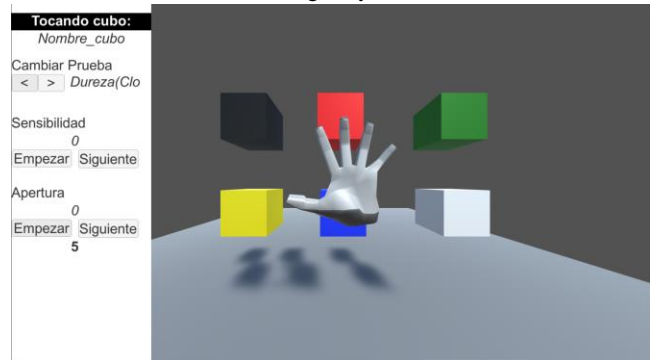


Figura 10: Prueba de simulación de dureza con vibración

A los participantes de esta prueba se les pidió que indicaran cuál de los cubos le parecía más duro, el más blando y, si era posible, ordenarlos por dureza. Todos los participantes asociaron los estímulos flojos a objetos blandos y los fuertes a objetos duros. Al ordenar los cubos todos lo hicieron de la misma manera, aunque solo uno de ellos se dio cuenta de que dos vibraban con la misma intensidad. Tres de ellos comentaron que le resultaban molestos los valores de velocidad altos (por encima de 20).

Siguiendo con esta cuestión, la siguiente prueba trataba de determinar cuál era la diferencia mínima entre valores de velocidad distintos que el usuario podría diferenciar. Con el vibrador colocado en el dedo del participante, se le enviaba dos impulsos de 3 segundos cada uno, sumando un estímulo total de 6 segundos. Los estímulos podían ser iguales o tener la mínima diferencia que nos permite VITAKI, y se repetía 9 veces. Los participantes fueron los mismos que en la prueba anterior. Los resultados fueron que, con valores de velocidad del motor bajos, una diferencia de 1 unidad en el valor que se enviaba a los motores era suficiente para que usuario notase el cambio. Por el contrario, no lo era para valores de velocidad del motor altos. Esto último podría deberse al entumecimiento que producen esos valores en el dedo.

6.3 Determinación de la dilatación con vibración

Los simuladores basados en realimentación de fuerzas -Phantom y Falcon- tenían la limitación de ofrecer un único punto de contacto, la punta de un dedo, con el modelo virtual. Es en la valoración de la dilatación del cérvix donde más se echa en falta poder palpar

con un segundo dedo pues, aunque es posible realizar una valoración con uno solo, dos permiten estimar el diámetro directamente a partir de lo que puedan separarse entre ellos.

Con esta versión alfa se abordaron dos cuestiones. Por un lado, dado que se pretende medir un diámetro, es importante que los centímetros que se miden en la realidad se correspondan con la misma medida en el modelo virtual. Por otro lado, con el sistema calibrado, se quería comprobar si era posible estimar el diámetro de un cérvix virtual usando la vibración como retorno táctil.

La primera cuestión se solucionó usando la propia abducción de los dedos índice y corazón del usuario. Así, antes de empezar, se le pide al usuario que los abra 10 cm, Leap Motion lo captura y una función de calibración ajusta las medidas para que esa apertura se corresponda con 10 cm también en el mundo virtual.

Para la segunda, se prueba con la detección de colisiones de Unity y midiendo distancias. En este último caso un script controla la distancia entre los dedos y, si llega a cubrir el diámetro de dilatación, envía un impulso a los vibradores de los dedos. La Figura 11 muestra la interfaz de esta prueba con una dilatación de 10 cm, validada por la matrona que colabora en el proyecto.

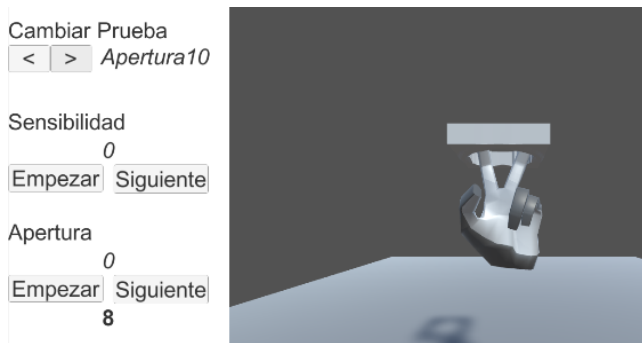


Figura 11: Prueba de valoración de la dilatación con vibración

6.4 Palpación de fontanelas con vibración

En los otros trabajos con Phantom y Falcon se demostró que era posible palpar con estos dispositivos las fontanelas y distinguir entre la frontal (rombo) y la posterior (triangular), aunque no sin problemas técnicos en la confluencia de superficies de distinta dureza. Aquí, ya se ha probado que se pueden asignar diferentes vibraciones con distintos grados de consistencia, como podría ser la diferencia entre los huesos de la bóveda craneal y fontanelas. La cuestión es si, además, es posible reconocer cada fontanela.

Podría decirse que, en base a un trabajo anterior en el que ya estudiamos el reconocimiento de figuras con vibración [13], no haría falta esta prueba, pero hay una diferencia considerable de tamaño. Contra las figuras 3D de unos 25 cm de aquel trabajo, las dimensiones de las fontanelas son mucho menores, de 1 a 3 cm.

Para esta prueba se prepara un objeto rectangular con una figura geométrica en su interior que el participante debe descubrir con el retorno vibrotáctil (Figura 12). La prueba se realizó con tres personas, entre 21 y 24 años, entre las que esta vez no estaba la matrona que colabora en este trabajo. Ya el primero de ellos no

consiguió reconocer ninguna figura antes de interrumpir la prueba por cansancio en el brazo. Ninguno consiguió adivinar la forma de las figuras ocultas. Se decidió entonces modificar la prueba, situando el Leap Motion a 15 cm de una pared, de forma que coincidiera esa pared con el objeto rectangular que contiene la figura a descubrir. La prueba pasó entonces de adivinar la forma en el aire a hacerlo sobre una superficie. Contando con los mismos tres participantes, ahora los tres acertaron las figuras tras un periodo corto de exploración. Esto está en línea con el resultado de otro trabajo [11] en el que los usuarios eran capaces de distinguir pequeñas formas geométricas 2D con retorno vibrotáctil, siguiendo su contorno sobre una mesa. A raíz de esto, se abandona la pretensión de simular una bóveda craneal realista por un modelo más simple pero posible de identificar (Figura 13).

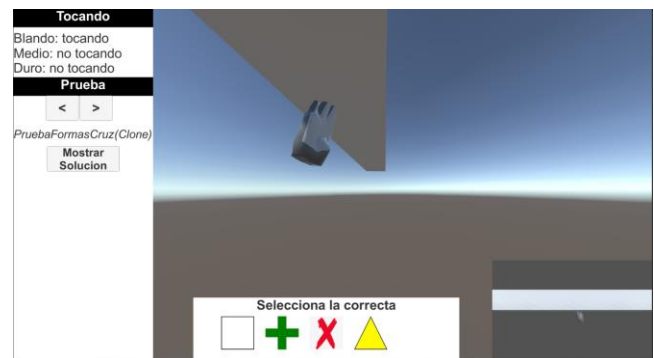


Figura 12: Prueba de reconocimiento de formas con vibración

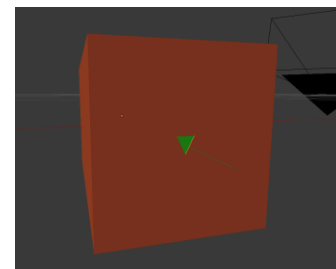


Figura 13: Modelo simple para la fontanela posterior

7 Versión beta

Basada en todas las pruebas anteriores, se construye una primera versión beta totalmente funcional (Figura 14). Esta versión incluye un menú con las opciones de crear un nuevo caso, guardarlo, calibrar el sistema o salir (Figura 15). Para la configuración del caso a simular se recurre a un formulario basado en el partograma con el que ya están familiarizadas las matronas, como el que se vio en la Figura 3. Durante la simulación, el usuario puede observar el caso a examinar desde dos puntos de vista, desde detrás de su mano (principal) y desde la cámara asociada a Leap Motion (abajo en la esquina derecha). Una vez valorado el caso, el usuario inserta entonces su respuesta.

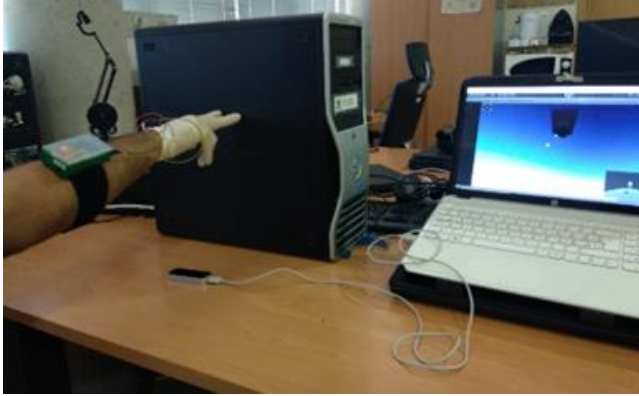


Figura 14: Usuario probando la versión beta



Figura 15: Captura de la interfaz de la versión beta

8 Conclusiones

Dirigido por un método exploratorio, en este trabajo se han buscado los límites de la tecnología de retorno háptico vibrotáctil en la construcción de un simulador obstétrico para el entrenamiento de esa técnica de examen digital vaginal. Para ello, se han creado varias versiones alfa enfocadas a tres aspectos clave: por un lado, se ha comprobado que los usuarios pueden asociar diferentes vibraciones a distintos grados de dureza, útil para simular la consistencia del cérvix o distinguir entre hueso y fontanela; por otro lado, también se ha comprobado que es posible medir un diámetro con dos dedos y vibración, necesario para valorar la dilatación; por último, resulta también posible usar vibración para reconocer formas tan pequeñas como las fontanelas. Sin embargo, en esta exploración también se han encontrado los límites, como la dificultad de reconocer esas formas sin una superficie en la que apoyarse. Es decir, ahí es donde más se echa en falta la realimentación de fuerzas de los anteriores trabajos basados en Phantom y Falcon.

Con todo, el simulador actual tiene una característica que no tenían ninguno de los dos anteriores, que es precisamente la interacción con dos puntos de contacto. Con lo aprendido, se plantea seguir trabajando en la construcción un simulador para dos dedos, combinando vibración y retorno de fuerzas o dos dispositivos de retorno de fuerzas.

AGRADECIMIENTOS

Proyectos PID2020-115220RB-C21, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033, y 2023-GRIN-34436, financiado por la UCLM, ambos financiados también por “FEDER Una manera de hacer Europa”. Los autores agradecen a la Unidad Docente de Matronas del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete su inestimable colaboración.

REFERENCIAS

- [1] 3BScientific. Set de modelo para el control fetal y el desarrollo de parto. URL: https://www.3bscientific.com/es/obstetricia.pg_895.html
- [2] 3D Systems. Dispositivos hápticos. URL: <https://es.3dsystems.com/haptics>
- [3] M. O. Alhalabi, V. Daniulaitis, H. Kawasaki and T. Hori. 2005. Medical training simulation for palpation of subsurface tumor using HIRO. Eurohaptics Conference, 2005 and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, 2005. World Haptics 2005. 623–624.
- [4] S. Baillie, A. Crossan, S. A. Brewster, S. A. May and D. J. Mellor. 2010. Evaluating an automated haptic simulator designed for veterinary students to learn bovine rectal palpation. *J. Soc. Simul. Healthcare* 5, 5, 261–266.
- [5] G. Burdea, G. Patounakis, V. Popescu and R. E. Weiss. 1999. Virtual reality-based training for the diagnosis of prostate cancer. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 46(10), 1253–1260.
- [6] T. R. Coles, N. W. John and D. Meglan. 2011. The role of haptics in medical training simulators: A survey of the state of the art”. *IEEE Trans. Haptics* 4, 1 (Jan 2011), 51–66.
- [7] A. Crossan, S. Brewster, S. Reid and D. Mellor. 2002. Multi-session VR Medical Training: The HOPS Simulator. *People and Computers XVI-Memorable Yet Invisible*. Springer, London, 213–225.
- [8] J. González Merlo. 2006. *Obstetricia*. Edit. Masson.
- [9] HapticsHouse, Novint’s Falcon Haptic Device. URL: <https://hapticshouse.com/pages/novints-falcon-haptic-device>
- [10] J. N. Howell, R. R. Conatser, R. L. Williams, J. M. Burns and D.C. Eland. 2008. Palpatory diagnosis training on the virtual haptic back: performance improvement and user evaluations. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 108(1), 29–36.
- [11] J. Martínez, A. S. García, J. P. Molina, D. Martínez and P. González. 2013. An empirical evaluation of different haptic feedback for shape and texture recognition. *The Visual Computer*, 29(2), Springer-Verlag, 111–121.
- [12] J. Martínez, A. S. García, M. Oliver, J. P. Molina, and P. González. 2014. Vitaki: a vibrotactile prototyping toolkit for virtual reality and video games. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 30(11), 855–871.
- [13] J. Martínez, A. S. García, M. Oliver, J. P. Molina and P. González. 2016. Identifying 3D Geometric Shapes with a Vibrotactile Glove. *IEEE Computer Graphics and Applications*. 36(1), 42–51.
- [14] R. M. Moraes, D. F. L. Souza, M. C. O. Valdek and L. S. Machado. 2006. A Virtual Reality Based Simulator for Gynecologic Exam Training. *Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2006*, 786–791.
- [15] T. Obst, R. Burgkart, E. Ruckhäberle and R. Riener. 2004. The delivery simulator: a new application of medical VR. *Medicine Meets Virtual Reality 12: Building a Better You: The Next Tools for Medical Education, Diagnosis, and Care*, 98, 281–287.
- [16] J. Oliver, J. Martínez, A. B. García, A. S. García, P. González and J. P. Molina. 2022. Desarrollo con la metodología TRES-D de un simulador obstétrico basado en el dispositivo háptico Phantom. En *Actas del XXII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador*, pp. 26–33.
- [17] C. Ordoño, J. P. Molina and A. B. García. 2022. Desarrollo y evaluación de un simulador de RV para la valoración obstétrica de cérvix y fontanelas. *Interacción Revista digital de AIPO*, 3(2), 137–148.
- [18] R. Parkes, N. Forrest and S. Baillie. 2009. A mixed reality simulator for feline abdominal palpation training in veterinary medicine. *Stud. Health Technol. Inform.* 142, 244–246.
- [19] M. L. Ribeiro, H. M. Lederman, S. Elias, and F. L. Nunes. 2016. Techniques and devices used in palpation simulation with haptic feedback. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 49(3), 1–28.
- [20] R. Rucker. 2003. *Software Engineering and Computer Games*. Addison-Wesley.
- [21] A. Talhan and S. Jeon. 2017. Pneumatic Actuation in Haptic-Enabled Medical Simulators: A Review. *IEEE Access*, 6, 3184–3200.
- [22] Ultraleap. Leap Motion Controller. URL: <https://www.ultraleap.com/product/leap-motion-controller/>
- [23] Unity Technologies. Unity. URL: <https://unity.com/>
- [24] Virtualis. Virtual Cow. URL: <https://www.virtualis.com/systems/haptic-cow-haptic-horse>

