



Actas

InteraccióN 2018

XIX Congreso Internacional de  
Interacción Persona-Ordenador

Palma de Mallorca, España, 12-14 Septiembre 2018



**Universitat**  
de les Illes Balears

Departament  
de Ciències  
Matemàtiques  
i Informàtica



Association for  
Computing Machinery

*Advancing Computing as a Science & Profession*





Cristina Manresa-Yee · Ramon Mas (Eds.)

Actas

Interacción 2018

XIX Congreso Internacional de

Interacción Persona-Ordenador

Palma de Mallorca, España, 12-14 Septiembre 2018

Editors

Cristina Manresa Yee  
UIB - Universitat de les Illes Balears  
Palma de Mallorca  
España

Ramon Mas  
UIB - Universitat de les Illes Balears  
Palma de Mallorca  
España

ISBN: 978-84-09-04195-4

2018

## **Prefacio**

La decimonovena edición de la conferencia internacional Interacción 2018 (International Conference on Human-Computer Interaction) tiene como sede a la Universitat de les Illes Balears en Palma (Mallorca) y se realiza entre los días 12 y 14 de septiembre.

El evento está promovido por la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO), una asociación profesional abierta a todas las personas interesadas en la Interacción Persona-Ordenador (IPO) y cuyos principales objetivos son promover y diseminar los avances más recientes en el campo de la IPO y servir de vínculo entre los científicos y profesionales que desarrollen actividades en este ámbito. Además, la conferencia cuenta con el patrocinio y el apoyo de la Universitat de les Illes Balears (UIB), el Departamento de Ciencias Matemáticas e Informática (DMI) en la UIB, la Association for Computing Machinery (ACM) y su capítulo español CHISPA y la Unidad de Gráficos, Visión por Computador e Inteligencia Artificial del DMI de la UIB.

Interacción 2018 pretende proporcionar un foro tanto académico como profesional para el intercambio de ideas y el debate sobre las últimas tendencias en la tecnología interactiva desde una aproximación multidisciplinar. La conferencia incluye sesiones de ponencias de artículos largos y cortos, un coloquio de doctorado, una sesión donde conferenciantes invitados de empresas vienen a dar su visión profesional de la IPO en la empresa privada y una sesión dedicada a los mejores trabajos finales de grado y máster de la 4ª Edición del Concurso de TFG y TFM de AIPO. Además, dentro de la conferencia se organiza el IV EnGendering Technologies Workshop y dos sesiones especiales: “Human-Agent Social Interaction: Design principles and Practices” y “Advances and Challenges in HCI in Agriculture”. En esta edición han participado como conferenciantes invitados Ann Blandford de la University College London (UK) del programa de ACM Distinguished Speakers con la conferencia “An introduction to Human Factors for Health Technologies” y Scott MacKenzie de York University (Canada) con la conferencia “Perspectives on HCI Research: From Ideas to Product”

En esta edición, Interacción está precedida (11 de septiembre), por la segunda Jornada de Trabajo sobre Enseñanza de CHI (CHIJOOTE'18), un grupo de trabajo dedicado específicamente a la enseñanza de la interacción persona-ordenador en el contexto de la comunidad hispano hablante.

En estas actas se recogen los artículos escritos en español. Los artículos escritos en inglés se publican en el ACM Library.

Septiembre 2018

Cristina Manresa-Yee  
Ramon Mas

## Organización

La organización local la ha realizado la Unidad de Gráficos, Visión por Computador e Inteligencia Artificial del DMI de la UIB.

### Comité ejecutivo

#### Presidentes de Interacción 2018

Cristina Manresa-Yee (UIB)

Ramon Mas (UIB)

### Comité de programa

Abascal, Julio (Universidad País Vasco, Spain)

Aciar, Silvana Vanesa (Universidad Nacional de San Juan, Argentina)

Acuña, Silvia (Universidad Autónoma de Madrid, Spain)

Álvarez, Francisco (Universidad Autónoma de Aguascalientes, Mexico)

Andrade, Antonio (Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal)

Arellano, Diana (Filmakademie Baden-Wuerttemberg, Germany)

Baldassarri, Sandra (Universidad de Zaragoza, Spain)

Bez, Marta (Universidad de Rio Grande do Sul, Brazil)

Botella, Federico (Universidad Miguel Hernández, Spain)

Carron, Thibault (University of Savoie, France)

Ceres, Ramón (Instituto de Automática Industrial (CSIC), Spain)

Cetina, Carlos (Universidad de San Jorge, Spain)

Collazos, César (Universidad del Cauca, Colombia)

Coto, Mayela (Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica)

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

de la Rubia, Ernesto (Universidad de Málaga, Spain)

Díaz-Estrella, Antonio (Universidad de Málaga, Spain)

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

Fabregat, Ramón (Universidad de Girona, Spain)

Fernández, Eduardo (Universidad de la República, Uruguay)

Ferré, Xavier (Universidad Politécnica de Madrid, Spain)

Garay-Vitoria, Néstor (University of the Basque Country, Spain)

García, Roberto (Universitat de Lleida, Spain)

García-Pañeda, Xabiel (Universidad de Oviedo, Spain)

Garrido, José Luis (Universidad de Granada, Spain)

Gil, Rosa M. (Universitat de Lleida, Spain)

González, Víctor (Instituto Tecnológico Autónomo de México ITAM, Mexico)

González, Carina (Universidad de la Laguna, Spain)

González, M<sup>a</sup> Paula (CONICET, Argentina)

González, José Mariano (Universidad de Sevilla, Spain)

González, Juan Manuel (Universidad Autónoma de Puebla, México)

Granollers, Toni (Universitat de Lleida, Spain)

Guash, Daniel (Universitat Politècnica de Catalunya, Spain)  
Guerrero, Josefina (Universidad Autonoma de Puebla, México)  
Gutiérrez, Francisco (Universidad de Granada, Spain)  
Haya, Pablo (Instituto de Ingeniería de Conocimiento, Spain)  
Hernán, Isidoro (Universidad Rey Juan Carlos, Spain)  
Jaén, Fco. Javier (Universidad Politécnica de Valencia, Spain)  
Llamas-Nistal, Martín (Universidad de Vigo, Spain)  
López, Juan Miguel (Universidad País Vasco, Spain)  
López-Jaquero, Víctor (Universidad de Castilla-La Mancha, Spain)  
Lozano, María (Universidad de Castilla-La Mancha, Spain)  
M. Fardoun, Habib (King Abdulaziz University, Saudi Arabia)  
Macías, José A. (Universidad Autónoma de Madrid, Spain)  
Madrid, Ignacio (Ilunion Consultoría, Spain)  
Manresa-Yee, Cristina (Universitat de les Illes Balears, Spain)  
Marco, Javier (Universidad de Zaragoza, Spain)  
Martín, Estefanía (Universidad Rey Juan Carlos, Spain)  
Martínez Fernández, Paloma (Universidad Carlos III de Madrid, Spain)  
Mas-Sansó, Ramon (Universitat de les Illes Balears, Spain)  
Mendes, Antonio José (Universidad de Coimbra, Portugal)  
Molina-Massó, J. Pascual (Universidad de Castilla-La Mancha, Spain)  
Montero, Francisco (Universidad de Castilla-La Mancha, Spain)  
Mor-Pera, Enric (Universidad Oberta de Catalunya, Spain)  
Mora Carreño, Alberto (Universitat Oberta de Catalunya, Spain)  
Morán, Alberto (Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Mexico)  
Moreno, Lourdes (Universidad Carlos III de Madrid, Spain)  
Muñoz, Jaime (Universidad Autónoma de Aguascalientes, Mexico)  
Oliva, Marta (Universitat de Lleida, Spain)  
Ortega, Manuel (Universidad de Castilla-La Mancha, Spain)  
Paderewski, Patricia (Universidad de Granada, Spain)  
Padilla Zea, Natalia (Universidad Internacional de La Rioja, Spain)  
Palanque, Philippe (Universidad Paul Sabatier, France)  
Panach, José I. (Universidad Politécnica de Valencia, Spain)  
Pastor, Óscar (Universidad Politécnica de Valencia, Spain)  
Penichet, Víctor (Universidad de Castilla-La Mancha, Spain)  
Peñalver, Antonio (Universidad Miguel Hernández, Spain)  
Perales, Francisco J. (Universitat de les Illes Balears)  
Perdomo, Inmaculada (University of La Laguna, Spain)  
Plaza, José Antonio (Instituto de Microelectrónica de Barcelona, Spain)  
Pons, Claudia (Universidad Nacional de La Plata, Argentina)  
Ponsa, Pere (Universitat Politècnica de Catalunya, Spain)  
Pow, José A. (Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú)  
Puerta, Angel (RedWhale Software, USA)  
Redondo, Miguel A. (Universidad de Castilla-La Mancha, Spain)  
Reis, Rosa (Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal)  
Reyes, Arcadio (Universidad de Málaga, Spain)  
Ribera, Mireia (Universitat de Barcelona, Spain)

Rodríguez-Santiago, Inmaculada (Universitat de Barcelona, Spain)  
Rojas, Luis A. (Universidad Autónoma de Madrid, Spain)  
Rossi, Gustavo (Universidad Nacional de la Plata, Argentina)  
Rusu, Cristian (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile)  
Sánchez, José Luis (Universidad de la Laguna, Spain)  
Sturm, Christian (Hamm-Lippstadt University of Applied Sciences, Germany)  
Talavera, Marina (Hewlett-Packard, Spain)  
Therón Sánchez, Roberto (Universidad de Salamanca, Spain)  
Urquiza Fuentes, Jaime (Universidad Rey Juan Carlos, España)  
Vaz de Carvalho, Carlos (Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal)  
Velázquez, Angel (Universidad Rey Juan Carlos, Spain)  
Vera, Pablo (Universidad Nacional de La Matanza, Argentina)  
Vilanova, Ramón (Universitat Autònoma de Barcelona)  
Winckler, Marco (Université Paul Sabatier, France)  
Zepeda, Sergio (Universidad Autónoma Metropolitana, Mexico)

### **Patrocinadores y colaboradores**

Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO)  
Association of Computer Machinery (ACM)  
CHISPA (Capítulo español de ACM SIGCHI)  
Universitat de les Illes Balears (UIB)  
Departamento de Ciencias Matemáticas e Informática (UIB)  
Unidad de Gráficos, Visión por Computador e Inteligencia Artificial (UIB)



## Tabla de contenidos

Incremento de las capacidades ejecutivas mediante el uso de herramientas interactivas basadas en gestos: Caso de estudio la memoria de trabajo.....	1
<i>T. Alzubi, R. Fernández, J. Flores, M. Duran, M. Cotos</i>	
Modelo TAMUX para la evaluación de HMIs industriales desde la perspectiva del UX y el rendimiento durante la ejecución de tareas.....	7
<i>M. Mazmela, G. Lasa, E. Aranburu, I. Gonzalez, D. Reguera</i>	
PictoEditor: un editor predictivo basado en pictogramas para facilitar la interacción con personas con discapacidad .....	11
<i>G. Méndez, R. Hervás, S. Bautista, P. Galván</i>	
Diseño de experiencias virtuales para usuarios de sitios arqueológicos.....	15
<i>R. Campoverde, P. Ponsa, E. Redondo</i>	
Una identificación de conductas grupales y roles de equipo en ambientes colaborativos de e-learning .....	19
<i>R. Costaguta, D. Missio, M<sup>a</sup> de los Á. Menini, P. Santana-Mansilla, G. Lescano</i>	
Validación de la propuesta metodológica para el diseño de juegos serios orientados a la rehabilitación psicomotriz en niños con discapacidad auditiva .....	27
<i>V. M. Peñeñory, C. A. Collazos, A. F. Bacca, C. Manresa-Yee, S. P. Cano, H. B. Fardoun</i>	
Diseño de un sistema interactivo como apoyo al desarrollo del pensamiento computacional para niños con discapacidad auditiva oralizados.....	35
<i>Juan Sebastián Naranjo, Crithiam Henao, Sandra Cano, Víctor Peñeñory</i>	
Aplicativo móvil para el seguimiento de tratamientos oncológicos de niños de la Fundación Carlos Portela.....	40
<i>J. E. Carabali, A. Solano</i>	
Detección de caídas y desmayos en el hogar a través de interacción basada en movimiento .....	48
<i>A. López Cardo, V. M. R. Penichet, M. D. Lozano, J. E. Garrido</i>	
PICTAR: Una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas.....	53
<i>A. Martín, R. Hervás, G. Méndez, S. Bautista</i>	
InfoState: visualización interactiva del entorno mediante el uso de sensores.....	57
<i>M. Cárdenas Bonnet, S. Bautista</i>	
<b>IV EnGendering Technologies Workshop</b>	
El proyecto “Una ingeniera en cada cole” .....	63
<i>E. Cerezo, N. Ayuso, R. Trillo, B. Masiá, A. C. Murillo, L. Mariscal, L. Ruberte, S. Baldassarri, M. Villarroya, M. Delgado, C. Mayoral</i>	

Las emociones académicas en las mujeres que aprenden a programar: un factor de alta relevancia en el sector software.....	69
<i>B. Grass, M. Coto, C. Collazos, P. Paderewski</i>	
Algunas reflexiones sobre género en el desarrollo y uso de videojuegos .....	75
<i>N. Medina-Medina, P. Paderewski, E. Cerezo, B. Cebrian, F. Gutiérrez-Vela</i>	
Metodologías de diseño de software sensibles al género para la Ingeniería, la Innovación Responsable y la Interacción.....	79
<i>C. S. González-González, R. M. Gil Iranzo, P. Paderewski, N. Padilla-Zea</i>	
Mujeres en las tecnologías, tiempo para trabajar, tiempo para vivir .....	87
<i>Ana M. González Ramos, Laura Lamolla Kristiansen</i>	
Educando para la igualdad en la universidad: experiencias de innovación docente en la enseñanza de la informática .....	91
<i>C. S. González-González, A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo, J. Mena</i>	
<b>Coloquio de doctorado</b>	
Marco de desarrollo de interfaces de usuario de sistemas interactivos basados en distribución de contenido de vídeo .....	99
<i>A. Ruiz, J.L. Arciniegas, W. J. Arciniegas</i>	
Validando el impacto del diseño de experiencias para promover las intervenciones persuasivas que fomentan la eficiencia energética en los entornos de trabajo Inteligentes.....	101
<i>A. Irizar-Arrieta, D. Casado-Mansilla, A. Retegi</i>	
<b>Concurso Trabajos Finales de Grado (TFG) y Trabajos Finales de Máster (AIPO)</b>	
<b>Premio al mejor Trabajo Fin de Grado</b>	
Diseño e implementación de una red social en tiempo real basada en el diseño centrado en el usuario .....	103
<i>A. Espinosa Sánchez</i>	
<i>Dirigido por M. Ribera Turró</i>	
<b>Premio al mejor Trabajo Fin de Máster</b>	
Técnica de conformación de grupos en escenarios de aprendizaje colaborativo basada en rasgos de la personalidad para la enseñanza de la programación.....	105
<i>O. Revelo Sánchez</i>	
<i>Dirigido por J. Jimenez Toledo y C. Collazos Ordoñez</i>	
<b>Accésit al Trabajo Fin de Grado</b>	
Sensores fisiológicos para la evaluación de aplicaciones interactivas.....	107
<i>B. Aguas Luzón</i>	
<i>Dirigido por S. Baldassarri</i>	

**Accésit al Trabajo Fin de Máster**

TowerCrash! Un videojuego de Realidad Aumentada centrado en técnicas de interacción novedosas ..... 109

*D. Pérez Gázquez*

*Dirigido por F. L. Gutiérrez Vela y P. Paderewski Rodríguez*

# Incremento de las capacidades ejecutivas mediante el uso de herramientas interactivas basadas en gestos: Caso de estudio la memoria de trabajo.

TAREQ ALZUBI  
CITIUS, Universidad de Santiago de  
Compostela.  
Spain.

RAQUEL FERNÁNDEZ  
Dept. Psicología, Universidad de la  
Coruña.  
Spain.

JULIÁN FLORES  
CITIUS, Universidad de Santiago de  
Compostela.  
Spain.

MONTSERRAT DURAN  
Dept. Psicología, Universidad de la  
Coruña.  
Spain.

MANUEL COTOS  
CITIUS, Universidad de Santiago de  
Compostela.  
Spain.

## ABSTRACT

En el presente trabajo se presenta el estudio del uso del aprendizaje mediante videojuegos interactivos basados en gestos (GIGL) para la estimulación de la memoria de trabajo (MT) en niños de 5-6 años. La investigación se desarrolló utilizando un diseño cuasi-experimental con una prueba previa y una prueba posterior, mediante un grupo experimental y un grupo de control a través de tres fases; evaluación previa de las habilidades del alumno; uso de la tecnología GIGL por parte del grupo experimental y una fase final de evaluación. En las fases de evaluación, la memoria de trabajo se midió utilizando el test de Corsi. Los resultados proporcionan una clara evidencia de que el uso de estas tecnologías mejoró la memoria de trabajo. Podremos concluir que los estudiantes que usaron la tecnología (GIGL) muestran un aumento significativo en su rendimiento de aprendizaje en la habilidad memoria de trabajo frente a aquellos que realizaron actividades normales en la escuela.

## CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **User models; Interaction techniques;**

## KEYWORDS

Aprendizaje interactivo basado en gestos, memoria de trabajo, educación infantil, interacción hombre máquina

### ACM Reference Format:

TAREQ ALZUBI, RAQUEL FERNÁNDEZ, JULIÁN FLORES, MONTSERRAT DURAN, and MANUEL COTOS. 2018. Incremento de las capacidades ejecutivas mediante el uso de herramientas interactivas basadas en gestos: Caso de estudio la memoria de trabajo. In *Interacción 2018: XIX International Conference on Human Computer Interaction, September 12–14, 2018, Palma, Spain*. ACM, New York, NY, USA, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/3233824.3233826>

## 1 INTRODUCCIÓN

La interacción humano-computadora (HCI) es un campo de investigación centrado en definir los paradigmas de comunicación entre los seres humanos y la tecnología, tratando de comprender las reglas que un humano usa para comunicarse con las computadoras.

*Interacción 2018, September 12–14, 2018, Palma, Spain*  
2018. ACM ISBN 978-1-4503-6491-1/18/09.  
<https://doi.org/10.1145/3233824.3233826>

Este conjunto de técnicas posee un amplio espectro de aplicaciones que van desde aplicaciones médicas, industriales o educativas hasta aplicaciones lúdicas.

En los últimos años, la industria del videojuego, en busca de mejores experiencias, ha desarrollado un conjunto de nuevos dispositivos y tecnologías que permiten a los usuarios una interacción más natural que la que proporcionan un game-pad, un teclado o un ratón. Estos dispositivos, como Kinects, Wii mote o Playstation move controller [1] permiten conocer la posición del cuerpo y las manos de los jugadores reconociendo sus movimientos y gestos. Este tipo de elementos permiten desarrollar nuevas aplicaciones que aumentan la inmersión del usuario, su motivación, proporcionando juegos más divertidos[2, 3].

Estas ideas, nuevos paradigmas de HCI, juegos y dispositivos de interacción, se pueden combinar para desarrollar aplicaciones denominadas genéricamente juegos interactivos basados en gestos (GIGL), que buscan la mejora del rendimiento del aprendizaje a través de los juegos interactivos. Estas técnicas son especialmente interesantes en educación infantil por varias razones; pero es especialmente destacable que estos recursos tecnológicos permiten la supervisión por parte de los profesores mientras los alumnos resuelven las tareas asignadas y obtienen un feedback en tiempo real [4] y que los estudiantes pueden usar su cuerpo para interactuar lo que aumentará su motivación y su actividad física. Muchos estudios demuestran que este tipo de herramientas favorecen el aprendizaje [5–7] en diferentes rangos de edades y aumentan las capacidades motoras [8, 9].

No obstante, existen otro tipo de capacidades que deben estimularse para lograr una educación integral, en especial, en los primeros años de escolarización. En este sentido, las funciones ejecutivas (FE) son habilidades cognitivas que facilitan el razonamiento, la autorregulación, el establecimiento de objetivos o la toma de decisiones. Hay tres tipos principales de FE; memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva [10]. La memoria de trabajo (MT) es un sistema cognitivo que permite manipular y recordar una cantidad limitada de información durante un breve período de tiempo [11].

La principal contribución de este trabajo es probar que las FE, concretamente la memoria de trabajo, pueden mejorarse mediante la

utilización de GIGL. Para verificar la presente hipótesis se ha desarrollado una investigación empleando un diseño cuasi-experimental con pre-test y con post-test con un grupo experimental (GE) y con un grupo control (GC). El GE recibió una intervención educativa específica con GIGL, mientras que el GC no recibió dicha intervención, actuando como elemento control del efecto de la intervención. Antes y después de la intervención educativa el alumnado se evalúa mediante la aplicación del test Corsi [12]. Tras la implementación del programa se emplearon los mismos instrumentos para valorar los efectos de la intervención educativa en la variable objeto de estudio.

En las siguientes secciones se describe el diseño y la implementación de las aplicaciones desarrolladas. En primer lugar, se presenta una revisión bibliográfica, donde se detallan los conceptos principales utilizados en este trabajo. En la sección 3, se proponen las metodologías, se discuten el diseño e implementación de la aplicación y para finalizar se presentarán los resultados, las conclusiones, así como futuras líneas de trabajo.

## 2 FUNCIONES EJECUTIVAS

Las FE incluyen un conjunto de procesos subyacentes al comportamiento consciente y planificado dirigido a los objetivos. Están asociadas con la respuesta a situaciones nuevas o difíciles y a la capacidad de inhibir los comportamientos que nos alejan del objetivo perseguido, a través del control deliberado del pensamiento, las emociones y las acciones [13]. Como señala Carlson [14], las FE se refieren a procesos cognitivos autorregulatorios de alto nivel que ayudan en la supervisión y el control del pensamiento y la acción. Estas habilidades incluyen control inhibitorio, planificación, flexibilidad atencional, corrección y detección de errores y resistencia a la interferencia.

## 3 APRENDIZAJE BASADO EN GESTOS

En GBL, el proceso de aprendizaje ocurre por la interacción entre usuarios y el medio que les rodea, en el caso que sea asistido por computador la interacción se realiza con éste. En este caso los gestos del usuario deben ser escaneados por una serie de dispositivos que permiten conocer la localización del mismo en tiempo real. En los últimos años dispositivos tales como Microsoft Kinect, Asus Xtion Pro y Wii Remote, heredados directamente de la industria de los videojuegos, han permitido un desarrollo mayor de este tipo de aplicaciones. En nuestro caso utilizaremos un controlador Kinect V1, este dispositivo de seguimiento se basa en el tiempo de vuelo de cámara [15] lo que permite obtener una imagen de profundidad del entorno en tiempo real que es empleada para determinar los gestos desarrollados. Este dispositivo incluye una serie de paquetes software Kinect Studio V2.0 y Visual Gesture Builder, que pueden ser utilizados para realizar un seguimiento del cuerpo y reconocer gestos.

Por otra parte, el desarrollo de juegos serios es actualmente uno de los tópicos de investigación más populares, ya que permite una participación activa y mejora el proceso de aprendizaje. Prensky's [16] define un juego serio por ordenador como una aplicación que incorpora contenido educativo e involucra a los alumnos activamente. Éste tipo de sistemas debería presentar doce características básicas; diversión, reglas del juego, objetivos, interactividad,

retroalimentación, adaptación, finalización por victoria, desafíos, resolución de problemas, interacción, representación y narración. En la actualidad, el aprendizaje basado en el juego y el aprendizaje basado en gestos se utilizan en conjunto para conectar el aprendizaje, la motivación y la actividad física como numerosos autores apuntan [17–19].

## 4 HARDWARE Y SOFTWARE

### 4.1 Hardware

El hardware utilizado está compuesto por un ordenador de sobremesa, un dispositivo Kinect y una pantalla de grandes dimensiones. El usuario se sitúa enfrente de la pantalla y realiza la intervención educativa específica Figura 1.

### 4.2 Software

El programa de intervención está compuesto por nueve aplicaciones; todas ellas presentan una arquitectura similar. El núcleo del software está desarrollado bajo una aplicación que utiliza el motor gráfico Unity3D [20]. Unity3D es uno de los motores gráficos más populares, utilizado principalmente para el desarrollo de videojuegos. La lógica del sistema ha sido incorporada a dicho motor mediante la programación de scripts en lenguaje C# adaptados a las peculiaridades de cada una de las aplicaciones. Los datos de las diferentes experiencias se almacenan en la base de datos MySQL lo que incluye la información necesaria para reproducir las experiencias, sus resultados y los perfiles de usuario.

Puesto que el sistema ha sido desarrollado para ser utilizado por niños de muy corta edad, el tipo de interacción debe ser muy simple. Por lo tanto, usaremos únicamente un pequeño conjunto de gestos: seleccionar, arrastrar y soltar. No obstante, debido a las características especiales de los niños (altura, longitud de los brazos, tamaño de la mano e incipiente desarrollo de la motricidad fina) el reconocimiento de gestos debe volver a ajustarse. El proceso seguido para la incorporación de estos gestos, mediante Kinect Studio V2.0 y Visual Gesture Builder, es el siguiente:

- (1) El niño frente al sistema debe de repetir varias veces el mismo gesto; grabando una serie de ejemplos. Para estos registros se utilizó el Microsoft Kinect Studio V2.0 [21]. Al menos, se necesitan dos secuencias de movimiento para cada gesto, ya que al menos una se usará para entrenar el sistema y la otra como prueba para verificar la efectividad del reconocimiento.
- (2) Se marca el principio y el fin de cada gesto por un experto.
- (3) Se entrena el sistema para el reconocimiento utilizando el algoritmo de Adaboost [22] y se verifica utilizando los resultados obtenidos.