Interaction for People with Disability

i-Teddy. A Doll Therapy Prototype in Therapeutic Robotics

Ana-Belén Gil-González †
Dpto. de Informática y Automática
Universidad de Salamanca
Salamanca (España)
abg@usal.es

Sergio Márquez
Bisite Research Group
AIR Institute, IoT Digital
Innovation Hub
Salamanca (España)
smarquez@usal.es

Juan Manuel Corchado
Bisite Research Group,
AIR Institute, IoT Digital
Innovation Hub
Universidad de Salamanca
Salamanca (España)
corchado@usal.es

ABSTRACT

Doll therapy has been shown to have multiple benefits in people with dementia, including reducing psychological and behavioral symptoms, increasing motivation and initiative, improving communication skills and well-being, maintaining cognitive and psychomotor abilities, and promoting user autonomy and empowerment. Overall, this therapy can significantly improve the quality of life of people with dementia and help them maintain their connections with their environment.

This work describes a prototype of a therapeutic doll with sensorization elements that allows us to propose a useful, low-cost, and highly versatile tool to address different pathologies without the use of drugs to carry out programs designed by doctors, nurses, and social workers. Associated with the soft toy, a mobile application was designed so that specialists could program the doll based on the personal characteristics of the users and generate reports.

CCS CONCEPTS

•Human-centered computing (HCI) • Human computer interaction (HCI) • Interactive systems and tools

KEYWORDS

Social Assistive Robotics, Robototherapy, Doll Therapy, Affective Computing.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Explainable Facial Expression Recognition for People with Intellectual Disabilities

Silvia Ramis

Group of Computer Graphics, Computer Vision and IA
Maths and Computer Science Department
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, Spain
silvia.ramis@uib.es

Jose M. Buades-Rubio

Group of Computer Graphics, Computer Vision and IA
Maths and Computer Science Department
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, Spain
josemaria.buades@uib.es

Cristina Manresa-Yee

Group of Computer Graphics, Computer Vision and IA
Maths and Computer Science Department
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, Spain
cristina.manresa@uib.es

F. Xavier Gaya-Morey

Group of Computer Graphics, Computer Vision and IA
Maths and Computer Science Department
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, Spain
francesc-xavier.gaya@uib.es

ABSTRACT

Facial expression recognition plays an important role in human behaviour, communication, and interaction. Recent neural networks have demonstrated to perform well at its automatic recognition, with different explainability techniques available to make them more transparent. In this work, we propose a facial expression recognition study for people with intellectual disabilities that would be integrated into a social robot. We train two well-known neural networks with five databases of facial expressions and test them with two databases containing people with and without intellectual disabilities. Finally, we study in which regions the models focus to perceive a particular expression using two different explainability techniques: LIME and RISE, assessing the differences when used on images containing disabled and non-disabled people.

KEYWORDS

Facial Expression Recognition, Social Robots, Intellectual Disabilities, Explainable Artificial Intelligence, Human-Computer Interaction.

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Hearing loss and hearing aid simulations for accessible user experience

Arcadio Reyes-Lecuona
areyes@uma.es

Telecommunication Research Institute
(TELMA). Universidad de Malaga
Spain

María Cuevas-Rodríguez
mariacuevas@uma.es

Telecommunication Research Institute
(TELMA). Universidad de Malaga
Spain

Daniel González-Toledo
dgonzalez@uma.es

Telecommunication Research Institute
(TELMA). Universidad de Malaga
Spain

Luis Molina-Tanco
lmtanco@uma.es

Telecommunication Research Institute
(TELMA). Universidad de Malaga
Spain

David Poirier-Quinot
davipoir@dalembert.upmc.fr

Institute D'Alambert, Sorbonne
Université, Paris
France

Lorenzo Picinali
l.picinali@ic.ac.uk

Audio Experience Design (AXD).
Imperial College London
United Kingdom

ABSTRACT

This paper presents an open-source real-time hearing loss and hearing aids simulator implemented within the 3D Tune-In Toolkit C++ library. These simulators provide a valuable tool for improving auditory accessibility, promoting inclusivity and foster new research. The hearing loss simulator accurately simulates various types and levels of hearing loss, while the hearing aid simulator replicates different hearing aid technologies, allowing for the simulation of real-world hearing aid experiences. Both simulators are implemented to work in real-time, allowing for immediate feedback and adjustment during testing and development. As an open-source tool, the simulators can be customised and modified to meet specific needs, and the scientific community can collaborate and improve upon the algorithms. The technical details of the simulators and their implementation in the C++ library are presented, and the potential applications of the simulators are discussed, showing that they can be used as a valuable support software for UX designers to ensure the accessibility of their products to individuals with hearing impairment. Moreover, these simulators can be used to raise awareness about auditory accessibility issues. Overall, this paper also aims to provide some insight into the development and implementation of accessible technology for individuals with hearing impairments.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing → Accessibility systems and tools; Human computer interaction (HCI); Auditory feed-back; • Social and professional topics → People with disabilities.

KEYWORDS

• Hearing loss simulation, hearing aid, Real time audio, auditory perception, 3D audio

Knowing Users with Mild Intellectual Impairments in UX Design Processes

Barbara Corsetti
Computer Science Department
Universidad Carlos III de Madrid
Leganés, Spain
bcorsett@inf.uc3m.es

Raquel Hervás Ballesteros
Facultad de Informática and Instituto
de Tecnología del Conocimiento
Universidad Complutense de Madrid
Madrid, Spain
raquelhb@fdi.ucm.es

Lourdes Moreno Lopéz
Computer Science Department
Universidad Carlos III de Madrid
Leganés, Spain
lmoreno@inf.uc3m.es

Abstract

Living with mild intellectual disabilities leads many people to struggle against several daily difficulties. For instance, a user with mild intellectual impairments is often not able to complete basic tasks independently (e.g., moving around the city, managing the home, shopping) and, additionally, he/she always depends on another person like a caregiver or a legal guardian. Starting from these hypotheses, the motivation behind this work is to design an interactive system for supporting users with mild intellectual impairments by improving their autonomy and, consequentially, the quality of their lives. In order to understand the needs and problems of this user group, this paper presents the first stage of a UX design process based on the Double Diamond model that was carried out using the Empathy Map tool to visualize the information gathered in the interviews with 15 users with mild intellectual impairments and three of their caregivers. By applying this approach, we reach a full understanding of the users and their environment which, as conclusions of this work, allows us to set the most appropriate decisions about the future interactive system design and development. The Empathy Map tool has turned out to be a valid tool for use with the specific target of people with intellectual disabilities, however, some tool extensions could be considered to be carried out in the future.

CCS Concepts: • Human-centered computing → User studies; Accessibility; Interaction design.

Keywords: Intellectual Impairments, UX, Design, Double Diamond, User Interview, Empathy Map

Editor's note.

This article is published in the ACM Digital Library.

Its full version can be consulted in the DOI that will be generated soon. Once the associated DOI is obtained, this version of proceedings will be updated.

Nota del editor.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library.

Su versión completa se podrá consultar en el DOI que será generado próximamente. Una vez obtenido el DOI asociado, se actualizará esta versión de actas.

Projects

StoryTeller: Interactive Narrations Generation with a Natural Language Interface

Manuel López-Amo
UpnaLab, Public University of
Navarre
Pamplona, Spain
manuel.lopezamo@unavarra.es

Sonia Elizondo*
UpnaLab, Public University of
Navarre
Pamplona, Spain
sonia.elizondo@unavarra.es

Xabier Olaz
UpnaLab, Public University of
Navarre
Pamplona, Spain
xabier.olaz@unavarra.es

Rubén Eguinoa
Acoustics Lab, Public University of
Navarre
Pamplona, Spain
ruben.eguinoa@unavarra.es

Unai J. Fernández
UpnaLab, Public University of
Navarre
Pamplona, Spain
unai.fernandez@unavarra.es

Ricardo San Martín
Acoustics Lab, Public University of
Navarre
Pamplona, Spain
ricardo.sanmartin@unavarra.es

Amalia Ortiz
UpnaLab, Public University of
Navarre
Pamplona, Spain
amalia.ortiz@unavarra.es

Asier Marzo
UpnaLab, Public University of
Navarre
Pamplona, Spain
asier.marzo@unavarra.es

ABSTRACT

Stories can now be generated with Large Language Models, such as Chat-GPT, and narrated by text-to-speech tools, such as Azure. We present StoryTeller, an automated system to generate stories based on the user choices. The user tells the system a main theme for the story; after each paragraph, the user chooses how to continue the story or finish it. A pilot user study was performed to collect objective data as well as subjective data regarding the experience using the system. As future work, background music is automatically integrated into the story based on its general mood.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Human computer interaction (HCI)**.

KEYWORDS

Storytelling, Augmented Narration, Interactive System, Automated Process

ACM Reference Format:

Manuel López-Amo, Sonia Elizondo, Xabier Olaz, Rubén Eguinoa, Unai J. Fernández, Ricardo San Martín, Amalia Ortiz, and Asier Marzo. 2023. StoryTeller: Interactive Narrations Generation with a Natural Language Interface.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from [permissions@acm.org](https://permissions.acm.org).

XXIII International Conference on HCI, September 4–6, 2023, Lleida, Spain

© 2023 Association for Computing Machinery.

ACM ISBN 978-x-xxxx-xxxx-x/YY/MM... \$15.00

<https://doi.org/XXXXXXXX.XXXXXXX>

In *Proceedings of XXIII International Conference on Human Computer Interaction (XXIII International Conference on HCI)*. ACM, New York, NY, USA, 2 pages. <https://doi.org/XXXXXXXX.XXXXXXX>

1 INTRODUCTION

Storytelling is an ancient tradition that has evolved through time: from oral transmission of stories, to modern written novels. Nowadays, stories can be generated and narrated by computer systems. To create an engaging experience, storytellers imitate the voices of characters or produce various sound effects. In digital storytelling, a computer that aims at delivering a similar experience [3]. A research line to enhance the experience is to include sound effects and background music [2].

Here, we explore the automated process of generating stories and augmenting them with background music. The user can engage in an interactive experience to listen to the story that they want.

2 USER STUDY: STORY GENERATION

This study aims at obtaining feedback about the automated process of generating stories based on users' instructions. The system is based on natural language interaction. The system first asks the user for a theme and then generates a paragraph based on that theme. This story is created using GTP3 davinci-003 generative language model. After each paragraph, the story pauses and the system asks the user whether they wish to continue the story, create a new one or finish it. If the user selects to continue, they can specify how to continue the plot. The Azure platform is used for the text-to-speech task of converting the text into narration, and for the speech-to-text task of translating the user's input into text.

11 users (5 women and 6 men) took part in the study, aged 21 to 47 years old (avg=27.8, SD=7.3). The user study procedure is as follows: in a quiet room, the user sits in front of a desk with a laptop, headphones and a microphone. The user is informed about

what they have to do, emphasising that they may generate as many stories as they please, as well as to make them as short or long as they want to. The minimum time is 7 minutes and the maximum 20. The user can ask further questions about the study. Then, the user signs a written consent. Before starting, the user is encouraged to think about a starting theme for the story. The user generates stories and continuations as they want. The system logs data about how the user interacts with it. Once they finish, the user answers a subjective questionnaire about their experience.