## 5 DISEÑO DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE, METODOLOGÍA DE LA APLICACIÓN

### 5.1 Participantes

Para la elaboración de este estudio se seleccionaron 60 niños y niñas del C.E. I.P. Ponte dos Brozos, España. Los participantes cursaban el tercer nivel del segundo ciclo de educación infantil y sus edades están comprendidas entre los cinco y los seis años de edad. Los

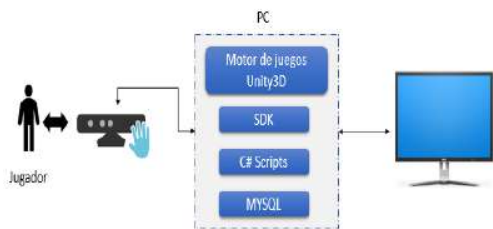


Figure 1: arquitectura del sistema.

participantes se dividieron en dos grupos. En el GE había 15 niños y 15 niñas y en el GC había 14 niños y 16 niñas.

## 5.2 Actividades

El programa de actividades está compuesto por dos bloques. En el primer bloque, que corresponde a la sesión inicial, se desarrolla una presentación de la tecnología, la metodología de trabajo y una prueba con una actividad a fin de que puedan conocer su funcionamiento. En un segundo bloque, las nueve tareas del programa de intervención educativa se llevarán a cabo por el GE. Los estudiantes del GE, en diferentes tipos de agrupamientos (individuales, en parejas o en grupos de cinco) realizaron tres sesiones semanales de treinta minutos en una clase específica de la misma escuela. La duración del tratamiento fue de cuatro meses, por lo que cada participante hizo un total de veinte sesiones.

El programa de aprendizaje se ha organizado en nueve actividades (juegos). Las actividades se diseñaron para combinar el modelo IPO con las premisas de Prensky para el desarrollo de juegos. Las tareas implementadas son las siguientes:

- (1) Coge el pez. Se muestra el fondo del mar y un pez nadando en el mismo y aparece un número que el niño deberá recordar. El alumno debe capturar tantos peces como el número mostrado. En esta tarea se ponen en juego diferentes conceptos, como el concepto de número y el concepto de suma, y diferentes habilidades, especialmente la MT.
- (2) Ábaco. En la pantalla aparecen tres números y tres postes, el estudiante tiene que atrapar y ubicar en cada poste un número de bolas igual al número que apareció en ella al inicio del juego. La estimulación se centra en trabajar el concepto de número y la MT.
- (3) La silla. La aplicación muestra una imagen de una mesa y varios niños de la clase alrededor. La aplicación cambia la posición de dos de las imágenes y el estudiante tiene que reubicarlos en la posición correcta. Se realiza una estimulación de la MT ya que el estudiante debe recordar la posición de las imágenes alrededor de la mesa.
- (4) La silla avanzada. Este juego es similar al anterior, la diferencia es que todas las imágenes cambian de posición y no solo dos.
- (5) Contando por salto. El estudiante tiene que calcular el número correcto en una secuencia de números. Se trabajan los conceptos matemáticos de número y de secuencia que debe ser entendida para completar la serie.

- (6) Número de orden ascendente o descendente. Se presenta una escalera con un número en cada escalón. El niño debe capturar el número y hacer series en función de una pauta dada que podrá ser de orden ascendente o de orden descendente.
- (7) Dentro o fuera. Se muestra un conjunto de imágenes. El jugador tiene que decir si el objeto está dentro o fuera de la clase levantando su mano, es posible conmutar que dentro o fuera sea mano arriba o abajo. En esta tarea se pone en juego la MT porque el alumnado tendrá que recordar el número de objetos de dentro y de fuera del aula.
- (8) Buceo. De nuevo, se presenta una escena bajo el mar. Aparecen varios peces de diferentes colores y un círculo de color que indica el color del pez que debe capturarse. El color puede cambiar durante el desarrollo de la tarea. Con esta tarea se trabaja la MT porque los estudiantes tendrán que recordar el color de los objetos que deben capturar.
- (9) Avatares. Dos estudiantes participan en la actividad conjuntamente. Se muestran dos avatares con dos bolas de colores en la parte superior. En la pantalla se ven dos marionetas en la parte inferior derecha, una correspondiente a cada alumno. Estos avatares se moverán y cuando las bolas sean verdes los niños tienen que seguir su movimiento y cuando las bolas son de color rojo deben permanecer estáticos. Se potenciará el desarrollo de la MT porque los alumnos tendrán que recordar los movimientos de los muñecos para poder reproducirlos posteriormente.

## 6 DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Tal y como se ha indicado anteriormente se ha desarrollado una investigación empleando un diseño cuasi-experimental con pre-test y con post-test con un grupo experimental y con un grupo de control. El protocolo se desarrolla en estos pasos:

- (1) Los 60 niños fueron evaluados con la prueba de Corsi.
- (2) Se desarrollan dos grupos, para lo cual, en primer lugar, se realiza un análisis clúster para hacer los grupos y luego una ANOVA para verificar que ambos grupos son homogéneos.
- (3) El GC continúa con la educación ordinaria mientras que el GE desarrolla el programa de actividades GIGL.
- (4) Al final, las habilidades de los niños se evalúan nuevamente.
- (5) Se desarrolla el análisis estadístico inter / intragrupos.

En primer lugar, era necesario verificar que los dos grupos eran homogéneos en la variable de estudio. Los análisis descriptivos muestran que el GC ha obtenido unas puntuaciones en el pre-test en MT ( $M = 2.733$  y  $DT = 0.7849$ ) similares a las puntuaciones del pre-test del GE ( $M = 2.600$  y  $DT = 0.9861$ ) y los resultados del contraste estadístico muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas en el pre-test entre el GC y el GE ( $U = 407$ ,  $p = 0.514$ ), de lo que se desprende que ambos grupos son comparables en la variable MT (Tabla 1).

En relación con los datos obtenidos en el post-test, los análisis descriptivos muestran que el GC ha mejorado con respecto a la evaluación pre-test. Las puntuaciones post-test del GC en MT ( $M = 2.800$  y  $DT = 0.8867$ ) fueron más altas que las puntuaciones del pre-test ( $M = 2.733$  y  $DT = 0.7849$ ) como se puede observar en la Figura 3. Los análisis muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el pre-test y el post-test en MT ( $Z = -0.203$ ,  $p =$

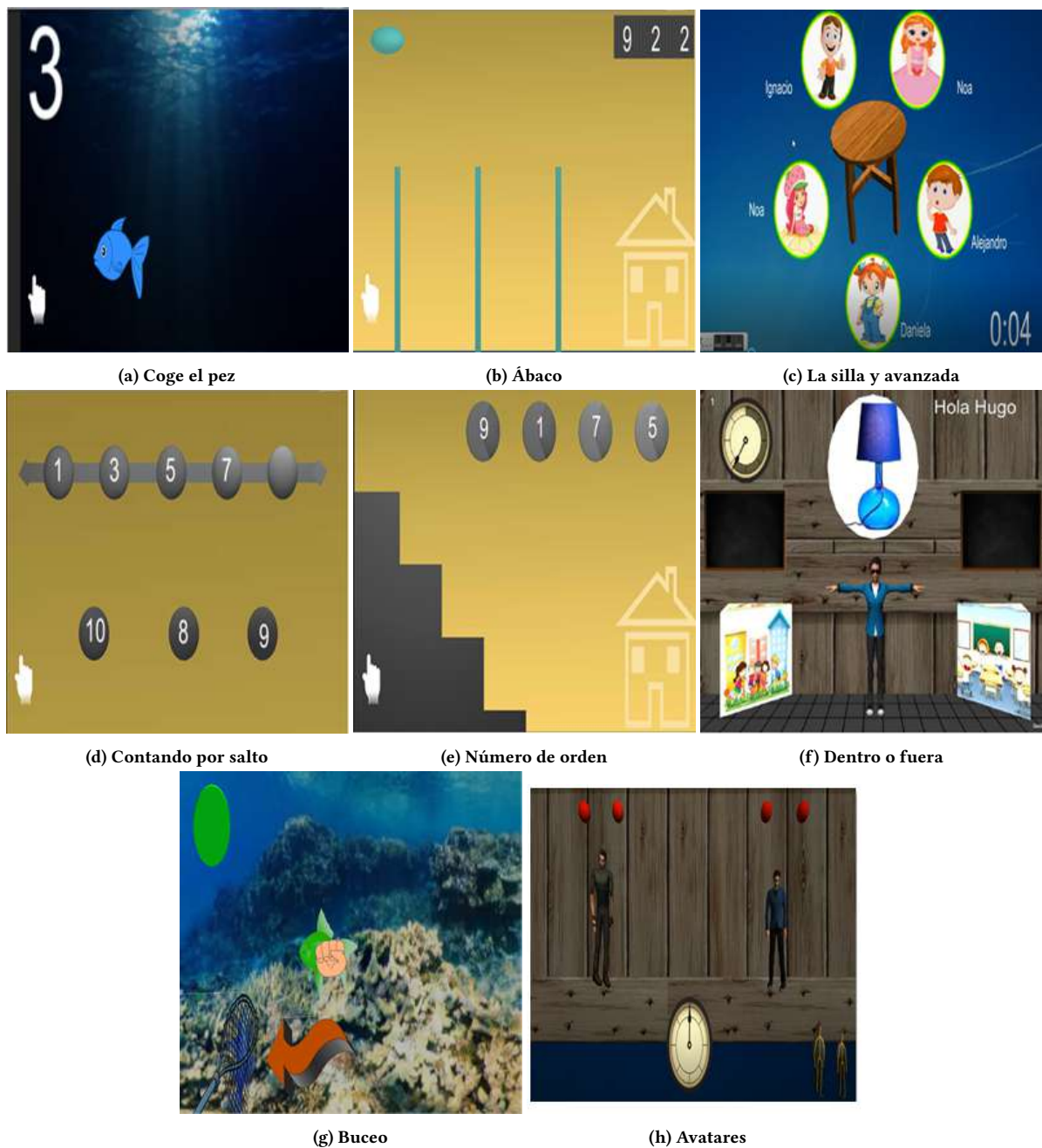


Figure 2: Interfaz gráfica de usuario del sistema basado en juegos.

Table 1: Diferencias intergrupo pre-test en Memoria de Trabajo (MT).

Variable	Grupo	M	SD	Rangos	U
MT	CG	2.73	0.78	31.93	407.00 n.s.
	EG	2.60	0.98	29.07	

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; n.s.: no significativo

0.839) como se puede observar en la Tabla 2. La falta de diferencias estadísticamente significativas se puede deber a que es un proceso cognitivo sobre el que no se suele trabajar en las Escuelas Infantiles, por lo que no se ha producido una mejora a través del proceso de enseñanza-aprendizaje ordinario.

En relación con el GE los análisis descriptivos muestran que el GE ha mejorado con respecto a la evaluación pre-test. Las puntuaciones

post-test del GE en MT ( $M = 4.433$  y  $DT = 0.5979$ ) fueron más altas que las puntuaciones del pre-test ( $M = 2.600$  y  $DT = 0.9861$ ) como se puede observar en la Figura 3. Los contrastes estadísticos realizados en el GE muestran que sí hay diferencias estadísticamente significativas entre el pre-test y el post-test en MT ( $Z = -4.656$ ,  $p = 0.001$ ) como se puede observar en la Tabla 2. Estos cambios pueden ser atribuidos a la intervención educativa en la variable analizada, por lo que el programa de intervención ha obtenido los resultados inicialmente esperados.

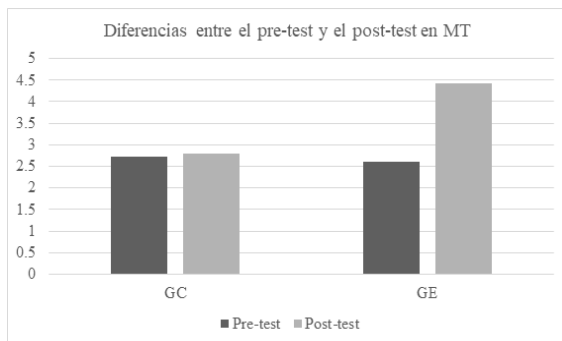


Figure 3: Diferencias entre el pre-test y el post-test en Memoria de Trabajo (MT).

Table 2: Diferencias intragrupo post-test en Memoria de Trabajo (MT).

Variable	Grupo	M	SD	Rangos	Z
WM	CG	2.80	0.88	17.77	-0.20**
	EG	4.43	0.59	43.23	-4.65**

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; n.s.: no significativo

Finalmente, se van a presentar los datos que muestran las diferencias post test entre el GC y el GE. Los análisis descriptivos muestran que el GC ha obtenido unas puntuaciones en el post-test en MT ( $M = 2.800$  y  $DT = 0.8867$ ) inferiores a las puntuaciones del post-test del GE ( $M = 4.433$  y  $DT = 0.5979$ ) y la Prueba de Mann-Whitney muestra que sí hay diferencias estadísticamente significativas entre el GC y el GE en el post-test en MT ( $U = 68$ ,  $p = 0.001$ ) como se puede observar en la Tabla 3. Por lo tanto, sí hay diferencias estadísticamente significativas en función de si el alumnado de educación infantil ha recibido o no intervención educativa con recursos tecnológicos, a favor de la intervención educativa con recursos tecnológicos.

Table 3: Diferencias intergrupo post-test en Memoria de Trabajo (MT).

Variable	Grupo	M	SD	Rangos	U
MT	CG	2.80	0.88	17.77	68**
	EG	4.43	0.59	43.23	

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; n.s.: no significativo

En síntesis, los resultados obtenidos verifican el objetivo de la presente investigación que es que la intervención en MT con recursos tecnológicos mejora el desarrollo de la MT.

## 7 CONCLUSIÓN

Este estudio ha creado un entorno de aprendizaje interactivo virtual para la etapa de educación infantil. Este enfoque combina el modelo de aprendizaje basado en gestos y tiene como objetivo mejorar la MT de los niños en edad preescolar. La investigación presenta una característica significativa, puede desarrollarse individualmente, en parejas y en pequeños grupos. Por lo tanto, puede considerarse como innovador, ya que la mayoría de los programas de tecnología educativa se desarrollan individualmente, en este programa los estudiantes se pueden agrupar disminuyendo los recursos humanos y materiales necesarios.

Este estudio también crea una sesión de actividad física basada en el modelo IPO para motivar el proceso de aprendizaje, a través del cual el instructor puede dar una retroalimentación adecuada basada en el comportamiento del participante individual para fomentar su interés en el contenido y para cumplir la tarea a través del juego. El análisis estadístico de los datos obtenidos a través de la prueba Corsi muestra un aumento significativo de la MT de los niños que han utilizado los recursos tecnológicos. Los valores estadísticos obtenidos muestran que existen diferencias significativas en la MT entre el GC y el GE. Los resultados de la presente investigación están en la misma línea que los resultados presentados [8, 9, 23–26]. Estas diferencias nos permiten profundizar en el conocimiento de la interacción humano-computadora, así hemos podido verificar que el sistema ha realizado una adecuada estimulación de las habilidades, ya que ha permitido que los participantes del GE hayan logrado mejoras estadísticamente significativas en su MT con respecto al GC.

## REFERENCES

- [1] R. Francese, I. Passero, and G. Tortora, "Wiimote and kinect: gestural user interfaces add a natural third dimension to hci," in *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, pp. 116–123, ACM, 2012.
- [2] L. Zheng and Q. Wang, "Analysis and research on somatosensory controller," in *2014 international conference on mechatronics, control and electronic engineering (MCE-14)* Atlantis Press, 2014.
- [3] P.-F. Wu, M.-J. Huang, and N.-W. Chang, "The learning experience of fine art by somatosensory game device," in *Service Science and Innovation (ICSSI), 2013 Fifth International Conference on*, pp. 108–114, IEEE, 2013.
- [4] D. H. Jonassen, J. Howland, J. Moore, and R. M. Marra, *Learning to solve problems with technology*. Pearson Education, 2003.
- [5] C.-H. Cheng and C.-H. Su, "A game-based learning system for improving student's learning effectiveness in system analysis course," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 31, pp. 669–675, 2012.
- [6] A. Meluso, M. Zheng, H. A. Spires, and J. Lester, "Enhancing 5th graders' science content knowledge and self-efficacy through game-based learning," *Computers & Education*, vol. 59, no. 2, pp. 497–504, 2012.
- [7] H.-Y. Sung and G.-J. Hwang, "A collaborative game-based learning approach to improving students' learning performance in science courses," *Computers & Education*, vol. 63, pp. 43–51, 2013.
- [8] N. Vernadakis, M. Papastergiou, E. Zetou, and P. Antoniou, "The impact of an exergame-based intervention on children's fundamental motor skills," *Computers & Education*, vol. 83, pp. 90–102, 2015.
- [9] D. C. Geary, "Early foundations for mathematics learning and their relations to learning disabilities," *Current directions in psychological science*, vol. 22, no. 1, pp. 23–27, 2013.
- [10] J. Kray and N. K. Ferdinand, "How to improve cognitive control in development during childhood: potentials and limits of cognitive interventions," *Child Development Perspectives*, vol. 7, no. 2, pp. 121–125, 2013.
- [11] A. Baddeley, "Working memory: looking back and looking forward," *Nature reviews neuroscience*, vol. 4, no. 10, p. 829, 2003.
- [12] P. Corsi, "Memory and the medial temporal region of the brain," *Unpublished doctoral dissertation*, McGill University, Montreal, QB, 1972.
- [13] W. Hofmann, B. J. Schmeichel, and A. D. Baddeley, "Executive functions and self-regulation," *Trends in cognitive sciences*, vol. 16, no. 3, pp. 174–180, 2012.



- [14] S. M. Carlson, "Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children," *Developmental neuropsychology*, vol. 28, no. 2, pp. 595–616, 2005.
- [15] F. Han, B. Reily, W. Hoff, and H. Zhang, "Space-time representation of people based on 3d skeletal data: A review," *Computer Vision and Image Understanding*, vol. 158, pp. 85–105, 2017.
- [16] M. Prensky, "Digital game-based learning," *Computers in Entertainment (CIE)*, vol. 1, no. 1, pp. 21–21, 2003.
- [17] H. Tüzün, M. Yılmaz-Soylu, T. Karakuş, Y. İnal, and G. Kızılkaya, "The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning," *Computers & Education*, vol. 52, no. 1, pp. 68–77, 2009.
- [18] T. M. Connolly, M. Stansfield, and T. Hainey, "An application of games-based learning within software engineering," *British Journal of Educational Technology*, vol. 38, no. 3, pp. 416–428, 2007.
- [19] Y. Hao, J.-C. Hong, J.-T. Jong, M.-Y. Hwang, C.-Y. Su, and J.-S. Yang, "Non-native chinese language learners' attitudes towards online vision-based motion games," *British Journal of Educational Technology*, vol. 41, no. 6, pp. 1043–1053, 2010.
- [20] Unity3D, "Game engine."
- [21] Microsoft, "Microsoft kinect studio and kinect developer toolkit."
- [22] R. E. Schapire, "A brief introduction to boosting," in *Ijcai*, vol. 99, pp. 1401–1406, 1999.
- [23] L. B. Thorell, A. Veleiro, A. F. Siu, and H. Mohammadi, "Examining the relation between ratings of executive functioning and academic achievement: Findings from a cross-cultural study," *Child Neuropsychology*, vol. 19, no. 6, pp. 630–638, 2013.
- [24] S. W. Toll, S. H. Van der Ven, E. H. Kroesbergen, and J. E. Van Luit, "Executive functions as predictors of math learning disabilities," *Journal of learning disabilities*, vol. 44, no. 6, pp. 521–532, 2011.
- [25] P. N. Fuchs, Y. B. Peng, J. A. Boyette-Davis, and M. L. Uhelski, "The anterior cingulate cortex and pain processing," *Frontiers in integrative neuroscience*, vol. 8, p. 35, 2014.
- [26] I. C. Mammarella, F. Hill, A. Devine, S. Caviola, and D. Szűcs, "Math anxiety and developmental dyscalculia: a study on working memory processes," *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, vol. 37, no. 8, pp. 878–887, 2015.

# Modelo TAMUX para la evaluación de HMIs industriales desde la perspectiva del UX y el rendimiento durante la ejecución de tareas

Maitane Mazmela

DBZ Design Innovation Centre  
Mondragon Unibertsitatea  
Loramendi 4, Arrasate (Spain)  
mmazmela@mondragon.edu

Ganix Lasas

DBZ Design Innovation Centre  
Mondragon Unibertsitatea  
Loramendi 4, Arrasate (Spain)  
glasa@mondragon.edu

Erik Aranburu

DBZ Design Innovation Centre  
Mondragon Unibertsitatea  
Loramendi 4, Arrasate (Spain)  
earanburu@mondragon.edu

Itsaso Gonzalez

DBZ Design Innovation Centre  
Mondragon Unibertsitatea  
Loramendi 4, Arrasate (Spain)  
igonza@mondragon.edu

Daniel Reguera

DBZ Design Innovation Centre  
Mondragon Unibertsitatea  
Loramendi 4, Arrasate (Spain)  
dreguera@mondragon.edu

## ABSTRACT

Este trabajo de investigación presenta un nuevo modelo conceptual para la evaluación del rendimiento de los trabajadores durante la ejecución de tareas mediante HMIs (Human machine interfaces) industriales. El nuevo modelo integra los Modelos de Aceptación Tecnológica, Ajuste Tarea-Tecnología y Experiencia de Usuario en la investigación de la Interacción Humano-Computadora. Para poder evaluar la ejecución de tareas y su impacto en el rendimiento de los trabajadores, este trabajo de investigación toma un enfoque holístico contando con aspectos experienciales relacionados con el comportamiento y emociones de los usuarios y las cualidades instrumentales de las interfaces industriales.

## CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Human computer interaction (HCI)**; HCI theory, concepts and models

## KEYWORDS

TAM, UX, industrial HMI, TTF, HCI

## 1 INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, se han realizado varios estudios para comprender la adopción de las nuevas tecnologías por parte de los usuarios. Gran parte de la literatura en esta área de

investigación analiza las actitudes y creencias de los usuarios para predecir la aceptación de los mismos en relación a la tecnología [1]–[3].

Autores como Legris, Ingham y Collette [4] y Bagozzi [5] han publicado artículos sobre las limitaciones de los Modelos de Aceptación Tecnológica. Coinciden en que en la actualidad no se consideran las variables basadas en emociones, comportamiento social y comportamiento dirigido a objetivos, y hablan de la importancia de añadir el componente experiencial en la investigación sobre la Interacción Humano-Computadora.

La experiencia de usuario también recoge la importancia que las emociones tienen en el conocimiento humano, el proceso de aprendizaje, la toma de decisiones e inteligencia. Se conoce que las emociones positivas pueden aumentar la motivación e implicación de las personas, favoreciendo el desarrollo de trabajadores más activos, críticos, participativos, motivados y con mayor vínculo afectivo respecto a lo que les rodea. Es por ello que se considera interesante integrar esta visión en el nuevo modelo, basado en los modelos TAM, TTF y Componentes de la experiencia de usuario (en adelante CUE).

## 2 MARCO TEÓRICO

Esta sección presenta el marco teórico para el desarrollo del nuevo modelo TAMUX mediante una revisión de cuatro modelos que conforman el nuevo modelo; TAM, TTF, la combinación de ambos modelos y el modelo CUE.

### 2.1 Modelos de aceptación tecnológica (TAM)

El Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) es una adaptación de la Teoría de la Acción Razonada (TRA) [6] y uno de los modelos más utilizados para predecir la adopción y uso de Tecnologías de la Información (en adelante TI) por parte de los usuarios, desarrollado originalmente por Davis y Bagozzi [7]. Se

---

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* 2018, September 12–14, 2018, Palma, Spain  
© 2018 Copyright is held by the owner/author(s).  
ACM ISBN 978-1-4503-6491-1/18/09.  
<https://doi.org/10.1145/3233824.3233837>

considera un modelo ampliamente aplicable, bien establecido y robusto [8]–[10].

El modelo establece que el comportamiento de uso hacia un sistema está determinado por la intención de uso, que se ve afectada por (i) la utilidad percibida; el grado en que una persona cree que el uso de un sistema particular mejorará su desempeño laboral y (ii) la facilidad de uso percibida; el grado en que una persona cree que usar un sistema particular estaría libre de esfuerzo [7]. La investigación de Davis, examina también las variables externas que influyen en la actitud hacia el uso de las TIs [2]. Los efectos de las variables externas en la intención del comportamiento (por ejemplo, características del sistema y capacitación) están mediados por la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida. TAM también postula que la percepción de facilidad de uso influye en la utilidad percibida. Es decir, un sistema más fácil de usar se percibe como más útil.

Los Modelos de Aceptación Tecnológica han evolucionado mucho durante las últimas dos décadas, considerando nuevos factores como antecedentes que determinan la intención de uso. Tal y como señalan Wixom y Todd [11], los intentos de extender el TAM han adoptado tres enfoques diferentes: (a) introduciendo variables externas como antecedentes y moderadores de utilidad percibida y facilidad de uso percibida, (b) introduciendo factores de creencia adicionales y (c) introduciendo factores de modelos relacionados.

Entre los más reconocidos en base a su efectividad, están TAM2 [8], TAM3 [12] y la Teoría Unificada de Aceptación de la Tecnología (UTAUT) [9].

## 2.2 Modelo de ajuste tarea-tecnología (TTF)

En comparación con la investigación relacionada con la adopción y aceptación de la tecnología, la teoría de Ajuste Tarea-Tecnología “*Task-Technology-Fit*” (TTF) tiene como objetivo determinar cómo las tecnologías ayudan a las personas durante la ejecución de sus tareas [13]. El modelo TTF se compone de los siguientes constructos; (i) Características de la tarea, (ii) Características de la tecnología, las cuales afectan conjuntamente al (iii) Ajuste Tarea-Tecnología, que a su vez afecta la variable de resultado; (iv) utilización e (v) impacto en el rendimiento.