Here is an example of a story generated following the user input. “User: I want a story about a Penguin that wanted to fly but he wasn’t able to. Once upon a time, there was a little penguin who lived in the cold Antarctic. He was a happy little penguin, but he had one big dream - to fly. He watched the birds soaring through the sky and wished he could join them. He tried to flap his wings, but nothing happened. He tried jumping off cliffs, but he just kept falling back down. One day, he decided to ask the other animals for help. He asked the seals, the whales, and even the polar bears, but none of them could help him. User: This Penguin had a friend that was an inventor and they worked together to build an artificial ship that they both could use to fly together. The inventor penguin and the little penguin worked hard for days and nights, until finally, the ship was ready. They climbed into the ship and took off, soaring through the sky. The little penguin was so excited, he couldn’t believe it was finally happening. The two friends flew around the Antarctic, taking in the sights and enjoying the freedom of the sky. They flew higher and higher, until they could see the entire continent below them. The little penguin was filled with joy and amazement.”

2.1 Results

The majority of users asked the system to create only one or two stories (Figure 1), although some users generated more than two stories (Figure 1.Left). Regarding the amount of continuations, one group kept them below three, and others asked to continue a story more than six times (Figure 1.Right). In general, the users who made various stories continued most of them once or twice, and chose the one they liked most for continuations. The users that created only one story tended to extend it with more than six continuations.

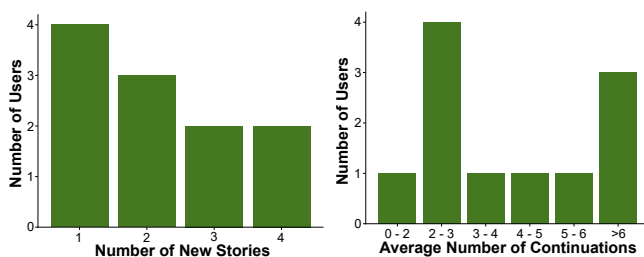


Figure 1: Objective data histograms. Left) number of created stories. Right) number of continuations.

The subjective results (Figure 2) show an overall positive experience while using the system: the appeal and creativity of the stories are satisfactory. The lowest score is for the difficulty of using the system. This might be because the natural language interactions were made in English, but it was not the mother tongue of the users.

Some users reported that the system had problems understanding their diction when they provided a theme for a story. Other users reported that they were not sure about when to speak. To eliminate these problems in future versions, we will add visual indicators, accept also written inputs, and confirm if the theme was well chosen.

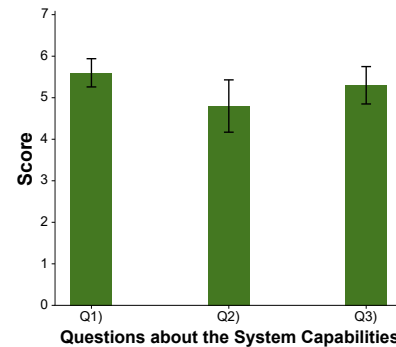


Figure 2: Results for the subjective questionnaire. Q1 - Creativity of the generated stories (1 = Very low, 7 = Very High); Q2 - Difficulty of using the App (1 = Very Difficult, 7 = Very Easy); Q3 - Appeal of the Stories continuations (1 = Not Appealing, 7 = Very Appealing). Error bars indicate standard error.

3 FUTURE STUDY: MUSIC GENERATION

A future study would aim at evaluating methods for generating background music for the stories. We implemented four techniques to either generate new music or select existing songs that would fit with the story’s general mood. After listening to each story and music, the user will give feedback about how appropriate the background music was for the story. The four methods are: a procedural combination of 5 tracks representing the basic emotions, MUBERT [1], GPT 3.5 turbo choosing existing instrumental songs, and a human manually selecting a track from a database.

ACKNOWLEDGEMENTS

Funded by EU Horizon 2020 grant agreement No 101017746 TOUCHLESS, and by the European Research Consortium under grant agreement No 101042702 Intevol-ERC2021-STG.

REFERENCES

- [1] Andrea Agostinelli, Timo I Denk, Zalán Borsos, Jesse Engel, Mauro Verzetti, Antoine Caillon, Qingqing Huang, Aren Jansen, Adam Roberts, Marco Tagliasacchi, et al. 2023. Musiclm: Generating music from text. *arXiv preprint arXiv:2301.11325* (2023).
- [2] Sophia C. Steinhäusser, Philipp Schaper, and Birgit Lugin. 2021. Comparing a Robotic Storyteller versus Audio Book with Integration of Sound Effects and Background Music. In *Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (Boulder, CO, USA) (HRI '21 Companion)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 328–333. <https://doi.org/10.1145/3434074.3447186>
- [3] Mariët Theune, Koen Meijs, Dirk Heylen, and Roeland Ordelman. 2006. Generating expressive speech for storytelling applications. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing* 14, 4 (2006), 1137–1144.

Study and Development of Child-Robot Interaction in a Preschool Classroom Context: Improvements in the Design of Robotito to Increase its Insertion and Appropriation (Research Project)

Ewelina Bakala
ebakala@fing.edu.uy
INCO, Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Leonel Gomez-Sena
CICEA, Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Gonzalo Tejera
INCO, Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Jorge Visca
INCO, Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Anaclara Gerosa
CICEA, Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

María Pascale
EUCD, Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Alejandra Carboni
CICEA, Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Juan Pablo Hourcade
University of Iowa
Iowa, USA



Figure 1: Robotito in classroom activities.

ABSTRACT

In recent years, both educators and public policy makers have increased their interest in developing computational thinking in children and adolescents. Robotito was developed to prompt its development at early age as it can be programmed using colored cards. This project aims to improve its usability and create support material for educators, to improve the insertion of Robotito in the classroom.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Interactive systems and tools**; • **Social and professional topics** → *Children*.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

Conference acronym 'XX, June 03–05, 2018, Woodstock, NY

© 2018 Association for Computing Machinery.
ACM ISBN 978-1-4503-XXXX-X/18/06...\$15.00
<https://doi.org/XXXXXXXX.XXXXXXX>

KEYWORDS

Educational robotics, young children, programming interfaces

ACM Reference Format:

Ewelina Bakala, Leonel Gomez-Sena, Gonzalo Tejera, Jorge Visca, Anaclara Gerosa, María Pascale, Alejandra Carboni, and Juan Pablo Hourcade. 2018. Study and Development of Child-Robot Interaction in a Preschool Classroom Context: Improvements in the Design of Robotito to Increase its Insertion and Appropriation (Research Project). In *Proceedings of Make sure to enter the correct conference title from your rights confirmation email (Conference acronym 'XX)*. ACM, New York, NY, USA, 2 pages. <https://doi.org/XXXXXXXX.XXXXXXX>

1 INTRODUCTION

Recent literature points to robotic platforms as suitable elements for addressing the use of educational technologies at an early age. This theoretical framework suggests that, given their tangible properties, the use of robots could help diminish the existing gap between learning through manipulating objects typical for early childhood and teaching programming as it is currently addressed in secondary education. Taking this into account, in 2018, we created Robotito, a robot whose main characteristic is to be programmable by configuring tangible objects in its environment. It uses six distance

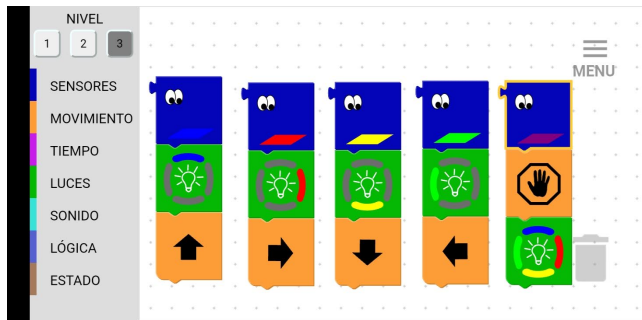


Figure 2: Android app to design robot's behaviors.

sensors and a combined sensor (color and distance sensor) to sense its environment and use movements and lights to communicate information. Robotito was used with small groups of preschoolers in controlled interventions and proved to be motivating and viable as a pedagogical tool. Despite this positive experience, the practice showed that improving child-robot interaction could improve and enhance its use, allowing greater autonomy, a necessary condition for its use in classroom contexts where the teacher-child ratio is generally 1: 20 or more.

This project aims to redesign the robot-child interaction proposed by Robotito to adjust it to the cognitive, perceptual, and motor abilities of children as well as the needs of educators. To develop the new version of the robot, both end users (children and teachers) will be involved from the beginning in the redesign process, which includes the evaluation of the current robot (usability tests, ergonomic evaluation, peer tutoring), instances of the definition of improvements (interviews, brainstorming, drawings) and commercial products evaluation (field studies, video analysis, observation sheets, usability tests). This participatory and incremental process will allow the development of a robot adjusted to the context of initial education, suitable for insertion in the classroom.

2 METHODOLOGY

To assess the skills and limitations of early childhood education children, a literature review phase is planned. Additionally, the usability of the current version of the robot will be evaluated with five children to determine the positive and negative aspects of the child-robot interaction that it proposes. With the current version of the robot, we will use the peer tutoring technique [1] to assess what children think, understand, and imagine when interacting with Robotito. Five children from the previous phase (usability evaluation) will act as tutors, while another five will act as learners.

To enrich the usability study and generate new ideas, design methods such as brainstorming, drawings, and interviews will be used, involving both children and educators. Four sessions are planned, with the research team, teachers (1-2 early childhood educators per session), and children (a minimum of 10 children between 3 and 6 years old in each session) participating. These sessions will identify children's and teachers' interests, motivations, and preferences regarding the interaction with Robotito.

Field studies will be conducted with commercial robots to identify problems in their classroom use.

Based on the collected inputs, the final version of the child-robot interface will be defined and constructed. The variables taken into account when analyzing the material will include interaction with the interface (number of errors before reaching a solution, sequence of actions, cognitive load, creativity, and playability), collaboration, satisfaction, engagement, and interaction with the environment (environmental cues used to give instructions to the robot, perceived environmental characteristics, unnoticed ones, objects used, use of maps, etc.).

The final product will be compared to the current version of the robot to conclude its usability (focusing on efficiency and ease of learning) and suitability for the context of use.

3 ADVANCES

The project started in May 2022 and will conclude in May 2024. We have already conducted the literature review, brainstorming and drawing sessions, and teacher interviews. We evaluated the usability of Robotito in its current state and conducted peer tutoring sessions to understand common errors while programming Robotito for the first time. We evaluated Robotito and four commercial robots (Matatalab Lite, Code&Go, Qobo, Ozobot) in the classroom context.

Based on the collected knowledge, we concluded that is important to give Robotito a personality and an internal reference that allows directionality to work with children (right, left, forward, and backward). We observed that two predefined behaviors (color and distance behavior [2]) limited the coding activities, and the educators could not define new behaviors that could better fit their teaching practice. To solve this issue, we developed an Android application (see Figure 2) that allows designing robot's behaviors using a simple block-based programming environment.

We are currently working on improving the robot's communication with the user, personality, and directional reference, updating its firmware, and evaluating the developed application.

We plan to develop support materials (books with challenges, user manual, and video tutorials) to facilitate the appropriation of Robotito by teachers.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Agencia Nacional de Investigación e Innovación (Uruguay), under the project FSED_2_2021_1_169697, and Comisión Académica de Posgrado (Uruguay) PhD scholarship.

REFERENCES

- [1] Johanna Höysniemi, Perttu Hämäläinen, and Laura Turkki. 2003. Using peer tutoring in evaluating the usability of a physically interactive computer game with children. *Interacting with computers* 15, 2 (2003), 203–225.
- [2] Gonzalo Tejera, Guillermo Amorin, Andrés Sere, Nicolás Capricho, Pablo Margenat, and Jorge Visca. 2019. Robotito: programming robots from preschool to undergraduate school level. In *2019 19th International Conference on Advanced Robotics (ICAR)*. IEEE, 296–301.

REHABEXO: REHABILITACIÓN de pacientes con movilidad reducida en brazos mediante EXOesqueletos activos

REHABEXO: rehabilitación con exoesqueletos

Susana Bautista Blasco[†]
Escuela Politécnica Superior
Universidad Francisco de Vitoria
Pozuelo de Alarcón, Madrid, España
susana.bautista@ufv.es

Juan Miguel García Haro
Escuela Politécnica Superior
Universidad Francisco de Vitoria
Pozuelo de Alarcón, Madrid, España
juanmiguel.garcia@ufv.es

ABSTRACT

El Proyecto REHABEXO nace de una necesidad identificada dentro del ámbito de la rehabilitación como es mejorar la calidad de las terapias de rehabilitación de pacientes con movilidad reducida en brazos, donde se usan órtesis o exoesqueletos activos. La hipótesis de partida consiste en determinar si la fabricación de un modelo de órtesis o exoesqueleto activo de bajo coste es posible gracias al análisis de los exoesqueletos actuales y la identificación de las necesidades médico-pacientes, que permiten mejorar su calidad de vida en su uso durante la rehabilitación. El trabajo colaborativo con los expertos nos ha permitido diseñar y fabricar un primer prototipo que está actualmente en fase de evaluación.