Los modelos TTF postulan que las Tecnologías de Información serán utilizadas si se ajustan a las actividades del usuario, ya que los usuarios elegirán aquellas herramientas y métodos que les permitan completar la tarea con el mayor beneficio. La frustración con un sistema o tecnología, esto es, un menor nivel de ajuste entre la tecnología y las tareas, generaría una menor satisfacción y productividad de los empleados. En esta línea, estudios confirman que el Ajuste Tarea-Tecnología y la utilización en su conjunto, impactan en el rendimiento individual [14], [15]. Además, demuestran la relevancia del constructo TTF para evaluar el valor de un sistema de información [13] y evaluar y predecir el uso del sistema [16] y el rendimiento de los usuarios [13].

En los últimos años se han propuesto varias fusiones de la teoría TTF, como la integración con los Modelos de Aptitud para el Uso [16] y el modelo TAM [17], la cual será la base para el

diseño del nuevo modelo propuesto en este trabajo de investigación.

## 2.3 Modelo TAM/TTF

El Modelo de Aceptación Tecnológica [2] y el Modelo de Ajuste Tarea-Tecnología [13] se combinan en el modelo TAM/TTF [17]. El argumento general para combinar los modelos es que recogen aspectos relacionados con la actitud/comportamiento de los usuarios y el enfoque racional.

TAM se enfoca en la tecnología y no en la capacidad de la misma para ayudar a los usuarios a realizar sus tareas, que es el foco central del modelo TTF. En esta línea, una de las contribuciones más importantes del TTF al modelo combinado es que las características de la tarea y la tecnología afectan directamente a la utilización.

El resultado de combinar los dos modelos proporciona un modelo más orientado a entender la utilización de las TIs, analizando conjuntamente la actitud y el ajuste proporcionado. Dishaw y Strong confirman que el modelo ampliado proporciona un mejor ajuste que TAM o TTF solos [17].

## 2.4 La experiencia de usuario (UX)

El UX es un campo de investigación en crecimiento que en los últimos años ha ganado considerable interés. En general, se considera que el campo de investigación del UX incluye todos los factores que afectan a la interacción del usuario durante la experiencia con un sistema o producto, de forma que ayudan a recoger las sensaciones que los usuarios experimentan al interactuar con entornos digitales [18], [19].

En contraste con una visión instrumental orientada a tareas, la investigación UX se centra en las cualidades hedónicas y son varios los autores que hablan de la relevancia de los factores de diseño para generar interacciones y emociones satisfactorias. Jordan [20] y Hassenzahl [21] postulan que, cumpliendo las necesidades psicológicas de los usuarios, la experiencia generada al interactuar con los sistemas digitales será satisfactoria.

Para lograr el éxito de los sistemas digitales y generar respuestas emocionales satisfactorias, se deben considerar aspectos cognitivos y afectivos, además de las relacionadas con la usabilidad, en los procesos de diseño. Por lo tanto, además de sus características funcionales, los sistemas interactivos deben transmitir sentimientos a través de las características de diseño de las interfaces. Para ello, es importante comprender a) los procesos emocionales de los usuarios y b) cómo despertar una emoción a través de una interfaz.

Uno de los modelos que integra los aspectos experienciales e instrumentales, es el modelo Componentes de la Experiencia de Usuario “*Components of user experience*” (CUE) [22]. Este modelo aborda características de la persona, el sistema y la tarea como determinantes de las características de interacción, que determinan la Experiencia de Usuario.

El modelo divide la experiencia durante la interacción en tres componentes: (i) cualidades instrumentales, (ii) cualidades no instrumentales y (iii) respuestas emocionales. Las cualidades instrumentales se refieren a la utilidad y facilidad de uso, y

corresponden a atributos pragmáticos. Las cualidades no instrumentales se refieren a aspectos tales como la estética, y corresponden a atributos hedónicos en el modelo de Hassenzahl [23]. La categoría de cualidades no instrumentales incorpora aspectos que son importantes para los usuarios pero que no están conectados a su rendimiento con un sistema. Las reacciones emocionales en el modelo se caracterizan por múltiples componentes, tales como sentimientos subjetivos, expresiones motoras y evaluaciones cognitivas.

Se considera relevante integrar la visión del UX en el nuevo modelo TAMUX, ya que más allá de la experiencia de uso, la experiencia afectiva impactará en los resultados de rendimiento de los usuarios.

### 3 OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es encontrar relaciones entre las emociones y los diferentes atributos del sistema, usuario y tareas durante la ejecución de tareas en un entorno industrial mediante interfaces industriales. Se quiere analizar cuáles son las características que conducen a diferentes percepciones de cualidades instrumentales y no instrumentales que a su vez causan reacciones emocionales y juicios correspondientes, impactando en el rendimiento de los trabajadores. Para ello, en el presente trabajo de investigación, se analizan los modelos TAM/TTF y CUE como base para modelar el nuevo modelo.

A diferencia de los modelos analizados, el nuevo modelo propone un listado de las características que componen cada constructo. De esta forma, se identificarán las variables que influyen en las respuestas de los usuarios, ofreciendo un diagnóstico sobre las variables que generan problemas durante las interacciones.

### 4 EL NUEVO MODELO TAMUX

Según Horbaeck y Law [24] existe correlación entre el desempeño de los trabajadores y la satisfacción de los usuarios. Hassenzahl [23] argumenta que los conceptos utilitarios como la usabilidad o facilidad de uso, son insuficientes para generar experiencias satisfactorias en usuarios, aunque sean factores importantes para generar experiencias positivas. Es por ello que en el modelo TAMUX se consideran aspectos relacionados tanto con la experiencia afectiva como la experiencia de uso, cogiendo como base los modelos TAM, TTF y CUE.

La elección de los modelos TAM y TTF para el diseño del nuevo modelo se debe a la robustez de los mismos y por conjugar los principales modelos teóricos de análisis en la aceptación de tecnologías y ejecución de tareas.

Otra de las ventajas de aplicar el modelo TTF es que podría servir como una herramienta de diagnóstico, permitiendo identificar problemas durante la ejecución de tareas. Además, es ampliamente aplicable para sistemas digitales ya que el modelo fue diseñado para "evaluar los sistemas y servicios de información de las organizaciones" [13].

Por otra parte, tal y como se indica en un artículo reciente donde se investiga la importancia del UX en páginas web

informativas [25], es razonable incluir factores de aceptación tecnológica y UX en un modelo integral de Experiencia de Usuario para facilitar la predicción de los resultados. Se considera que el modelo CUE es el más adecuado ya que integra aspectos relacionados con el UX y evaluación del sistema.

### 5 FASES Y FACTORES DEL NUEVO MODELO TAMUX

Con el modelo TAMUX (Figura 1), se quiere recoger la percepción subjetiva individual y la reacción emocional de los usuarios durante la ejecución de tareas con HMIs industriales. Para ello, se ha considerado que el proceso consta de tres fases: (i) Contacto y recogida de información (ii) Fase de interacción (iii) fase de interpretación y evaluación.

En el nuevo modelo, se considera que el constructo de ajuste, se mide mediante múltiples factores; (i) características individuales, (ii) características de la tarea y (iii) características del sistema (HMI) que a su vez son influenciados por (iv) el contexto de uso. A continuación, se desglosan uno por uno los factores que componen el TAMUX, describiendo las variables que componen cada constructo.

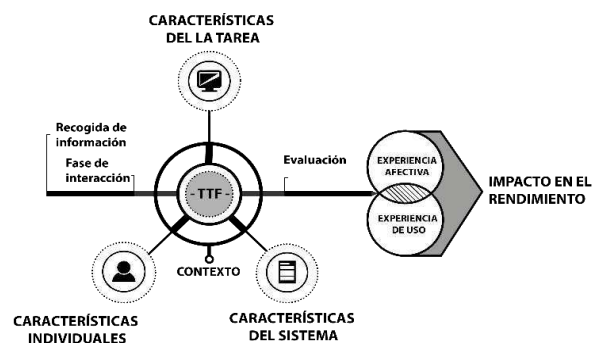


Figura 1: Modelo conceptual TAMUX

En lo que respecta a las características individuales, el nuevo modelo propone tener en cuenta las siguientes variables: predisposición, actitud, capacidad, habilidad, conocimiento, experiencia previa, necesidades del usuario, motivaciones, expectativas, autonomía y título profesional, definidas tras el análisis de los trabajos de Hassenzahl y Tractinsky [26]; Arhipainen y Tähti [27] y Zimmerman [28].

Las características de la tarea se definen de la siguiente forma; cotidianidad de la tarea, interdependencia, criticidad del tiempo, formulación del objetivo de la tarea y exactitud, definidas tomando como base el trabajo de Goodhue y Thompson [29].

En cuanto a las características del sistema, las variables que se definen para el diseño de HMIs industriales son los siguientes: el soporte en el que se visualiza la interfaz (valorando el tipo de máquina, tamaño de pantalla y el dispositivo), el propósito en términos de funcionalidad, contenido, extensión, arquitectura de la información, encontrabilidad de datos, diálogo, navegación,

interfaz gráfica de usuario, movilidad, personalización, grado de autorización ofrecida, atemporalidad y fiabilidad del sistema.

El contexto puede influir durante la interacción de los trabajadores y HMIs, y es por ello que las siguientes variables se deben de tener en cuenta: Espacio, entorno, situación, hora, personas, valores de la empresa, entorno organizacional y sistemas con los que interactúa. Para definir los factores de contexto, el presente trabajo se ha basado en los trabajos de Von Saucken [36] y Hassenzahl y Tractinsky [40].

La experiencia holística que impacta en el rendimiento de los empleados, se define mediante los siguientes factores: (i) La experiencia afectiva; relacionada con la satisfacción del empleado y (ii) la experiencia de uso; donde se evalúa la productividad del empleado.

La experiencia afectiva, esto es, la dimensión motivacional, se define partiendo de las necesidades universales definidas por Sheldon et al. [31]. Para el modelo propuesto en este trabajo de investigación, se consideran las siguientes; autonomía, competencia, vínculo, seguridad y estimulación.

La experiencia de uso, se define mediante las siguientes variables; facilidad de uso, fiabilidad, consistencia, facilidad de aprendizaje "learnability", funcionalidad, memorabilidad, flexibilidad, control de usuario y feedback, protección de error, accesibilidad, confianza y credibilidad, estética (considerando la estética clásica y expresiva), eficiencia y efectividad del sistema.

## 6 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Aunque las innovaciones en el entorno industrial se hayan desencadenado por influencias de mercado o tecnología, el enfoque del UX está tomando relevancia. En el modelo TAMUX se han integrado ambas visiones para garantizar un impacto emocional positivo, generando experiencias satisfactorias durante la interacción y garantizar beneficios a las empresas industriales.

Los modelos analizados, TAM/TTF y CUE han sido integrados en el nuevo modelo TAMUX, de forma que se han descrito todos los constructos que completan el modelo. Se ha considerado relevante describir cada uno de los constructos con las variables que los componen, de forma que facilitará el diagnóstico de la evaluación del HMI y su posterior impacto en el rendimiento, siendo la base para el diseño de nuevas interfaces industriales.

Se considera que la contribución de este trabajo puede ser importante, ya que no existen investigaciones que analicen el rendimiento de los trabajadores desde el punto de vista de la productividad y satisfacción de los mismos.

Las líneas futuras a investigar resultantes del presente trabajo, se centran en testear el modelo TAMUX. Se quiere validar el impacto de cada uno de los constructos en las percepciones de cualidades instrumentales y no instrumentales y conocer qué características influyen en la satisfacción y productividad de los empleados. Además, se considera interesante adaptar el modelo a otra tipología de interfaces.