KEYWORDS

Rehabilitación, órtesis, bajo coste, fabricación, brazos

1 Introducción

Los sistemas asistidos por robots, para apoyar la rehabilitación física de personas con discapacidad neurológica, es uno de los campos que se ha desarrollado ampliamente en las últimas décadas. Sin embargo, la adopción de estos sistemas en la práctica clínica sigue siendo limitada. Muchos de los sistemas asistenciales basados en robots, se han centrado y potenciado en alguna característica como la capacidad de análisis de datos, el método de terapia, la interacción humano-robot, las estrategias de seguridad y el enfoque del tratamiento. Por sí solos, dichos sistemas aplicados a las terapias de rehabilitación, ya se han demostrado que funcionan, con un porcentaje mayor o menor de éxito, pero aún limitado.

Por esta razón, debería ser importante la búsqueda de factores relevantes para el desarrollo de sistemas asistidos por robot, para conseguir así mayor aceptación en la práctica clínica. Algunos de estos factores serían: herramientas como la autoadaptación para personalizar los tratamientos, la mejora de la interacción paciente-robot para entrenar elementos esenciales de generación de movimiento, el uso de entornos realistas en realidad virtual totalmente inmersiva, para aumentar la asimilación de ganancias motoras o incluso la telemedicina basada en el análisis IoT.

La finalidad de este proyecto a largo plazo, es precisamente desarrollar un sistema de ayuda al paciente, que pueda incorporar

unas estrategias de terapia más amplias, donde el paciente sea el centro de aplicación, y no la propia terapia. La funcionalidad por integrar en el sistema de ayuda a pacientes deberá proporcionar la seguridad, confianza, adaptabilidad y operabilidad para que los usuarios puedan progresar en su recuperación.

Pero para poder llegar a desarrollar un sistema de ayuda al paciente es necesario analizar, diseñar y fabricar una plataforma con la que trabajar. Dicha plataforma será un exoesqueleto para extremidades superiores, el cual estará condicionado a dos ideas importantes. La primera será la evaluación y definición de marcadores terapéuticos y la segunda será el uso de materiales de impresión y fabricación que posibiliten la adaptabilidad y democratización del exoesqueleto, partiendo de dichos marcadores.

El proyecto persigue dos grandes retos: el primero está asociado al estudio e identificación de las necesidades médico-paciente, y el segundo está asociado al diseño y fabricación de una órtesis teniendo en cuenta dichas necesidades.

La Figura 1 muestra los sistemas relacionados con el dominio de la robótica de rehabilitación. Se pueden organizar desde dos perspectivas: el nivel de contacto físico (morfología) o el papel del dispositivo (recuperación o compensatorio). Por un lado, el dominio de la rehabilitación-robótica según el contacto físico se puede dividir en distintos subsectores: prótesis, órtesis y ayudas para la rehabilitación.

Desde nuestro punto de vista, nuestro marco de rehabilitación completo podría considerar los procesos dentro del individuo (paciente) para generar los estímulos adecuados, los atributos del ejercicio (tarea) y el contexto (entorno) en el que se realiza el movimiento. El tratamiento adecuado de dichos factores (estimulación correcta de la capacidad de un individuo para cumplir con la tarea que interactúa y las demandas ambientales), podría ayudar a aumentar la efectividad de los tratamientos. Por lo tanto, desarrollar una ortesis o exoesqueleto basados en dicho marco de rehabilitación, es fundamental para este proyecto y para la adopción de esta tecnología en entornos clínicos.

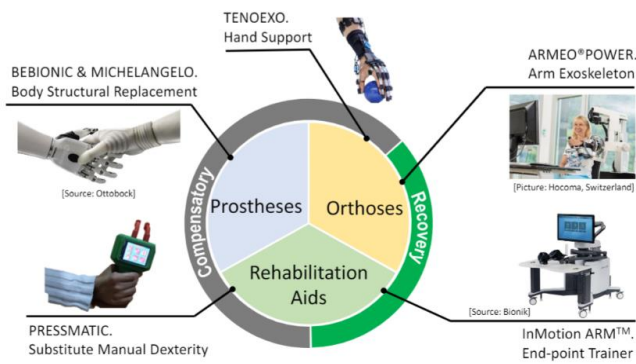


Figura 1: Clasificación de las tecnologías robóticas aplicadas a la rehabilitación [1].

1.1 Objetivos específicos

A partir de estos objetivos principales, retos que persigue el proyecto, podemos enumerar los siguientes objetivos específicos:

1. Estudiar en profundidad el estado del arte de terapias de rehabilitación mediante el uso de exoesqueletos para extremidades superiores.
2. Analizar las órtesis o los exoesqueletos actuales para identificar los parámetros e indicadores de funcionalidad.
3. Analizar y capturar las necesidades de los pacientes que nos permitan adaptar el exoesqueleto usando los parámetros identificados.
4. Diseñar un prototipo CAD que recoja los parámetros e indicadores de funcionalidad capturados, integrando el bajo coste, la adaptabilidad y la ergonomía.
5. Fabricación de un prototipo de exoesqueleto de bajo coste usando materiales "compliance".
6. Evaluar el uso de los materiales elegidos (pruebas de esfuerzo).
7. Evaluar con pacientes, personas con movilidad reducida, el uso del exoesqueleto en determinados ejercicios de rehabilitación, bajo supervisión del terapeuta.
8. Discusión de resultados y preparación de las comunicaciones científicas.

1.2 Colaboraciones en el proyecto

Desde la investigación que se lleva a cabo en el área de industriales y en el área de informática de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Francisco de Vitoria (UFV), se ha conseguido generar dos colaboraciones en el marco del proyecto. La primera es la colaboración con el grado de Fisioterapia de la UFV y la segunda colaboración es con el Centro Especializado en Rehabilitación ORPEA MADRID MIRASIERRA quien nos están acompañando en la toma de decisiones en las fases de diseño e implementación. Además, hay que destacar la colaboración con el FabLab de la UFV donde se está realizando el prototipo, imprimiendo en 3D con los recursos que se tienen, un primer modelo de exoesqueleto activo

que cubre las necesidades detectadas en los pacientes que lo pueden usar, gracias a la colaboración con los terapeutas ocupacionales y fisioterapeutas del Centro Especializado en Rehabilitación con el que se está trabajando.

1.3 Decisiones de diseño

En cuanto al tipo de materiales para la fabricación y aplicado a órtesis, se ha revisado en primer lugar que propiedades mecánicas son fundamentales como la resistencia mecánica, la tenacidad, la ligereza, su biocompatible y su coste económico. Para el chasis o estructura principal de la órtesis, se ha visto que la poliamida de fibra de carbono es una de las mejores opciones. Aunque para las primeras fases de prototipado, se usaran materiales plásticos como PLA o PETG. En segundo lugar, para el interior de la órtesis, se ha comprobado que el neopreno es un material muy adecuado por características hipoalergénicas, comodidad, transpirable e incluso lavable.

En cuanto al tipo de componentes electromecánicos, también se ha revisado propiedades que afectan a la actuación de la órtesis. En primer lugar, a nivel de actuación, se ha comprobado que tanto los sistemas hidráulicos como los neumáticos como los eléctricos, puede funcionar y servir para las ortesis. Sin embargo, para nuestro caso, y buscando una órtesis de coste económico reducido, se ha decidido optar por motores eléctricos. En consonancia a los motores eléctricos, los sistemas de electrónicos seleccionados van acorde a las necesidades de dichos motores. Aquí agrupamos control y electrónica de potencia. En segundo lugar, a nivel de sensorización, se ha decidido con la ayuda del equipo de trabajo de Orpea que es importante usar biomarcadores, que ayuden a medir la capacidad del paciente. En este caso, los sensores musculares electromiográficos son la elección con la que acompañar al sistema de actuación.

Actualmente, se ha generado un primer modelo CAD de un brazo mediante ingeniería inversa y un escáner 3D sobre un paciente. Sobre dicho modelo, se está implementando la primera iteración de la órtesis integrando todos los componentes electromecánicos sobre un chasis acoplado en brazo y antebrazo.

En la siguiente fase de evaluación del funcionamiento de la órtesis queremos ver si se pueden cumplir los objetos de evaluación de los materiales (pruebas de esfuerzo) y la validación de las terapias de rehabilitación. Durante esta fase, se contará con los pacientes del centro especializado en rehabilitación de Orpea Madrid Mirasierra, realizando un diseño de la evaluación de manera colaborativa con los especialistas del centro.

ACKNOWLEDGMENTS

Proyecto financiado en la convocatoria de proyectos precompetitivos internos de la Universidad Francisco de Vitoria del año 2021-2022.

REFERENCES

- [1] Oña, E. D., Garcia-Haro, J. M., Jardón, A., & Balaguer, C. (2019). Robotics in health care: Perspectives of robot-aided interventions in clinical practice for rehabilitation of upper limbs. *Applied Sciences*, 9(13), 2586.

Workshop Ética

Workshop Ética

La propuesta de workshop va a consistir en la presentación, de partida, de diferentes aspectos de la ética en IPO, presentada por investigadores invitados de nuestro ámbito de conocimiento: Ramon Arnó (UdL), Luis Moreno (UFV), Rosa Gil (UdL), Carina Gonzalez (ULL) y Nestor Garay (UPV), seguida por una mesa redonda, donde todos intentaremos fijar posturas y aspectos en relación al tema y finalizando con unas conclusiones que deberían ser el origen de una línea de trabajo dentro de la asociación.

Los objetivos perseguidos son los siguientes:

- Analizar las dimensiones de la ética aplicadas a la disciplina de la IPO.
- Introducir algunos de los trabajos de referencia que se están haciendo en este tema.
- Provocar el debate dentro de la comunidad.
- Proponer líneas de actuación dentro del marco de la asociación AIPO.

A continuación, se presentan a los trabajos de los participantes:

1. Consideraciones éticas en la investigación con personas en Interacción Persona-Ordenador (IPO)

Nestor Garay Vitoria. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

La participación de seres humanos y el uso de datos personales en proyectos de investigación requiere una reflexión ética sobre muchos aspectos.

Sin embargo, no es habitual que en el ámbito de la ingeniería las personas investigadoras reciban una formación específica y obligatoria en aspectos éticos y trato a personas participantes para la investigación con seres humanos.

Por ello, en esta charla se van a analizar aspectos éticos que aplican a la participación de seres humanos en diferentes tipos de investigaciones tecnológicas, sobre todo enfocadas al análisis de la IPO.

2. Diseño y desarrollo ético en el análisis de requisitos de los proyectos de investigación y transferencia tecnológica

Rosa María Gil Iranzo. Universitat de Lleida (UdL)

A menudo nos tenemos que enfrentar al desarrollo de un proyecto de investigación o transferencia tecnológica.

Necesitamos abordar ya en el análisis de requisitos las cuestiones éticas de todos los *stakeholders* implicados para asegurar que no se perjudican sus intereses.

Diferentes técnicas se abordan para solventar ese problema en el diseño y posterior desarrollo de software.

2. La ética digital desde el diseño

Ramon Arnó Torrades. Universitat de Lleida (UdL)

Las respuestas a los retos de la tecnología en el marco de la cuarta revolución industrial están en las manos de la ética pero también de la política.

La ética impone una distancia reflexiva y crítica a los retos que los desarrolladores deben resolver cuando diseñan tecnología para las personas. La respuesta ética no siempre es binaria (correcta o incorrecta).

La ética digital tiene como objetivo final desarrollar metodologías para maximizar la probabilidad que la tecnología se comporte de una manera éticamente adecuada. Los principios éticos digitales no son los mismos que los principios éticos en general, por lo que debemos identificarlos previamente para afrontar situaciones que ahora parecen quiméricas.

3. La ética, una mirada integradora para la IPO

Luis Moreno Almonacid. Universidad Francisco de Vitoria (Madrid).

Si entendemos la ética como la ordenación racional de la acción humana –la acción consciente y libre- con el propósito de alcanzar la realización plena de la persona y de la sociedad y queremos una Interacción Persona-Ordenador (IPO) en la que la ética esté presente, es clave que los profesionales de la IPO pongan en el centro tanto a la persona como a la sociedad y hagan de su quehacer un servicio a estas. Desde esta perspectiva, se hace fundamental una profundización antropológica que capacite para la búsqueda efectiva del bien de la persona, a partir de una comprensión cabal de esta, y evite todo aquello que pueda perjudicarla. Cuanto mejor se comprenda a la persona, mayor será la capacidad para buscar su bien de forma efectiva, así como para comprender los riesgos que puede entrañar la IPO y poner los medios para evitarlos o, al menos, controlarlos y minimizarlos, en caso de que se trate de riesgos que no puedan evitarse, pero sí sean asumibles.

4. La ética en la educación de la informática

Carina Soledad González González. Universidad de La Laguna

La ética en la educación de la informática es un tema fundamental ya que no solo se deben abordar los principios que rigen en los códigos éticos como profesionales de la informática, sino que se debe fomentar una actitud ética y responsable entre los profesionales y los usuarios de la tecnología. Para ello, en la educación de la informática, la ética se debe centrar en varios aspectos, como la enseñanza de los principios éticos y morales que deben guiar su trabajo, incluyendo la privacidad, la seguridad de la información, la propiedad intelectual, la equidad, la inclusión y la responsabilidad social. Además, la ética en la educación de la informática se preocupa por fomentar una actitud reflexiva y crítica hacia la tecnología.

Doctoral Consortium

Doctoral Consortium.

En el congreso se presentaron una selección de investigaciones destacadas de Simposio Doctoral enfocadas a la Interacción Humano-Computadora (HCI). Los trabajos aquí reunidos representan un conjunto diverso de investigaciones que exploran las complejas relaciones entre humanos y tecnología en diversos contextos, ofreciendo una perspectiva única sobre como influir en desafíos contemporáneos.

1. Leonardo Talero-Sarmiento and Henry Lamos

Developing a Mathematical Programming Model for a Decision Support System in Theobroma Cacao Production: A Human-Computer Interaction Perspective
TEMAS: DSS (Decision Support System), IA, Agrosmart.

2. Luis Felipe Rojas and Daniela Quiñones Otey

Formalizing a Framework for Evaluating the User Experience in Agile Software Development.
TEMAS: Agile Methodologies, software engineering.

3. J. Álvaro Herrero and David Escudero-Mancebo

Análisis del cumplimiento de la legislación sobre accesibilidad digital e implicaciones sociales.
TEMAS: Legislación y normas europeas, Accesibilidad.

4. Nicolás Araya Quintar

Arte digital a partir de la danza: una nueva forma de expresión para niños con TEA.
TEMAS: Autismo, interacción corporal, arte digital.

5. María Paz Godoy, Cristian Rusu, Fuad Hatibovic

Design of a repository system to improve information management in the university context: analyzing the crucial role of analytics departments and information consumers experience.
TEMAS: Information Management Quality, Information Consumer Experience, Design Thinking.

Developing a Mathematical Programming Model for a Decision Support System in Theobroma Cacao Production

A Human-Computer Interaction Perspective

Leonardo Talero-Sarmiento[†]
Ingeniería Industrial – Doctorado
en Ingeniería
Universidad Autónoma de
Bucaramanga
Bucaramanga, Santander,
Colombia
ltalero@unab.edu.co

Henry Lamos-Díaz
Ingeniería Industrial
Universidad Industrial de
Santander
Bucaramanga
Bucaramanga, Santander,
Colombia
hlamos@uis.edu.co

ABSTRACT

This paper outlines the research objectives, methodology, and preliminary findings of a doctoral study entitled “An optimization model for Theobroma Cacao yield maximization based on smart farming technologies”. Considering smallholder farm characteristics, agribusiness, and agronomists, the dissertation aims to positively enhance cocoa productivity supported by a Decision Support System (DSS) and smart farming technologies applied to Theobroma Cacao production impacting the production link of the chocolate food supply.

CCS CONCEPTS

• Stochastic control and optimization • User centered design
Machine learning theory • Data mining

KEYWORDS

Human-Computer Interaction, Decision Support System, Theobroma Cacao, Smart Farming Technologies, Mathematical Programming Model, Data Mining.

1 Introduction

The overarching goal of this research encompasses three interrelated objectives aimed at enhancing the productivity of Theobroma Cacao, commonly known as the cocoa tree, an essential crop whose yield significantly impacts the global economy and the livelihoods of local farming communities.

The first phase of this research is to identify the variables that affect Theobroma Cacao's productivity. This process involves applying sophisticated Data Mining techniques to uncover patterns, correlations, and trends that may influence crop yield. By harnessing the power of these techniques, this research aims to elucidate a nuanced understanding of factors contributing to the productivity of Theobroma Cacao, ranging from environmental

conditions to cultivation practices, e.g., irrigation [1], fertilization [2], pruning[3], shading [4], and genetic variety [5].

The second phase is to develop a mathematical programming model for maximizing Theobroma Cacao yield, including the data mining insights as model parameters. The model optimizes biomass density by considering various factors related to cocoa farming [6] and good agricultural practices [7]. The research proposes a two-stage stochastic model [8]–[10] to consider the variability of environmental parameters during pod growth. The model solution includes model decomposition techniques [11] to solve the large-scale problem.

The third and final phase is to create a decision support system (DSS) incorporating smart farming technologies. By integrating these technologies into a DSS, we aim to equip farmers with a sophisticated tool that can aid in making informed decisions about their farming practices [12]. In this research: Irrigation and Draining treatments. This tool would consider each farm situation's unique characteristics, enabling a highly personalized approach to agricultural decision-making.

Collectively, these objectives present an innovative approach to enhancing Theobroma Cacao's productivity, integrating water management decisions as productivity enablers. The anticipated outcome is a comprehensive, technologically advanced system that can support farmers in their quest for increased productivity.

2 Methodology

Phase one: The cocoa productivity assessment, leveraging Knowledge Discovery in Databases [13] with data sourced from sensor networks or government bureaus' repositories [14], [15]. Phase two: Develop a mathematical programming model, applying the steps to construct, solve, and implement the stochastic model to consider the variability of environmental conditions. This phase includes scenario simulation and scenario

reduction to create a well-defined and deterministic equivalent problem. Phase three: The deployment of a Smart Farming Solution, applying the System Development Lifecycle [16] and an Interaction Design Lifecycle model [17] to determine system requirements, user characteristics, tasks, and contexts of use of the tools.

3 Preliminary Findings

The preliminary findings reveal a dichotomy between smallholder farmers and agribusinesses, with agribusinesses showing higher technology readiness [18]. Data gathering will require either internet download from the NASA POWER database or in situ censoring, each with unique challenges. The project assembled a research team to tackle these challenges.

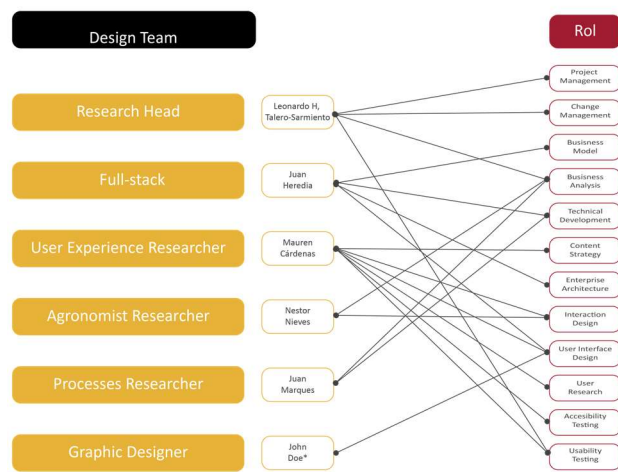


Figure 1: Roles of the design team

This project's significant contribution to HCI is the inclusion of the Agronomist as a potential user of the DSS, who can support farmers or farmer associations. This research aims to facilitate the review and synthesis of relevant information during decision-making related to good agricultural practices and identify a common language for farmers based on the experience of agronomists. This research proposal sets its sights on crafting a mathematical optimization model for cocoa cultivation in Santander. However, the authors anticipate the results to extend beyond this specific context, potentially applying to other crops and users. Our approach aims to spotlight key stakeholders, delve into technological hurdles, and underscore the need for a collaborative and multidisciplinary approach to this work.

5 Discussion

This doctoral study will confront Theobroma Cacao production challenges by crafting a mathematical model for a Decision Support System (DSS) to optimize production considering water management. The paper outlined preliminary findings,

methodology, and future directions. The prospective influence on Human-Computer Interaction (HCI) appears promising and has the potential to extend the outcomes to broader applications.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to the Universidad Autonoma de Bucaramanga and its Ph.D. in Engineering program (Red Mutis) for providing the data access for this study. The Colombian Bureau of Science (MinCiencias) has fully funded this research.

REFERENCES

- [1] M. K. V. Carr and G. Lockwood, 'The water relations and irrigation requirements of Cocoa (Theobroma Cacao L.): A Review', *Exp Agric*, vol. 47, no. 4, pp. 653–676, Oct. 2011, doi: 10.1017/S0014479711000421.
- [2] G. Danso-Abbeam and L. J. S. Baiyegunhi, 'Does fertiliser use improve household welfare? Evidence from Ghana's cocoa industry', *Dev Pract*, vol. 29, no. 2, pp. 170–182, Feb. 2019, doi: 10.1080/09614524.2018.1526887.
- [3] D. H. Meneses-Buitrago, M. M. Bolaños-Benavides, L. F. Gómez-Gil, and H. S. Ramos-Zambrano, 'Evaluation of irrigation and pruning on the phenology and yield of Theobroma cacao L.', *Agronomía Mesoamericana*, pp. 681–693, Aug. 2019, doi: 10.15517/am.v30i3.36307.
- [4] I. B. Famuwagun, S. O. Agele, and O. P. Aiyelari, 'Shade Effects on Growth and Development of Cacao Following Two Years of Continuous Dry Season Irrigation', *International Journal of Fruit Science*, vol. 18, no. 2, pp. 153–176, Apr. 2018, doi: 10.1080/15538362.2017.1416326.
- [5] L. R. M. Pinto, S. D. V. M. Silva, and M. M. Yamada, 'Evaluation of phenotypic stability of resistance to Phytophthora spp. in cacao clones', *Fitopatol Bras*, vol. 32, no. 6, pp. 453–457, 2007, doi: 10.1590/S0100-41582007000600001.
- [6] C. Zhao *et al.*, 'A SIMPLE crop model', *European Journal of Agronomy*, vol. 104, pp. 97–106, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.eja.2019.01.009.
- [7] A. Tosto, A. Morales, E. Rahn, J. B. Evers, P. A. Zuidema, and N. P. R. Anten, 'Simulating cocoa production: A review of modelling approaches and gaps', *Agricultural Systems*, vol. 206, 2023. doi: 10.1016/j.agsy.2023.103614.
- [8] J. L. Higle and S. Sen, 'Two Stage Stochastic Linear Programs', in *Stochastic Decomposition. Nonconvex Optimization and Its Applications*, 8th ed. Boston, MA, 1996, pp. 1–33. doi: 10.1007/978-1-4615-4115-8_1.
- [9] J. R. Birge and F. Louveaux, *Introduction to Stochastic Programming*, in Springer Series in Operations Research and Financial Engineering. New York, NY: Springer New York, 2011. doi: 10.1007/978-1-4614-0237-4.
- [10] A. Shapiro, D. Dentcheva, and A. Ruszczyński, *Lectures on Stochastic Programming*, 1st ed. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2009. doi: 10.1137/1.9780898718751.
- [11] R. Rahmaniani, T. G. Crainic, M. Gendreau, and W. Rei, 'The Benders decomposition algorithm: A literature review', *Eur J Oper Res*, vol. 259, no. 3, pp. 801–817, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.ejor.2016.12.005.
- [12] H. Azadi *et al.*, 'Rethinking resilient agriculture: From Climate-Smart Agriculture to Vulnerable-Smart Agriculture', *J Clean Prod*, vol. 319, p. 128602, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.128602.
- [13] G. Piatetsky-Shapiro, *Knowledge Discovery in Databases*, 1st ed. American Association for Artificial Intelligence, 1991.
- [14] NASA, 'The Power Project', *NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources*, 2022. <https://power.larc.nasa.gov/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [15] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 'AgroNet', *Red de información y comunicación del sector Agropecuario Colombiano*, 2021.
- [16] I. F. Alexander and N. Maiden, *Scenarios, stories, use cases: through the systems development lifecycle*. John Wiley & Sons, 2005.
- [17] H. Sharp, J. Preece, and Y. Rogers, *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*, 5th ed. Indianapolis: John Wiley & Sons Inc., 2019.
- [18] A. T. Balafoutis, F. K. Van Evert, and S. Fountas, 'Smart Farming Technology Trends: Economic and Environmental Effects, Labor Impact, and Adoption Readiness', *Agronomy*, vol. 10, no. 5, p. 743, May 2020, doi: 10.3390/agronomy10050743.

Formalizing a Framework for Evaluating the User Experience in Agile Software Development

Luis Felipe Rojas
Pontificia Universidad
Católica de Valparaíso

Daniela Quiñones Otey
Pontificia Universidad
Católica de Valparaíso

ABSTRACT

Agile approaches usually do not include guidance on user experience (UX) evaluation activities. This means that there is no standard on the events, evaluation methods, roles, and activities that should be considered for evaluating if a product or system meets the needs and goals of the users. This doctoral research aims to propose FRAMUX-EV: a FRAMework for evaluating the User eXperience in agile software development using Scrum. FRAMUX-EV incorporates 7 UX artifacts and 4 UX events oriented to integrate and evaluate the UX work performed by UX roles in agile teams.

CCS CONCEPTS

- Human-centered computing – Human computer interaction (HCI) – HCI design and evaluation method
- Software and its engineering – Software creation and management – Software development process management

KEYWORDS

Agile Software Development, Scrum, User eXperience (UX), User experience evaluation, Framework

1 Introduction

It is important when developing software in agile projects to consider the needs and goals of the users. However, doing UX work in an agile way is considered a challenging practice due to multiple issues that arise when integrating these scopes [2] [5]. Even more so when not even Scrum - the most widely used agile approach [1] - indicates how to integrate UX activities, evaluation methods, roles, or at least how to include representative users [6][3].