## REFERENCIAS

[1] D. Robey, "User attitudes and management information system use," *Acad.*

- Manag. J.*, vol. 22, no. 3, pp. 527–538, 1979.
- [2] F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *MIS Q.*, pp. 319–340, 1989.
- [3] R. L. Thompson, C. A. Higgins, and J. M. Howell, "Personal computing: toward a conceptual model of utilization," *MIS Q.*, pp. 125–143, 1991.
- [4] P. Legris, J. Ingham, and P. Colletette, "Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model," *Inf. Manag.*, vol. 40, no. 3, pp. 191–204, 2003.
- [5] R. P. Bagozzi, "The legacy of the technology acceptance model and a proposal for a paradigm shift," *J. Assoc. Inf. Syst.*, vol. 8, no. 4, p. 3, 2007.
- [6] M. Fishbein and I. Ajzen, *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. 1975.
- [7] F. D. Davis, R. P. Bagozzi, and P. R. Warshaw, "User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models," *Manage. Sci.*, vol. 35, no. 8, pp. 982–1003, 1989.
- [8] V. Venkatesh and F. D. Davis, "A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies," *Manage. Sci.*, vol. 46, no. 2, pp. 186–204, 2000.
- [9] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis, and F. D. Davis, "User acceptance of information technology: Toward a unified view," *MIS Q.*, pp. 425–478, 2003.
- [10] S. Y. Yousafzai, G. R. Foxall, and J. G. Pallister, "Technology acceptance: a meta-analysis of the TAM: Part 1," *J. Model. Manag.*, vol. 2, no. 3, pp. 251–280, 2007.
- [11] B. H. Wixom and P. A. Todd, "A theoretical integration of user satisfaction and technology acceptance," *Inf. Syst. Res.*, vol. 16, no. 1, pp. 85–102, 2005.
- [12] V. Venkatesh and H. Bala, "Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions," *Decis. Sci.*, vol. 39, no. 2, pp. 273–315, 2008.
- [13] D. L. Goodhue, R. L. Thompson, and B. D. L. Goodhue, "Task-Technology Fit and Individual Performance," *Mis Q.*, vol. 19, no. 2, pp. 213–236, 1995.
- [14] R. M. Fuller and A. R. Dennis, "Does fit matter? The impact of task-technology fit and appropriation on team performance in repeated tasks," *Inf. Syst. Res.*, vol. 20, no. 1, pp. 2–17, 2009.
- [15] T. J. McGill and J. E. Klobas, "A task-technology fit view of learning management system impact," *Comput. Educ.*, vol. 52, no. 2, pp. 496–508, 2009.
- [16] M. T. Dishaw and D. M. Strong, "Supporting software maintenance with software engineering tools: A computed task-technology fit analysis," *J. Syst. Softw.*, vol. 44, no. 2, pp. 107–120, 1998.
- [17] M. T. Dishaw and D. M. Strong, "Extending the technology acceptance model with task-technology fit constructs," *Inf. Manag.*, vol. 36, no. 1, pp. 9–21, 1999.
- [18] P. Desmet and P. Hekkert, "Framework of product experience," *Int. J. Des.*, vol. 1, no. 1, 2007.
- [19] M. Hassenzahl, S. Diefenbach, and A. Göritz, "Needs, affect, and interactive products—Facets of user experience," *Interact. Comput.*, vol. 22, no. 5, pp. 353–362, 2010.
- [20] P. W. Jordan, "The four pleasures—a framework for pleasures in design," in *Proceedings of Conference on Pleasure Based Human Factors Design, Groningen. The Netherlands: Philips Design*, 2000.
- [21] M. Hassenzahl, "The thing and I: understanding the relationship between user and product," in *Funology*, Springer, 2003, pp. 31–42.
- [22] M. Thüring and S. Mahlke, "Usability, aesthetics and emotions in human-technology interaction," *Int. J. Psychol.*, vol. 42, no. 4, pp. 253–264, 2007.
- [23] M. Hassenzahl, "User experience (UX): towards an experiential perspective on product quality," in *Proceedings of the 20th Conference on l'Interaction Homme-Machine*, 2008, pp. 11–15.
- [24] K. Hornbæk and E. L.-C. Law, "Meta-analysis of correlations among usability measures," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 2007, pp. 617–626.
- [25] G. Aranyi and P. Schaik, "Testing a model of user-experience with news websites," *J. Assoc. Inf. Sci. Technol.*, vol. 67, no. 7, pp. 1555–1575, 2016.
- [26] M. Hassenzahl and N. Tractinsky, "User experience—a research agenda," *Behav. Inf. Technol.*, vol. 25, no. 2, pp. 91–97, 2006.
- [27] L. Arhippainen and M. Tähti, "Empirical evaluation of user experience in two adaptive mobile application prototypes," in *MUM 2003. Proceedings of the 2nd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, 2003, no. 011, pp. 27–34.
- [28] P. G. Zimmermann, "Beyond Usability: Measuring Aspects of User Experience," ETH, 2008.
- [29] D. L. Goodhue and R. L. Thompson, "Task-technology fit and individual performance," *MIS Q.*, pp. 213–236, 1995.
- [30] C. von Saucken, I. Michailidou, and U. Lindemann, "How to design experiences: macro UX versus micro UX approach," in *International Conference of Design, User Experience, and Usability*, 2013, pp. 130–139.
- [31] K. M. Sheldon, A. J. Elliot, Y. Kim, and T. Kasser, "What is satisfying about satisfying events? Testing 10 candidate psychological needs," *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 80, no. 2, p. 325, 2001.

# PictoEditor: un editor predictivo basado en pictogramas para facilitar la interacción con personas con discapacidad

Gonzalo Méndez

Instituto de Tecnología del Conocimiento, UCM  
Facultad de Informática, UCM  
Madrid, Spain  
gmendez@fdi.ucm.es

Susana Bautista

Instituto de Tecnología del Conocimiento, UCM  
Facultad de Informática, UCM  
Madrid, Spain  
subautis@fdi.ucm.es

Raquel Hervás

Instituto de Tecnología del Conocimiento, UCM  
Facultad de Informática, UCM  
Madrid, Spain  
raquelhb@fdi.ucm.es

Paloma Galván

Facultad de Informática, UCM  
Madrid, Spain  
palomagalvan@ucm.es

## ABSTRACT

La comunicación es una necesidad básica de las personas, pero existen numerosas discapacidades que dificultan las posibilidades de comunicación mediante lenguaje natural. Para las personas que padecen alguna de estas discapacidades, los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAACs), incluyendo los que se basan en el uso de pictogramas, constituyen un medio para paliar estas dificultades de comunicación. En este trabajo se presenta PictoEditor, un SAAC para la composición de mensajes con pictogramas con ayuda de un algoritmo de predicción que facilita la selección de los pictogramas a utilizar en los mensajes. Tras realizar una serie de evaluaciones preliminares, los resultados muestran que el algoritmo de predicción facilita la labor de edición de mensajes para los educadores de niños con Trastornos del Espectro del Autismo.

## CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Accessibility technologies; Accessibility systems and tools; User interface management systems; Empirical studies in accessibility;**

## KEYWORDS

editor, predictivo, pictograma, discapacidad, accesibilidad

### ACM Reference Format:

Gonzalo Méndez, Raquel Hervás, Susana Bautista, and Paloma Galván. 2018. PictoEditor: un editor predictivo basado en pictogramas para facilitar la interacción con personas con discapacidad. In *Proceedings of XIX International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACCION 2018)*. ACM, New York, NY, USA, 4 pages. <https://doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn>

## 1. INTRODUCCIÓN

La comunicación rápida y sencilla se ha convertido en un elemento indispensable en nuestras vidas, como lo prueba la proliferación de aplicaciones de mensajería. Sin embargo, sigue habiendo grupos de usuarios que aún tienen dificultades para acceder a este tipo de comunicaciones. Se trata de personas con discapacidad, entre los

que se encuentran aquellos que padecen algún Trastorno del Espectro del Autismo (TEA), quienes encuentran numerosas barreras para poder comunicarse con el resto del mundo, especialmente con familiares, profesores y médicos.

Los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAACs) son una alternativa que ha surgido para paliar estas dificultades. En particular, el uso de pictogramas es un mecanismo bastante extendido en este tipo de sistemas, pues los pictogramas constituyen no sólo un mecanismo para comunicar ideas o sentimientos, sino una herramienta que les permite interpretar, entender y convertir sus ideas en imágenes. El amplio número de pictogramas existentes constituye una enorme ventaja desde el punto de vista de su poder expresivo, pero es también una desventaja por su dificultad de uso. Para vencer esta dificultad a la vez que se mantiene la capacidad expresiva de los mismos, los SAACs deben lograr organizar los pictogramas de manera que facilite que los usuarios puedan encontrarlos con facilidad cuando los necesiten.

En el presente artículo se describe PictoEditor, un editor predictivo de mensajes con pictogramas. La predicción basada en texto es un mecanismo muy utilizado dentro del mundo de los SAACs, pero la basada en pictogramas es aún un campo poco explorado. Los mecanismos de predicción pueden resultar muy adecuados dentro de los SAACs, ya que los usuarios pueden presentar discapacidades intelectuales que les dificulten un manejo fluido de las aplicaciones a su alcance. Además, PictoEditor elabora la predicción en función del uso que cada usuario realiza de la aplicación, de manera que las predicciones estén orientadas a facilitar la comunicación de cada usuario en particular.

## 2. TRABAJO RELACIONADO

Aunque existe una amplia variedad de conjuntos de pictogramas, como Blissymbolics<sup>1</sup>, PCS<sup>2</sup>, Pictogram<sup>3</sup>, Widgit<sup>4</sup>, Beta<sup>5</sup>, y Sclera<sup>6</sup>, el sistema más extendido en España es el diseñado por ARASAAC<sup>7</sup>,

<sup>1</sup><http://blissymbolics.org/>

<sup>2</sup><http://www.mayer-johnson.com/category/symbols-and-photos>

<sup>3</sup><http://www.pictogram.se/>

<sup>4</sup><https://widgit.com/>

<sup>5</sup><https://www.betasymbols.com/>

<sup>6</sup><http://www.sclera.be/>

<sup>7</sup><http://www.arasaac.org/>

*INTERACCION 2018, Septiembre 2018, Palma de Mallorca, España*

2018. ACM ISBN 978-x-xxxx-xxxx-x/YY/MM...\$15.00

<https://doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn>

el portal aragonés de Comunicación Aumentativa y Alternativa, que proporciona una amplia base de datos de pictogramas en español disponible de manera gratuita bajo licencia Creative Commons.

Existen varias herramientas basadas en los pictogramas de ARASAAC con el objetivo de mejorar la comunicación de usuarios con discapacidad. E-Mintza<sup>8</sup> es una aplicación que consta de un tablero de comunicación que reproduce los sonidos asociados a los pictogramas de ARASAAC. La aplicación clasifica los pictogramas en clases semánticas, y cuando el usuario selecciona un pictograma, se reproduce el sonido asociado y el pictograma se añade a una pizarra donde se va formando un mensaje. Azahar<sup>9</sup> es un conjunto de aplicaciones orientadas a que personas con discapacidad mejoren sus habilidades de comunicación, ayudándoles a planificar sus tareas. Al poder usarse en dispositivos móviles, contribuye a mejorar la calidad de vida y la sensación de independencia de estos usuarios. TICO<sup>10</sup> es una aplicación para desarrollar tableros de comunicación interactivos, que consta de un editor y un intérprete. El editor permite crear tableros con pictogramas, sonidos y enlaces a otros tableros. El intérprete permite ejecutar los tableros creados con el editor. AraBoard [2] es un conjunto de herramientas orientado a la creación de tableros con pictogramas e imágenes personalizadas. Su objetivo es ayudar en la planificación de tareas rutinarias, creando y explicando las tareas de manera sencilla. AraWord [1], es un procesador de textos que permite generar tableros simultáneamente con pictogramas y texto, con el objetivo de facilitar la creación de documentos y la adaptación de textos. AraTraductor [3] es un traductor de texto a pictogramas que utiliza técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural para mejorar el proceso de traducción. El texto de entrada se analiza sintácticamente para obtener una traducción lo más parecida posible a la que haría una persona.

Los mecanismos de predicción basada en texto son los más utilizados hasta la fecha para mejorar la eficiencia en la comunicación con SAACs de usuarios con dificultades motoras o de habla [4]. Estos mecanismos varían entre la predicción de palabras [9, 11] y la predicción de frases [5, 10], pasando por el uso de n-gramas [13] o del contexto [8] como base para los algoritmos de predicción. Sin embargo, no existen en la literatura demasiados ejemplos de predicción basada en pictogramas. García et al. [7] describen el diseño de un sistema de comunicación basado en pictogramas para usuarios con problemas de habla que se adapta a los usuarios teniendo en cuenta su ubicación, la hora del día y el interlocutor, de manera que el vocabulario disponible se adapta a la situación, aunque puede ser ampliado por el usuario. Aún así, los autores afirman que el sistema aún no está en funcionamiento. García et al. [6] evaluaron el funcionamiento de Eugénio, un SAAC para el portugués, midiendo los efectos de añadir conocimiento sobre la localización en la predicción basada en pictogramas. El método de predicción se entrenó con un corpus creado por personas sin discapacidad, lo que, según los autores, puede introducir ruido en los resultados de la evaluación.

<sup>8</sup><http://www.policlinicagipuzkoa.com/e-mintza/>

<sup>9</sup><http://www.proyectoazahar.org/>

<sup>10</sup><http://arasuite.proyectotico.es/index.php>

### 3. PICTOEDITOR: UN SAAC PARA EDITAR MENSAJES CON PICTOGRAMAS

PictoEditor es un SAAC para tabletas Android cuyo objetivo es ayudar a usuarios que necesiten comunicarse mediante pictogramas con personas con algún Trastorno del Espectro del Autismo (TEA). Está diseñado para usuarios españoles, por lo que hace uso de los pictogramas de ARASAAC, que van acompañados de la correspondiente palabra y sonido asociado. La aplicación proporciona diferentes vías para poder acceder a los pictogramas, de forma que los usuarios puedan utilizar la que les resulte más rápida y cómoda, y los mensajes resultantes se pueden compartir por las distintas vías que permita el dispositivo utilizado (p.e. correo, mensajería instantánea, etc.). La base de datos de pictogramas está almacenada en un servidor, y los usuarios inicialmente poseen un pequeño subconjunto que se va actualizando a medida que los usuarios necesitan nuevos pictogramas. La base de datos almacena, entre otras características, la categoría gramatical a la que pertenece cada palabra, de acuerdo a un código de colores: naranja para nombres comunes, amarillo para nombres propios, verde para verbos, azul para adjetivos, rosa para elementos sociales y blanco para otros usos. Estas categorías se corresponden de manera aproximada con las etiquetas POS (*part-of-speech*) utilizadas en las aplicaciones de Procesamiento de Lenguaje Natural, y se representan como un recuadro de color alrededor de los pictogramas. Además, en el PictoEditor los pictogramas se han agrupado en temas (p.e. gente, naturaleza, deportes, ...) para facilitar su búsqueda y posterior descarga en la aplicación.

La primera vez que se inicia la aplicación, ésta se descarga una selección de pictogramas de uso común que más adelante se puede complementar con los pictogramas que vaya seleccionando el usuario. La pantalla principal de edición e mensajes se puede ver en la Figura 1.

La parte superior de la pantalla contiene un pequeño tablero donde se puede visualizar el mensaje que está construyendo el usuario. A medida que el usuario selecciona pictogramas para el mensaje, estos se añaden a continuación de los ya seleccionados, y se les añade debajo el texto correspondiente al nuevo pictograma mientras la aplicación lo reproduce en voz alta. Se puede borrar el último pictograma añadido al mensaje presionando el botón de "BORRAR" que aparece al final de la línea de edición.

El área central de la pantalla corresponde a la zona de selección de pictogramas. Este área contiene 9 pestañas, cada una de las cuales contiene uno de los temas en los que se han clasificado los pictogramas. Bajo las pestañas se muestran los pictogramas correspondientes al tema seleccionado. Cuando la aplicación se encuentra en modo de escritura, los pictogramas que se muestran son los que se encuentran en el dispositivo y que el usuario ha utilizado anteriormente. Seleccionando uno de estos pictogramas, se añadirá al mensaje que se está editando. Presionando un pictograma durante unos instantes, es posible eliminarlo del dispositivo. Cuando la aplicación se encuentra en modo de carga, se le muestran al usuario los pictogramas disponibles en el servidor de la aplicación, y seleccionando cualquiera de estos pictogramas el usuario puede descargarlos al dispositivo para poder utilizarlos.

A la izquierda del área de selección de pictogramas se encuentran unos cuadros de colores que se corresponden con los colores asignados a las diferentes categorías gramaticales de ARASAAC. Si



Figura 1: Pantalla de edición de mensajes del PictoEditor

se pincha en cualquiera de los colores, en el área de selección de pictogramas se colocarán en primer lugar los pictogramas disponibles correspondientes a ese color dentro de la pestaña seleccionada.

Finalmente, en la zona inferior de la pantalla se sitúan diversos botones que permiten desplazarse por el área de pictogramas, cambiar entre los modos de carga (para cargar nuevos pictogramas en la aplicación desde la base de datos de pictogramas) y escritura (para editar nuevos mensajes), informar acerca del estado de la conexión a internet y finalizar la edición del mensaje actual, lo que permite al usuario desplazarse a otra pantalla donde puede decidir guardar o compartir el mensaje que ha editado. En este caso, se compone una única imagen que incluye todos los pictogramas utilizados junto con las correspondientes palabra en español.

#### 4. AYUDAS A LA EDICIÓN DE MENSAJES

Se ha dotado a la aplicación de tres características para facilitarle a los usuarios la tarea de editar nuevos mensajes. Dos de ellas se basan en la predicción del siguiente pictograma a utilizar en función del uso previo de la aplicación, mientras que la tercera consiste en la selección de la categoría gramatical del pictograma a utilizar, como se ha descrito en el apartado anterior.

En lo que se refiere a las capacidades de predicción, la aplicación incorpora un algoritmo que predice el siguiente pictograma en base a las secuencias de pictogramas utilizadas anteriormente por el usuario. Este algoritmo se basa en el uso de n-gramas, donde cada n-grama es una secuencia de pictogramas que aparecen seguidos en un mensaje. Estos n-gramas se usan tanto para registrar el uso de pictogramas de manera individual como para identificar las secuencias de categorías gramaticales en los mensajes.

Cada vez que un usuario selecciona un pictograma en el modo de escritura se actualiza un contador con el número de veces que se ha utilizado ese pictograma, construyendo un unigrama que se corresponde con la frecuencia de uso del pictograma. De esta manera, los pictogramas que más se utilizan tienden a agruparse en la parte superior del área de selección de pictogramas, quedando más visibles que los pictogramas que se utilizan con menor frecuencia.

Además, cada vez que se selecciona un pictograma la aplicación construye un modelo de bigramas con la secuencia de categorías gramaticales que suele combinar el usuario. Así, cada vez que el usuario selecciona un pictograma de una determinada categoría gramatical, la aplicación tiende a colocar en la parte superior del área de selección de pictogramas aquellos cuyo color se asocie a la secuencia de pictogramas que suelen seguir al que se acaba de seleccionar. Dentro de cada color, los pictogramas se ordenan de acuerdo a su frecuencia de uso, como se ha explicado anteriormente.

Dado que los sistemas predictivos no aseguran que la sugerencia del sistema sea la más adecuada, se ha dotado a la aplicación de la posibilidad de que el usuario seleccione la categoría gramatical del siguiente pictograma a utilizar en lugar de la sugerida por el algoritmo predictivo. Esto se puede hacer mediante el uso de los cuadros de colores que aparecen a la izquierda de la pantalla, tal como se ha descrito en el apartado anterior. Cuando el usuario selecciona un color, en la parte superior de la pantalla se colocan los pictogramas de ese color, ordenados nuevamente según su frecuencia de uso.

#### 5. EVALUACIÓN

PictoEditor se ha evaluado en dos etapas para valorar tanto su correcto funcionamiento como su adecuación para la comunicación con personas con discapacidad.

Para evaluar el funcionamiento de la aplicación, se ha utilizado un conjunto de frases disponibles en el sitio web de ARASAAC [12]. Se crearon cuatro grupos de treinta pictogramas que se usarían para componer las frases. Cada grupo presentaba unas proporciones en cuanto a colores acordes con el total de la base de datos de ARASAAC. Se decidió limitar el número de pictogramas por grupo dado que tener más de treinta no influía en las medidas que se iban a tomar. Una vez cargados los pictogramas, se procedió al entrenamiento del algoritmo predictivo con tres de los cuatro grupos de pictogramas. Este entrenamiento consistió en la composición de diferentes frases con los pictogramas de cada grupo, para permitir especialmente que se creasen los bigramas con el modelo de predicción por colores. El total de frases usadas en el proceso de



entrenamiento fue de veintiuna. Una vez entrenado el algoritmo, se procedió a la escritura de otras seis frases para las cuales se midió el número de veces en que el color esperado aparece en primer lugar y el número de veces en el que el pictograma buscado se encontraba en la primera fila con respecto al total de operaciones/pulsaciones sobre pictogramas. Para escribir las seis frases fue necesario realizar veintinueve pulsaciones. En veintidós casos, el color esperado fue el primero de la ordenación, lo cual constituye un 72,4% de aciertos. Además, en diecinueve de las veintinueve pulsaciones el pictograma buscado se encontraba en la primera fila de pictogramas sugeridos, lo que supone un 65,5% de aciertos. Cabe considerar que en muchos de estos casos el pictograma que correspondía escribir era un sustantivo (color naranja), los cuales son con diferencia los más comunes, por lo que normalmente ocupan más de una e incluso dos filas del cuadro de selección de pictogramas. En los demás casos, al haber menos pictogramas, suelen estar situados en la primera fila.

La segunda parte de la evaluación se ha realizado con un grupo de educadores pertenecientes a distintos centros de España para niños con TEA. A estos usuarios se les realizó una pequeña presentación de la aplicación y se les propuso que la utilizaran para escribir mensajes habituales en su día a día. Aunque muchos de ellos expresaron su satisfacción con la aplicación, sus comentarios nos permitieron identificar algunos puntos de mejora. El primero de ellos se relaciona con una característica básica que se encuentra en los pictogramas de ARASAAC, como es el color de la categoría gramatical de los pictogramas. Algunos usuarios explicaron que, dado el bajo nivel cognitivo de sus alumnos, la categoría gramatical no les resultaba de utilidad, ya que se comunican en base a conceptos, no a frases, por lo que las categorías distintas a los nombres tenían poca relevancia para ellos.

Por otro lado, es interesante ver cómo los usuarios esperan encontrar un pictograma siempre en la misma posición, por lo que existe un desconcierto inicial cuando el algoritmo predictivo los cambia de lugar, causando que se tarde más en construir los primeros mensajes. Una vez el algoritmo predictivo ha realizado un cierto entrenamiento y su comportamiento se estabiliza, los pictogramas de uso habitual comienzan a aparecer siempre en las primeras posiciones, lo cual posibilita que se encuentren con más facilidad. Además, existen pictogramas que mantienen un orden implícito entre ellos, como pueden ser los que representan números, los días de la semana o los meses del año. En estos casos, el algoritmo predictivo siempre los descoloca, lo que redundaría en que los usuarios tardarían más tiempo en encontrarlos, ya que no se mantiene el orden relativo, por lo que resulta conveniente que en futuras versiones de la aplicación se intente mantener el citado orden.

## 6. CONCLUSIONES

En el presente artículo se ha presentado PictoEditor, un Sistema Aumentativo y Alternativo de Comunicación para la edición de mensajes con pictogramas, con el objetivo de facilitar la comunicación con personas con discapacidad, y más concretamente, con Trastornos del Espectro del Autismo. La mayor novedad que incorpora PictoEditor es que se le ha dotado de un algoritmo de predicción para ayudar en la búsqueda de los pictogramas necesarios para construir los mensajes.

La aplicación se ha evaluado con usuarios reales, y los resultados muestran que, aunque las capacidades de predicción son susceptibles de mejora, suponen un avance notable en la facilidad de uso de este tipo de aplicaciones, ya que el algoritmo predictivo se adapta a cada usuario para facilitarle la utilización de los pictogramas que necesita usar con mayor frecuencia.

Como mejoras futuras se plantea la elaboración de un modelo de n-gramas más complejo para afinar más en la predicción de los siguientes pictogramas a usar, así como la incorporación de algún mecanismo que mantenga el orden relativo de determinados pictogramas. Además, se plantea también la incorporación de mecanismos que identifiquen lugares, momentos del día e incluso el tiempo, de manera que incorporen esta información a los mecanismos predictivos. Finalmente, también se plantea la incorporación de otros mecanismos que ya tenemos desarrollados, como la búsqueda de pictogramas por nombre, lo cual también facilitará la búsqueda tanto a usuarios sin discapacidad como a usuarios con discapacidades leves.

## ACKNOWLEDGMENTS

PictoEditor se enmarca dentro del proyecto IDiLyCo – Inclusión Digital, Lenguaje natural y Comunicación (TIN2015-66655-R) financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO/FEDER).

## REFERENCIAS

- [1] S. Baldassarri, P. Peña, E. Cerezo, and J. Marco. 2014. Estado del Arte en Sistemas de Comunicación Alternativa y Aumentativa. AUTI: Aplicaciones y Usabilidad de Televisión Digital Interactiva..
- [2] S. Baldassarri, J. M. Rubio, M. G. Azpiroz, and E. Cerezo. 2014. AraBoard: A Multiplatform Alternative and Augmentative Communication Tool. *Procedia Computer Science* 27 (2014), 197–206.
- [3] S. Bautista, R. Hervás, A. Hernández-Gil, C. Martínez-Díaz, S. Pascua, and P. Gervás. 2017. AraTraductor: Text to Pictogram Translation using Natural Language Processing Techniques. In *Proceedings of the 18th International Conference of the Spanish Human Computer Interaction Association (Interacción 2017)*.
- [4] N. Garay-Vitoria and J. Abascal. 2006. Text prediction systems: a survey. *Universal Access in the Information Society* 4, 3 (2006), 188–203.
- [5] L. Garcia, L. de Oliveira, and D. de Matos. 2014. Word and sentence prediction: Using the best of the two worlds to assist AAC users. *Technology and Disability* 26, 2, 3 (2014), 79–91.
- [6] L. F. Garcia, L. C. de Oliveira, and D. M. de Matos. 2016. Evaluating pictogram prediction in a location-aware augmentative and alternative communication system. *Assistive Technology* 28, 2 (2016), 83–92.
- [7] P. García, E. Lleida, D. Castán, J. M. Marcos, and D. Romero. 2015. Context-Aware Communicator for All. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*. 426–437.
- [8] D. J. Higginbotham, A. M. Bisantz, M. Sunm, K. Adams, and F. Yik. 2009. The effect of context priming and task type on augmentative communication performance. *Augmentative and Alternative Communication* 25, 1 (2009), 19–31.
- [9] T. Magnuson and S. Hunnicutt. 2002. Measuring the effectiveness of word prediction: The advantage of long-term use. *Speech, Music and Hearing Quarterly Progress and Status Report* 3, 1 (2002), 57–67.
- [10] M. Mitchell and R. Sproat. 2012. Discourse-based modeling for AAC. In *Proceedings of the Third Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies*. Association for Computational Linguistics, 9–18.
- [11] S. Pouplin, J. Robertson, J. Y. Antoine, A. Blanchet, J. L. Kahloun, P. Volle, and D. Bensmail. 2014. Effect of a dynamic keyboard and word prediction systems on text input speed in patients with functional tetraplegia. *Journal of rehabilitation research and development* 51, 3 (2014), 467–480.
- [12] Ana Heredia Sanz. 2010. Frases con pictogramas. [http://www.arasaac.org/inc/public/zip\\_material.php?id\\_material=96](http://www.arasaac.org/inc/public/zip_material.php?id_material=96)
- [13] K. Wiegand and R. Patel. 2012. Non-syntactic word prediction for AAC. In *Proceedings of the Third Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies*. Association for Computational Linguistics, 28–36.