A systematic literature review (SLR) focused on user experience (UX) evaluation in agile software development following the guidelines proposed by Kitchenham [4] was conducted. In addition, a series of interviews were conducted with 6 practitioners (3 developers and 3 UX roles) to validate the results obtained in the SLR.

This research aims to propose FRAMUX-EV: a FRAMework for evaluating the User eXperience in agile software development using the Scrum. FRAMUX-EV incorporates 7 UX artifacts: (1) UX

evaluation methods; (2) UX design system; (3) UX persona; (4) UX responsibilities and roles; (5) UX evaluation repository; (6) UX backlog; and (7) UX sprint backlog. Moreover, FRAMUX-EX integrates 4 UX events: (1) Pre-Planning UX meeting; (2) Pre-Review UX meeting; (3) Weekly UX meeting; and (4) Weekly user meeting.

This paper is organized as follows: section II mentions the objectives; section III presents the methodology; section IV introduces the results; and section V summarizes the conclusions and future work.

2 Objectives

2.1 General objective

- Develop a framework for evaluating the user experience in agile software development using Scrum.

2.2 Specific objectives

- Perform a systematic literature review on user experience concept, evaluation methods, and agile software development.
- Analyze process, frameworks, activities, and methodologies used to evaluate the user experience in agile software development.
- Propose a framework for evaluating the user experience in agile software development using Scrum.
- Validate the framework through experts, experiments, and case studies.

3 Methodology

A methodology composed by 7 steps and 3 iterations will be followed to develop a framework for evaluating the UX in agile software development (see Figure 1). In the first iteration all stages of the methodology will be performed. In the second and third iteration, the framework will be iteratively validated and refined through different experiments: experts judgement and case studies, i.e., use the framework in certain companies developing software using agile approaches.

4 Results

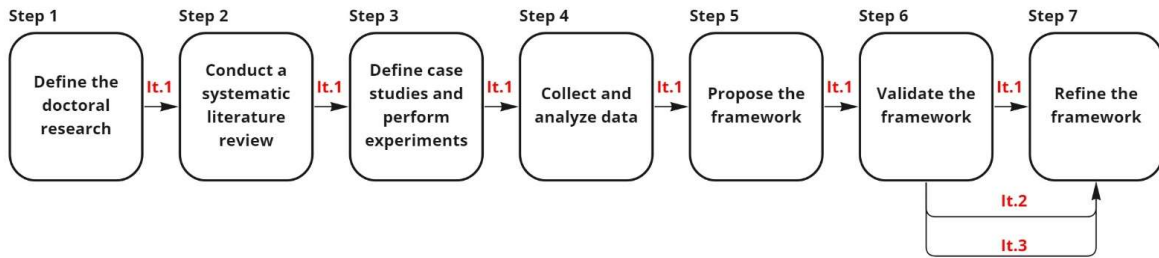


Figure 1: Stages and iterations performed to develop a framework for evaluating the UX in agile software development.

4.1 Inputs

Different inputs were considered to propose the preliminary version of the framework for evaluating the UX in agile software development:

- **Systematic Literature Review:** The SLR provided frameworks or similar (e.g., methodologies, processes, or approaches), evaluation methods, problems, challenges, recommendations, and practices that will be taken as a reference to propose new elements.
- **Interviews:** The interviews with practitioners gave an insight into the industry's perspective, highlighting evaluation methods, problems, challenges, recommendations, and practices experienced by UX roles and developers when developing software in agile projects.

4.2 Preliminary version of FRAMUX-EV

FRAMUX-EV is a framework for evaluating the user experience in agile software development. We select 9 evaluation methods mentioned in the interviews with practitioners and the SLR for the preliminary version of FRAMUX-EV: (1) (remote) User/usability testing; (2) Heuristic evaluation; (3) Evaluation with mockups or prototypes; (4) (remote) User interviews; (5) Guerrilla testing; (6) RITE method; (7) A/B testing; (8) Pluralistic walkthrough; (9) System usability scale (SUS).

Based on the problems, challenges, recommendations, and practices obtained from the SLR and the interviews, it was decided to create 7 UX artifacts and 4 UX events to integrate and evaluate UX in agile software development. The preliminary UX artifacts proposed are: (1) UX Evaluation methods; (2) UX design system; (3) UX personas; (4) UX roles and responsibilities; (5) UX evaluation repository; (6) UX backlog; and (7) UX sprint backlog. On the other hand, the preliminary UX events proposed are: (1) Pre-Planning UX meeting; (2) Pre-Review UX meeting; (3) Weekly UX meeting; and (4) Weekly user meeting.

5 Conclusions

This doctoral research aims to develop FRAMUX-EV, a FRAMework for evaluating the User eXperience in agile software development adapting Scrum. For this purpose, the research is being conducted using a 7-steps methodology.

Regarding the application of the methodology, the first step "Define the doctoral research" was already performed. This step involved the definition of the doctoral basis including the problem

statement, research questions, objectives of this research, among others. The second step "Conduct a systematic literature review" was already carried out. At this step different frameworks, methodologies, processes, evaluation methods, problems, and recommendations were identified. The third step "Define case studies and perform experiments" was already accomplished. At this step, interviews with practitioners were conducted to validate the findings of the SLR and to obtain new problems and recommendations from the industry approach. Concerning the fourth step "Collect and analyze data" it was already completed. This step involved an analysis and interpretation of the results, and correlate the information obtained from the SLR and the interviews. The fifth step "Propose the framework:" was also completed. In this stage, UX evaluation methods, artifacts and events were selected and created. Finally, the sixth "Validate the framework" is underway. We are currently working on the analysis of the results and the design of interviews to further explore the findings.

As future work, the next setps will be performed. We will conduct experiments to validate evaluation methods, artefacts and events of FRAMUX-EB. Then, the formal proposal of FRAMUX-EV will be made; the framework will be validated and refined through different experiments to ensure the quality and validity of the proposal. The validations will consist of experiments involving experts judgment and case studies, i.e., use the framework in certain companies developing software using agile approaches.

ACKNOWLEDGMENTS

Luis Felipe Rojas is supported by Grant ANID BECAS/ DOCTORADO NACIONAL, Chile, N° 21211272.

REFERENCES

- [1] Digital.ai 2021. *15th State of Agile Report Agile adoption accelerates across the enterprise.*
- [2] Felker, C., Slamova, R. and Davis, J. 2012. Integrating UX with scrum in an undergraduate software development project. *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education (2012)*, 301–306.
- [3] Kikitamara, S. and Noviyanti, A.A. 2018. A Conceptual Model of User Experience in Scrum Practice. *2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE) (2018)*, 581–586.
- [4] Kitchenham, B. 2004. *Procedures for Performing Systematic Reviews.* (2004).
- [5] Kuusinen, K. and Väänänen-Vainio-Mattila, K. 2012. How to Make Agile UX Work More Efficient: Management and Sales Perspectives. *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design (New York, NY, USA, 2012)*, 139–148.
- [6] Lärusdóttir, M.K., Cajander, A. and Gulliksen, J. 2012. The Big Picture of UX is Missing in Scrum Projects. *I-UxSED (2012)*.

Análisis del cumplimiento de la legislación sobre accesibilidad digital e implicaciones sociales

Proyecto de tesis industrial sobre accesibilidad web

J. Álvar Herrero[†]

Javacoya Media
ASPAYM CyL
Valladolid, España

javieralvar.herrero22@estudiantes.uva.es
javierherrero@aspaymcyL.org

David Escudero-Mancebo

Departamento de Informática
Universidad de Valladolid
Valladolid, España
descuder@infor.uva.es

ABSTRACT

La Norma UNE-EN 301549:2022 Requisitos de accesibilidad de productos y servicios TIC, del 05/01/2022, basada en el estándar WCAG 2.1, es de obligado cumplimiento, no solo por parte de administraciones públicas sino también por parte de empresas que reciban financiación pública. Existen servicios de auditoría cuya función es la de evaluar el grado de cumplimiento de la norma y proponiendo mejoras para el cumplimiento de la misma. El objetivo de este trabajo es el de presentar un proyecto de tesis que, dentro del marco del doctorado industrial, se plantea como objetivo hacer una revisión del nivel de compromiso con la norma de accesibilidad de diferentes sectores. Mediante el empleo de técnicas de análisis automáticas, revisión de experto y opiniones de usuarios, se espera tener una visión panorámica que permita elaborar un diagnóstico general que identifique las principales carencias. Es un proyecto que está en sus primeras etapas, pero en el que los primeros resultados ponen en evidencia su necesidad y relevancia. La posibilidad de realizar el trabajo en el marco del doctorado industrial permitirá completar la actividad profesional del doctorando con una aproximación basada en métodos científicos.

CCS CONCEPTS

Human-centered computing • Accessibility • Empirical studies in accessibility

KEYWORDS

Accessibility, HTML analytics, WCAG 2.1 compliance, Universal design, Accessibility analysis, Usability, User experience

ACM Reference format:

Herrero, J.Álvar., Escudero-Mancebo, David 2023. Análisis del cumplimiento de la legislación sobre accesibilidad digital e implicación social en diferentes sectores. In *Proceedings of Interacción 2023 (Interacción2023)*.

1 Introducción

Las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG, por sus siglas en inglés) son un conjunto de recomendaciones desarrolladas por el Consorcio World Wide Web (W3C) para

mejorar la accesibilidad de las páginas web y aplicaciones móviles. Las WCAG establecen un conjunto de requisitos técnicos y pautas de diseño que deben cumplir las páginas web y aplicaciones móviles para ser consideradas accesibles.

Las WCAG son importantes porque aseguran que todas las personas, incluyendo aquellas con discapacidad, puedan acceder y utilizar de manera efectiva los contenidos digitales. Además, cumplir con las WCAG puede mejorar la usabilidad y la experiencia de usuario en general para todos los usuarios, no solo para aquellos con discapacidad. Las WCAG también son relevantes desde un punto de vista legal, ya que muchos países tienen leyes y normativas que requieren que las páginas web y aplicaciones móviles cumplan con estas pautas de accesibilidad, como la Norma europea EN 301 549 v3.2.1 (2021-03) que en España es de obligado cumplimiento para entidades públicas, entidades que reciben financiación pública, entidades privadas con más de 100 trabajadores o que facturen más de 6 millones de euros y universidades (públicas y privadas) entre otras.

La UE tiene entre sus líneas estratégicas el fomento de la economía digital. La pasada crisis del COVID ha puesto el acento en la necesidad de potenciar las TICs para hacer frente a situaciones límite. Como consecuencia, algunos estados como el nuestro han apostado por la implantación de planes económicos como el “Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia”, que incentivan la inversión en TICs. Son muchas las empresas que han empleado estas ayudas para diseñar webs corporativas y ofrecer servicios online. La legislación estatal obliga a cumplir WCAG 2.1 a nivel AA cuando una empresa recibe fondos públicos.

Es relevante destacar que el envejecimiento de la población y el aumento de las enfermedades crónicas están generando una mayor demanda de contenidos digitales accesibles, lo que hace que la accesibilidad digital se convierta en un factor clave para garantizar la inclusión y la igualdad de oportunidades para todos los ciudadanos. Por ello, estos estudios son fundamentales para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad y para garantizar su plena participación en la sociedad digital.

La creación de sitios web accesibles puede ser una tarea compleja debido a la gran variedad de tecnologías y plataformas disponibles para su desarrollo, así como a la diversidad de objetivos y finalidades que persiguen. Cada sitio web es diferente y, por lo tanto, es necesario tener en cuenta diferentes factores para garantizar su accesibilidad. Además, la falta de conocimiento y formación específica en accesibilidad digital por parte de los desarrolladores, junto con la escasa atención que se presta a esta materia en los estudios universitarios, hace que la accesibilidad sea una tarea a menudo olvidada o subestimada. Los métodos de evaluación empírica utilizados para la accesibilidad web podrían mejorarse adoptando herramientas de evaluación automática para la construcción de sitios web y mecanismos manuales basados en el criterio de expertos en accesibilidad web [1].

2 Primeros avances

El primer paso para llevar a cabo este estudio es una revisión exhaustiva de la literatura sobre accesibilidad en páginas web, experiencia de usuario y diseño para personas con discapacidad. Después se llevará a cabo la evaluación de diferentes páginas web, categorizadas por sectores, mediante herramientas automatizadas y una plantilla desarrollada para las evaluaciones manuales. También se prevé realizar pruebas de usuario con personas con discapacidad para evaluar su experiencia de usuario en las páginas web evaluadas. Por último, se analizarán los datos recopilados y se identificarán las barreras de accesibilidad, proponiendo soluciones para mejorar la experiencia de usuario de las personas con discapacidad. La metodología del estudio se apoya en herramientas automatizadas de evaluación de accesibilidad, instrumentos para la evaluación de la experiencia de usuario, software para análisis de datos y productos de apoyo para pruebas con personas con discapacidad. En cuanto a la planificación temporal, se prevé un periodo de 6 meses para la revisión de la literatura, 12 meses para la evaluación de las páginas web, otros 12 para la evaluación de la experiencia de usuario, 6 meses para el análisis de datos y finalmente, 12 meses para la redacción de la tesis doctoral.

Una primera revisión del estado de la bibliografía evidencia la falta de estudios sobre accesibilidad digital para entidades españolas, sobre todo en el ámbito privado. Se han encontrado estudios del año 2020 [2][3], posteriores a la implementación del Real Decreto 1112/2018 (que obliga al cumplimiento de la Norma EN 301 549 en su versión más reciente), sobre diferentes entidades públicas, que podrían servir como referencia, ahora que el RD 1112/2018 está más asentado, para comparar el progreso actual de la accesibilidad en el sector público, ya que en ambos estudios se concluyó que ninguno de los sitios web evaluados cumplía con las pautas de accesibilidad exigidas. La preocupación por la adecuación a WCAG 2.1 se extiende también a otros países por lo que la repercusión de este estudio no centra al ámbito estatal [4][5]

Se ha realizado un análisis preliminar de 82 sitios web de empresas que han recibido financiación pública (a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Unión

Europea) y en 51 sitios web del Gobierno de España. Los resultados indican que, a pesar de ser obligatorio, ninguna de las empresas que recibieron financiación para hacer el sitio web son accesibles acorde a las pautas WCAG 2.1 a nivel AA, mientras que en los sitios web del gobierno de España solo el 46% de los sitios web analizados cumplen con la normativa de accesibilidad establecida.

3 Conclusiones

Se ha presentado un proyecto de doctorado industrial en el ámbito de la accesibilidad digital. Los estudios preliminares muestran la necesidad de realizar estos estudios y ponen de manifiesto el posible impacto de los resultados. Las normas de reciente implantación no parecen estar siendo cumplidas por muchas empresas que están obligadas a ello. Tampoco las administraciones públicas parecen estar teniendo el celo que deberían.

En la tesis, en proceso de realización, se espera arrojar luz sobre los motivos principales que llevan a los incumplimientos de las pautas establecidas en la norma. Conocer las debilidades de las técnicas automáticas y sondear las opiniones de los usuarios afectados serán otras vías de investigación en el trabajo a desarrollar.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es posible gracias al programa de tesis de doctorado industrial de la Universidad de Valladolid. Se espera formalizar la entrada en dicho programa durante el segundo año de matrícula. Especial agradecimiento a ASPAYM Castilla y León por su disposición.

REFERENCES

- [1] M. Campoverde-Molina, S. Lujan-Mora, and L. V. Garcia, "Empirical Studies on Web Accessibility of Educational Websites: A Systematic Literature Review," *IEEE Access*, vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2994288.
- [2] E. Fernández-Díaz, C. Jambrino-Maldonado, P. P. Iglesias-Sánchez, and others, "Accesibilidad web WCAG 2.1. ¿están preparados los ayuntamientos?," in *XXX Jornadas Luso-Espanholas de Gestão Científica*, 2020, p. 223.
- [3] Y. O. Ruiz, "Accesibilidad web España: evolución de la legislación y evaluación preliminar de sitios de interés social," *Rev. DIM Didáctica, Innovación y Multimed.*, no. 38, p. 9, 2020.
- [4] M. Laamanen, T. Ladonlahti, H. Puupponen, and T. Kärkkäinen, "Does the law matter? An empirical study on the accessibility of Finnish higher education institutions' web pages," *Univers. Access Inf. Soc.*, pp. 1–17, 2022.
- [5] S. Paul, "Accessibility analysis using WCAG 2.1: evidence from Indian e-government websites," *Univers. Access Inf. Soc.*, Jan. 2022, doi: 10.1007/s10209-021-00861-9.

Arte digital a partir de la danza: una nueva forma de expresión para niños con TEA

Nicolás Araya Quintar

nicolas.araya@uam.es

Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, Comunidad de Madrid, España

RESUMEN

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un trastorno del neurodesarrollo, que afecta la interacción social, comunicación, aprendizaje y formación de hábitos. La Danza Movimiento Terapia (DMT) ayuda a personas diagnosticadas con TEA que tienen déficits en el movimiento y comunicativas a integrarse en la sociedad. Estas intervenciones hoy en día recurren a medios tecnológicos para generar mayor participación, sin embargo, pocas han utilizado el baile como un medio expresivo y creador. Esta investigación busca plantear las bases para el diseño, implementación y evaluación de una herramienta interactiva basada en la programación creativa, para incentivar la expresión corporal en niños con TEA.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Interactive systems and tools**; *Accessibility technologies*; *Collaborative interaction*.

PALABRAS CLAVES

autismo, creatividad, interacción corporal, arte digital

1 INTRODUCCIÓN

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un trastorno del neurodesarrollo, que engloba un rango de manifestaciones que afectan la interacción social, comunicación y aprendizaje, con una prevalencia a nivel mundial de 1 en 100 niños [11]. La distinción del tipo de trastorno dependerá del diagnóstico, que puede ser más controlado o severo, dependiendo del nivel de afectación de habilidades mentales o del lenguaje [3].

Los niños y niñas con TEA tienden a generar patrones repetitivos e intereses restringidos, junto con dificultades para expresar y regular sus emociones [4]. Además, algunos presentan déficits en el desarrollo de habilidades motoras y control de objetos, lo que afecta en un menor nivel de participación en su casa, escuela y comunidad, en comparación a otros niños con desarrollo típico (TD) [5]. Una manera de fomentar la integración social y las habilidades motoras es la Danza Movimiento Terapia (DMT), que desarrolla las habilidades sociales, comunicativas y de independencia emocional en las personas con autismo [1]. En los niños, contribuye a disminuir el comportamiento estereotípico, cuando se combina el baile con la música en contextos de terapia [12].

Los avances tecnológicos han contribuido a la evolución de estas intervenciones, de tal manera que la música y los movimientos se utilizan como canal expresivo y comunicativo. En concreto, se han realizado propuestas que utilizan sensores, proyectores, realidad virtual y aumentada, robots de asistencia y videojuegos [7].

En estos proyectos, se han propuesto interfaces que se salen de lo tradicional con el objetivo de potenciar las habilidades motrices, en

la coordinación y precisión de los movimientos, mientras fomentan la integración social. Sin embargo, existen pocas contribuciones enfocadas en el desarrollo de la expresión creativa, utilizando el cuerpo como un soporte creador.

De esta manera, este proyecto explora las bases para plantear una herramienta tecnológica innovadora, que se atraiga para un grupo objetivo de niños con TEA, que les permita crear una pieza gráfica a través de la corporalidad. El objetivo es plantear un diseño, desarrollo e implementación de un sistema interactivo que utilice la DMT con fines artísticos, para explorar la expresión artística de personas con dificultades comunicativas y motrices.

2 ANTECEDENTES

Se han estudiado algunos trabajos que aplican la DMT utilizando medios tecnológicos para impulsar las habilidades de niños con autismo. Estas aplicaciones han sido evaluadas en pequeños grupos de niños con TEA en contextos terapéuticos que han tenido buenos resultados. Algunos ejemplos son:

1. OSMoSIS es un juego musical y corporal, que convierte los movimientos en sonidos. Utiliza una Kinect para captar el cuerpo del niño que participa en el juego, con el fin de medir la sincronía motriz y social [8].
2. DanceCraft es un sistema de uso remoto, que por medio de vídeos de un instructor de DMT permite que los niños jueguen para imitar sus movimientos. Utiliza un sensor Kinect y ha tenido una buena recepción por parte de los grupos familiares que lo han probado [9].
3. Choreografish es un videojuego de realidad virtual (RV) que simula una coreografía para el movimiento de un banco de peces. El objetivo es reducir la ansiedad social de los participantes, al permitir controlar el ritmo y movimiento de una creación artística [2].
4. ExpressiveBall es un prototipo de una bola tangible que cuenta con diferentes sensores, para estimular la estimulación de los sentidos. El objetivo es lograr la expresión de niños con TEA con bajas habilidades verbales, por medio de seis actividades corporales [10].

En los anteriores proyectos, se ha visto un trabajo que acerca a los niños con TEA a las artes a través de juegos en interfaces corporales y movimiento.

Sin embargo, los objetivos que persiguen estos estudios son de fomentar ciertas habilidades sociales o de autonomía, y pocas se centran en la expresión creativa. Además, el resultado muchas veces es de la imitación de un instructor para mejorar la precisión de los movimientos corporales, lo que deja poco espacio para la exploración.

La presente investigación se motiva en estos últimos aspectos para implementar un nuevo sistema que considere las necesidades de los niños con TEA, que puedan explorar la corporalidad para la ejecución de una pieza artística. El proceso tendrá más valor que el resultado y servirá para que puedan comunicarse de una manera diferente.

3 PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Análisis inicial

En primer lugar, se deberá conocer el estado del arte de las intervenciones de DMT para niños con TEA, que utilicen medios tecnológicos. Actualmente, se está realizando una revisión de la literatura siguiendo la metodología PRISMA [6]: definición de criterios, búsqueda y selección de artículos en bases de datos científicas. Posteriormente, se conversarán los resultados con organizaciones que colaboren con terapeutas de niños con TEA, para definir los requerimientos iniciales del sistema.

3.2 Sistema inicial

Una vez definidos los requisitos y alcance, se procederá a diseñar el sistema interactivo, con un diseño centrado en el usuario que involucra a expertos y familiares de personas con TEA. Se seguirá un proceso incremental que muestre los avances a las personas que darán uso del sistema, para ajustar a tiempo y ofrecer una experiencia adaptada.

Se elegirán el software y hardware adecuado, así como modelos de aprendizaje automático para el reconocimiento corporal. Luego, se propondrá un caso de estudio, basado en talleres de DMT que permitirán probar la herramienta y obtener retroalimentación para futuras etapas. Se evaluará con expertos y algunas familias de niños con TEA, así como definir los criterios de evaluación.

3.3 Revisión para ampliar sistema

Se revisarán las propuestas para mejorar el sistema y avanzar hacia una integración en contextos educativos o de uso diario. Se incorporarán los cambios respecto a los avances tecnológicos y de una nueva revisión de la literatura, así como propuestas de investigadores y expertos del área. Se definirán nuevos casos de estudio para plantear talleres y sesiones que fomenten la creatividad aplicados en escuelas y centros de apoyo para niños con TEA.

3.4 Evaluación de casos de estudio

Se prevé contar con un grupo activo de participantes, de entre 10 y 20 niños con TEA y sus familiares. Durante un tiempo definido se desarrollarán sesiones de exploración creativa por medio del sistema planteado. La evaluación corresponderá a la complejidad de la pieza artística creada, así como de su experiencia y usabilidad con aplicaciones de este tipo.

4 TRABAJO FUTURO Y CONTRIBUCIONES

Este proyecto de investigación se encuentra en una fase temprana, sus etapas se irán desarrollando en el transcurso de la tesis. Se ha cuenta con el apoyo de organizaciones dispuestas a colaborar.

Mis contribuciones previas se han centrado en el diseño de metodologías para el reconocimiento de las emociones en niños con

TEA en contextos de ocio, junto con el desarrollo de herramientas para la creación digital.

5 ESTADO ACADÉMICO

Soy un candidato de primer año de Doctorado en la Universidad Autónoma de Madrid, supervisado por Javier Gomez y Germán Montoro. Además, soy miembro en el grupo de investigación GHIA de la UAM y cuento con experiencia en desarrollo de software. Este proyecto es fruto de mi pasión por las artes y la tecnología, espero poder recibir feedback de parte de la comunidad de Interacción para mejorar el proceso de la tesis doctoral.

EXPRESIONES DE GRATITUD

Esta tesis cuenta con el apoyo del Proyecto Indigo! (Ministerio de Ciencia e Innovación con referencia PID2019-105951RB-I00 / AEI / 10.13039 / 501100011033)

REFERENCIAS

- [1] Supriya Aithal, Vicky Karkou, Stergios Makris, Themis Karaminis y Joanne Powell. 2021. A dance movement psychotherapy intervention for the wellbeing of children with an autism spectrum disorder: a pilot intervention study. *Frontiers in Psychology*, 12, (jul. de 2021). doi: 10.3389/FPSYG.2021.588418.
- [2] Roger Altizer Jr., Eric Handman, Greg Bayles, Jeff Jackman, Kun Cheng, Sydney Ritchie, Trevor Newell y Cheryl Wright. 2018. Choreografish: co-designing a choreography-based therapeutic virtual reality system with youth who have autism spectrum advantages. En *Association for Computing Machinery*, 381-389. ISBN: 978-1-4503-5968-9. doi: 10.1145/3270316.3271541.
- [3] Catherine Lord, Mayada Elsabbagh, Gillian Baird y Jeremy Veenstra-Vanderweele. 2018. Autism spectrum disorder. *The Lancet*, 392, (ago. de 2018), 508-520, 10146, (ago. de 2018). doi: 10.1016/S0140-6736(18)31129-2.
- [4] Catherine Lord et al. 2020. Autism spectrum disorder. *Nature Reviews Disease Primers*, 6, (ene. de 2020), 5, 1, (ene. de 2020). doi: 10.1038/s41572-019-0138-4.
- [5] Katherine Simone Caires Oliveira, Déborah Ebert Fontes, Egmar Longo, Hércules Ribeiro Leite y Ana Cristina Resende Camargos. 2021. Motor skills are associated with participation of children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, (abr. de 2021). doi: 10.1007/S10803-021-05318-9.
- [6] Matthew J. Page et al. 2021. The prisma 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, (mar. de 2021). doi: 10.1136/BMJ.N71.
- [7] Grazia Ragone, Judith Good y Kate Howland. 2021. How technology applied to music-therapy and sound-based activities addresses motor and social skills in autistic children. *MULTIMODAL TECHNOLOGIES AND INTERACTION*, 5, 3. doi: 10.3390/mti5030011.
- [8] Grazia Ragone, Judith Good y Katherine Howland. 2020. Osmosis: interactive sound generation system for children with autism. *Extended Abstracts - Proceedings of the 2020 ACM Interaction Design and Children Conference, IDC 2020*, (jun. de 2020), 151-156. ISBN: 9781450380201. doi: 10.1145/3397617.3397838.
- [9] Kathryn E Ringland, Christine T Wolf, LouAnne Boyd, Jamie K Brown, Andrew Palermo, Kimberley Lakes y Gillian R Hayes. 2019. Dancecraft: a whole-body interactive system for children with autism. En *Association for Computing Machinery*, 572-574. ISBN: 978-1-4503-6676-2. doi: 10.1145/3308561.3354604.
- [10] Cara Wilson, Laurianne Sitbon, Bernd Ploderer, Jeremy Opie y Margot Brereton. 2020. Self-expression by design: co-designing the expressiball with minimally-verbal children on the autism spectrum. En *Association for Computing Machinery*, 1-13. ISBN: 978-1-4503-6708-0. doi: 10.1145/3313831.3376171.
- [11] Jinan Zeidan, Eric Fombonne, Julie Scolah, Alaa Ibrahim, Maureen S. Durkin, Shekhar Saxena, Afiqah Yusuf, Andy Shih y Mayada Elsabbagh. 2022. Global prevalence of autism: a systematic review update. *Autism Research*, 15, (mayo de 2022), 778-790, 5, (mayo de 2022). doi: 10.1002/AUR.2696.
- [12] Ayed H. Ziadat, Abdellatif Khalaf Alramamneh y Obaid Abdelkarim Al-Sabayleh. 2022. Dance movement-based intervention reduces stereotypical behavior in children with autism spectrum disorder. *European Journal of Educational Research*, 11, (jul. de 2022), 1877-1885, 3, (jul. de 2022). doi: 10.12973/EU-JER.11.3.1877.

Information Consumer Experience Evaluation Methodology

María Paz Godoy
Escuela de Ingeniería en
Información y Control de Gestión
Universidad de Valparaíso
Chile
mariapaz.godoy@uv.cl

Cristian Rusu
Escuela de Ingeniería en
Informática
Pontificia Universidad Católica de
Valparaíso. Chile
cristian.rusu@pucv.cl

Toni Granollers
Escola Politècnica Superior
Universitat de Lleida
España
toni.granollers@udl.cat

ABSTRACT

The present study focuses on the creation and validation of a methodology for the analysis of the Information Consumer Experience (ICX). This approach involves examining the interaction of consumers with information products, systems, and services within the context of their respective work organizations. Unlike previous perspectives such as User Experience (UX) and the Technology Acceptance Model (TAM), ICX takes into account all interactions, including those that would normally go unnoticed. The proposed methodology integrates techniques from the Customer Experience (CX) domain. These techniques facilitate the recognition of consumer needs and profiles, the analysis of touchpoints, and the evaluation of the consumption experience. In this way, the methodology provides a comprehensive view of user interactions.

KEYWORDS

Customer Experience - Information Consumer Experience - Information Management - Customer Journey Map.

1 Introduction

Into an organization, employees from several departments such as sales, people management, financial, operations, executive, among others, uses information to do their daily work and decision making [1–5], that generally are administrated by informatic or analytics departments. The consumption of information from employees within an organization is composed by several information products, systems, and services. In this regard, the Information Consumer eXperience (ICX) concept involves all the perceptions of organization members when they use information products, systems and service to do their job [6]. Proposed as an extension of CX, ICX could be seen as the analysis of the interaction between employees or departments (consumers of information, as a customer role) and the organization or information providers departments (as a company role) [].

2 Objectives

In this section the general and specific objectives of this doctoral thesis are described.

2.1 General Objective

The main objective for this thesis is to develop a methodology to evaluate the experience of information consumers within an organization. This evaluation methodology aims to offer a new tool to organizations and researchers to analyze and evaluate the experience of their information consumers in different organizations. Also, the results of this evaluation could be useful to generate strategic improvement plans for information systems, services, and data management into organizations.

2.2 Specific Objectives

To accomplish the main objective described above, it is necessary to fulfill a set of specific objectives, which allow to collect and validate all the components that allows to address ICX evaluation. These specific goals are defined below:

- S.O.1 Define Information Consumer eXperience (ICX) as a new concept, which emerges from the Consumer eXperience (CX) approach.
- S.O.2 Design a methodology to evaluate the Information Consumer eXperience within an organization, in a working context.
- S.O.3 Validate that the proposed methodology effectively evaluates the perception of the Information Consumer Experience.

3 Literature Review

Existing literature studies employee experiences and information usage separately. To address this gap, we developed an approach, Information Consumer Experience (ICX), based on Consumer Experience (CX). Our systematic review includes articles from 2012-2022 across four databases. Through this review, we aimed to define ICX, identify factors that influences ICX into organization, and search for evaluation methods. From 127 works, we discerned ICX-related concepts, research approaches, and evaluation methods. Our review led to a formal ICX definition derived from CX, and we propose future ICX research, considering identified factors and ICX methods, as ICX is a specific case of CX.

4 Experimental Works

For this thesis, we schedule three experimental study cases to be performed. These three experimental works jointly highlight the critical importance and complexity of Information Consumer Experience (ICX) within organizational environments. The first study investigates ICX within a Chilean university, identifying specific consumer needs, behaviors, and their interactions with several information systems. The results of this work shows that the consumers generally have a positive experience despite certain access issues. The second work underscores the pivotal role of data and knowledge management in decision-making processes, revealing the primary elements contributing to ICX such as involved departments, participants, and the information systems, and services they utilize. In this work we identified notable consumer pain such as high complexity in information searching and a preference for well-known systems over new specialized ones. In our third research we propose a system to improve the information management into a Chilean organization, addressing data quality issues, and enhancing information consumer experience. This system provides a centralized information integration process to offer high quality data to all consumers within the organization. Collectively, these three studies pointed out a set of ICX facets, offering insights for organizations to improve their internal data management and consumer experience.

5 Solution Proposal

To assess ICX evaluation, we propose a 3-stage methodology, built on comprehensive literature reviews and previous works. The methodology includes a Characterization Stage, an Experimentation Stage, and concludes with an Analysis Stage. Each stage involves specific processes and evaluations as illustrated in Fig 1.

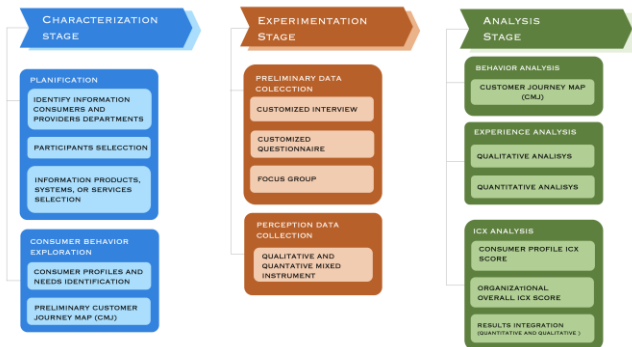


Figure 1. Proposed Methodology for ICX evaluation.

5.1 Characterization Stage

The initial Characterization Stage involves an ICX diagnosis. This stage includes a Planification sub-stage for selecting three key elements for subsequent stages: Departments, participants, and information products, systems, or services. These elements must be well-defined for accurate methodology application. At the Consumer Behavior Exploration sub-stage, a behavioral diagnosis is performed to identify consumer needs and profiles. Finally, a preliminary customer Journey Map is created, which will be enhanced during the final stage of the proposed methodology.

5.2 Experimentation Stage

The Experimentation Stage aims to generate data using a set of data collection instruments. In the Preliminary Data Collection sub-stage, a survey, an interview, and a questionnaire are conducted (based on the findings from the first stage) followed by a focus group for deeper insights. The subsequent Perception Data Collection sub-stage uses a mixed-method instrument for gathering data on consumer expectations and perceptions.

5.3 Analysis Stage

In the Analysis Stage various data analysis of consumer behavior and perception data are performed. First, a definitive customer journey map is created, Then, we perform a quantitative analysis to derive ICX indicators by consumers profiles and at organizational level. Also, a qualitative analysis is performed to identify potential causes for quantitative results are performed. Finally, this stage concludes by integrating these qualitative and quantitative analyses to generate recommendations for improving organizational ICX.

6 Conclusions and Future Works

This Ph.D. thesis aims to develop an evaluation methodology for Information Consumer Experience (ICX), a complex phenomenon present in organizations, previously understudied and simplified by focus on specific information systems or sharing mechanisms. Preliminary work has identified 11 interaction points between information consumers and organizational information products, systems, or services. A Customer Journey Map (CJM) adaptation has been elaborated, and experimental findings support that ICX can be considered as a specific case of Customer Experience (CX), with its own important characteristics, and adaptable for incorporate CX evaluation methods adaptations such as CJM. The next research steps involve validate our ICX evaluation methodology design, using techniques from the CX domain to analyze the multitude of interactions and experiences of information consumers within organizations.

REFERENCES

- Fischer, H.; Engler, M.; Sauer, S. A Human-Centered Perspective on Software Quality: Acceptance Criteria for Work 4.0. In 744 Design, User Experience, and Usability: Theory, Methodology, and Management; Springer International Publishing, 2017; pp. 570–583. 745 https://doi.org/10.1007/978-3-319-58634-2_42.
- Hou, A.C.; Chen, Y.C.; Shang, R.A. Mutual Relations in ERP Implementation: The Impacts of Work Alienation and Organizational 758 Support in State-owned Enterprise. *Procedia Computer Science* 2016, 100, 1289–1296. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.244>. 759
- Domaszewicz, J.; Parzych, D. Intra-Company Crowdsensing: Datafication with Human-in-the-Loop. *Sensors* 2022, 22, 943. 760 <https://doi.org/10.3390/s22030943.761>
- Fréour, L.; Pohl, S.; Battistelli, A. How Digital Technologies Modify The Work Characteristics: A Preliminary Study. *The Spanish 762 Journal of Psychology* 2021, 24. <https://doi.org/10.1017/sjp.2021.12.763>
- Cumberland, D.M.; Alagaraja, M.; Shuck, B.; Kerrick, S.A. Organizational Social Capital: Ties Between HRD, Employee Voice, 764 and CEOs. *Human Resource Development Review* 2018, 17, 199–221. <https://doi.org/10.1177/1534484318772488>.
- Godoy, M. P., Rusu, C., & Ugalde, J. (2022). Information Consumer Experience: A Systematic Review. In *Applied Sciences* (Vol. 12, Issue 24, p. 12630). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app122412630>.
- Godoy, M. P., Rusu, C., & Ugalde, J. (2022, June). Information Consumer eXperience: A Chilean Case Study. In *Social Computing and Social Media: Applications in Education and Commerce: 24th HCI International Conference 2022, Proceedings, Part II* (pp. 248-267). Cham: Springer International Publishing.

Conferencia Final

Conferencia final

Sensor busca Sentido. Poéticas de Interacción

Patxi Araujo, Artista y profesor en la Facultad de Arte de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

La participación de la dimensión estética es la que hace resonar al objeto técnico más allá de su confinamiento físico, creando conexiones y campos para la comunicación entre datos que, de otra manera, permanecen inconexos en la esfera de lo técnicamente no-operativo o lo no-computable.

Por lo tanto, si se quiere expandir el objeto técnico interactivo al territorio del arte, será porque conjuga esa dimensión como parte de su modo de existencia. Es así que entendemos la dimensión estética como parte de los protocolos, argumentos, relaciones e influencias susceptibles de ser sometidas a operaciones de contagio en entornos HCI.

Esta conferencia busca tender puentes entre el pensamiento técnico y estético, abordando su explicación desde la práctica artística en entornos de programación y construcción de objetos técnicos. Se revisarán algunas obras del autor, señalando la manera en que esos temas, procesos y tiempos se articulan y calibran para construir esa estructura técnico-poética a la cual llamamos objeto de arte interactivo.

Patxi Araujo es Artista y Profesor de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco UPV/EHU. Departamento de Arte y Tecnología.

Siendo su formación la práctica de las bellas artes y la animación experimental, desde 2008 su trabajo se desplaza al territorio de las poéticas de los nuevos-medios, como coartada estética para enfrentarse a lo tecnológico-digital.

Sus primeros trabajos fueron incursiones en el territorio de la interacción y la tecno-magia, desarrollando espacios, objetos y sujetos basados en la investigación del concepto de interfaz.

Ahora su investigación se centra en entidades de software y entornos físicos, en torno al concepto de lo humano y la naturaleza a través de cuerpos, percepciones y metáforas relacionadas con la programación, la robótica, la vida artificial o la simulación. Su obra ha sido reconocida y seleccionada en diferentes bienales, festivales y certámenes de vídeo, animación y new media art.

INTERA CIÓN 2023