# Diseño de experiencias virtuales para usuarios de sitios arqueológicos

Rafael Campoverde  
Departamento de Representación  
Arquitectónica  
Universitat Politècnica de Catalunya  
C.P. 08028  
España  
rafael.campoverde.duran@upc.edu

Pere Ponsa  
Depto. Ingeniería de Sistemas, Automática e  
Informática Industrial  
Universitat Politècnica de Catalunya  
C.P. 08019  
España  
pedro.ponsa@upc.edu

Ernest Redondo  
Departamento de Representación  
Arquitectónica  
Universitat Politècnica de Catalunya  
C.P. 08028  
España  
ernesto.redondo@upc.edu

## RESUMEN

Este trabajo de investigación está relacionado con el diseño de la experiencia de usuario utilizando tecnologías de realidad mixta, con el objetivo de facilitar a los visitantes de sitios arqueológicos el entendimiento de las construcciones del pasado, de una manera lúdica y entretenida, mejorando su experiencia y grado de satisfacción. La principal aportación de este trabajo consiste en mostrar un proceso para el diseño de experiencias virtuales y la metodología para su evaluación.

## CCS CONCEPTS

• **Computing methodologies~Mixed / augmented reality** • *Human-centered computing~Displays and imagers*

## KEYWORDS

Patrimonio virtual, experiencia de usuario, diseño centrado en el usuario, realidad mixta.

## 1 INTRODUCCIÓN

La experiencia de usuario (UX) es la percepción positiva o negativa que se genera como resultado de la interacción del usuario con un producto o servicio. El diseño de la UX es un proceso que comienza por conocer y empatizar con el usuario, y permite crear productos o servicios con la capacidad de despertar emociones positivas, facilitar los recuerdos y establecer vínculos afectivos entre el usuario y el producto o servicio [1]. En este trabajo se abordan experiencias virtuales efectivas. En la actualidad los límites entre Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV) se difuminan y la mezcla entre estas dos tecnologías da lugar a diferentes interpretaciones de la realidad, por lo que resulta conveniente hablar de Realidad Mixta (RM), ya que es un concepto que engloba los distintos estados existentes entre la realidad y la virtualidad [2-3].

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 2018, September 12–14, 2018, Palma, Spain  
© 2018 Copyright is held by the owner/author(s).  
ACM ISBN 978-1-4503-6491-1/18/09.  
<https://doi.org/10.1145/3233824.3233840>

El presente trabajo se estructura de la siguiente forma. La sección dos aborda las necesidades de usuario en el contexto de diseño de sitios arqueológicos centrados en el usuario. La sección 3 muestra la metodología y herramientas de medición. La sección 4 aporta resultados experimentales a partir de diversas intervenciones realizadas con usuarios. La sección 5 muestra las conclusiones y líneas futuras de trabajo.

## 2 EL DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO

El primer requisito para una ejemplar experiencia de usuario es satisfacer las necesidades exactas del cliente. Luego viene la simplicidad y la elegancia de aquellos productos que producen esa sensación de satisfacción al ser utilizados. La verdadera experiencia del usuario va mucho más allá de dar a los clientes lo que ellos dicen que quieren, o de satisfacer las características de una lista de necesidades. Para lograr la experiencia de usuario de alta calidad, debe de existir una combinación adecuada de múltiples disciplinas, incluyendo la ingeniería, marketing, diseño gráfico e industrial, y el diseño de la interfaz [1].

El diseño UX comienza con la investigación de las necesidades y problemas de los visitantes de sitios arqueológicos, los cuales se incluyen dentro de una categoría más general denominada usuarios del turismo cultural.

Los turistas culturales disfrutan al mismo tiempo que satisfacen su curiosidad, sensibilidad, o afán de conocimiento. Podemos diferenciar tres tipos de turistas culturales:

- Los “especialistas”, que son los que viajan sistemáticamente y de forma regular. Suele darse una relación entre sus actividades profesionales y las prácticas turísticas que realizan. Representan entre el 10 y el 15% de los visitantes;

- Los turistas “muy motivados”, aunque haya otras causas para su viaje turístico, la principal es la cultural. Constituyen entre el 30 y el 40% de los visitantes;

- Los turistas “ocasionales”, grupo en el que se incluyen todos aquellos turistas que, mientras realizan sus vacaciones, desarrollan actividades culturales de forma irregular, para lo que se desplazan un máximo de unos 50 km. Llegan a ser entre el 45 y el 60% de los visitantes. (Greffe, 1999, p. 15 apud Hernández Hernández, 2002, p. 379)[4]. Los turistas clasificados como “especialistas” o “muy motivados” se suelen informar y documentar antes de realizar la visita, por lo que son capaces de comprender la información de

estos lugares de una manera más fácil, sin embargo, es posible mejorar su experiencia haciéndola más entretenida utilizando las tecnologías de RM, de igual manera los turistas “ocasionales” pueden disfrutar de las experiencias virtuales, al mismo tiempo que aprenden sobre la historia del lugar [4].

### 2.1 Necesidades y problemas de los usuarios

A partir de la experiencia del autor principal de este artículo, como profesor universitario de la asignatura de Historia de la Arquitectura en la Universidad Tecnológica Indoamérica en Ecuador, y luego de realizar varias giras de observación y visitas de campo conjuntamente con los estudiantes a los siguientes sitios arqueológicos:

- Pumapungo (Azuay – Ecuador).
- Ingapirca (Cañar – Ecuador).
- Cochasquí (Pichincha – Ecuador)

Se pudo observar que los problemas más frecuentes que tienen los visitantes son los siguientes:

- Los visitantes en general no interpretan de una manera adecuada como estaban construidas las edificaciones en el pasado y deben imaginar cómo era la vida cotidiana en esos lugares.
- Los usuarios no encuentran entretenida la información disponible en los sitios arqueológicos.

En la mayoría de los casos se utilizan métodos tradicionales de información, como pueden ser: maquetas físicas, infografías, material audiovisual, audio guías y visitas guiadas.

## 3 METODOLOGÍA

La metodología se detalla en forma de hipótesis, objetivos y método que se describen a continuación.

### 3.1 Hipótesis

Luego del análisis de la problemática y con la finalidad de buscar una solución a las necesidades y problemas de los usuarios se plantea la siguiente hipótesis:

“Las tecnologías de realidad mixta pueden mejorar significativamente la experiencia de usuario de los visitantes de sitios arqueológicos, incrementando el grado de satisfacción y facilitando su entendimiento”

### 3.2 Objetivos

Tomando en cuenta estos antecedentes se plantean los siguientes objetivos de investigación:

- Mejorar la experiencia de usuario de los visitantes de los sitios arqueológicos, durante la visita al lugar.
- Utilizar las tecnologías de RM para facilitar el entendimiento de cómo estaban construidas las edificaciones y de cómo era la vida cotidiana en los sitios arqueológicos.
- Potenciar el turismo cultural mediante la aplicación de las nuevas tecnologías de RM a los sitios arqueológicos.

### 3.3 Método

La presente propuesta se realiza desde un enfoque mixto de investigación, es decir se utilizará el método cuantitativo y el método cualitativo, de forma conjunta, enriqueciendo de esta manera la investigación, lo que se pretende es resolver la problemática expuesta anteriormente desde diferentes puntos de vista: el método cuantitativo comprobará la hipótesis planteada a partir de los datos numéricos obtenidos en las encuestas y el método cualitativo aportará la información subjetiva necesaria para mejorar la experiencia de usuario de los visitantes de los sitios arqueológicos.

Para la recolección de los datos se diseñó una encuesta compuesta de dos partes. La primera está formada por la Escala de Usabilidad para Sistemas (SUS), que es una herramienta metodológica que sirve para medir la usabilidad, y que consiste en un cuestionario de 10 preguntas y que se evalúan con una escala Likert de cinco opciones de respuesta [5]. En la segunda parte de la encuesta se utilizó el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) que sirve para medir la aceptación del sistema. El propósito del TAM es explicar las causas de la aceptación de la tecnología por parte de los usuarios. Propone que las percepciones de un individuo en la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida de un sistema de información, sean concluyentes para determinar su intención para usar dicho sistema [6].



Fig.1. Formulación inicial del modelo TAM.

El modelo inicial TAM en los últimos años se ha ido modificando y adaptando a las diferentes necesidades de los investigadores Fig. 1 [7]. En el caso del presente trabajo se ha incorporado un componente más al modelo y que tiene que ver con la percepción del disfrute percibido, y el cual sirvió como recurso para medir la UX, quedando la estructura del modelo con los ítems de evaluación de la siguiente manera:

- Utilidad percibida.  
El uso de este sistema mejoró mi entendimiento del sitio arqueológico.  
El sistema me resultó de utilidad.
- Facilidad de uso percibida.  
Creo que el sistema es fácil de usar.  
Mi interacción con el sistema fue clara y comprensible.

- Percepción de disfrute percibido.  
Disfruté con el uso del sistema.  
Aprender con un sistema de este tipo es entretenido.
- Actitud hacia el uso
- El uso del sistema hace que el entendimiento del sitio arqueológico sea más interesante.
- El aprendizaje a través de este sistema me ha parecido aburrido.
- La intención de uso
- Me gustaría utilizar este sistema en el futuro si tuviera la oportunidad.
- Creo que el sistema me permitiría aprender más sobre otros sitios arqueológicos.

#### 4 EXPERIMENTACIÓN.

Para realizar la experimentación se aprovechó un taller que se realizó en el sitio arqueológico de Ampurias, ubicado sobre el golfo de Rosas, en el municipio de La Escala (Girona), y que es uno de los yacimientos arqueológicos más importantes de España.

Este evento fue organizado por el Departamento de Representación Arquitectónica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), y se realizó en el mes de abril de año 2018. Estuvo a cargo de expertos arqueólogos, ingenieros y arquitectos, y en el cual se impartieron explicaciones sobre el uso de las tecnologías de RM para la puesta en valor de sitios arqueológicos.

En este taller se desarrolló un prototipo de RM compuesto de dos partes, la primera parte consistió en la obtención de una imagen equirectangular esférica de 360°, que fue visualizada con la aplicación TurnMe Panorama [8], instalada en un teléfono móvil con sistema operativo Android, utilizando unas gafas de RV tipo Cardboard [9]. Para conseguir la imagen, primero se obtuvo un modelo 3D de la ruinas del sitio, por medio de fotogrametría, se tomaron una serie de fotografías con una cámara GoPro [10] montada en un dispositivo RPAS (Remote Piloted Aircraft System) popularmente conocido como Dron, posteriormente las fotografías se procesaron con una versión de prueba del programa AgisoftPhotoScan [11] Fig. 2, obteniendo el modelo 3D del entorno.

Posteriormente el modelo de las ruinas se fusionó con el modelo 3D de la edificación del ágora y la estoa, el que fue previamente modelado en el programa Sketchup [12]. Para realizar el montaje se utilizó una versión de prueba del programa Twinmotion [13] Fig. 3, el cual sirve para hacer representaciones gráficas 3D, luego de hacer el montaje de los dos modelos 3D se procedió a exportar la imagen equirectangular esférica de 360° Fig. 4.

La segunda parte del prototipo consiste en el propio montaje 3D creado con Twinmotion y que sirvió para explorar de forma virtual la edificación y el entorno en primera persona, utilizando unas gafas de RV HTC VIVE [14] Fig. 5.



**Fig. 2.** Dispositivo RPAS de 6 hélices y ordenador procesando las fotografías.



**Fig. 3.** Montaje del modelo 3D obtenido con fotogrametría y el modelo 3D de la edificación (ágora y estoa).



**Fig. 4.** Imagen equirectangular esférica 360°.



**Fig. 5.** Experiencia virtual con gafas de RV.

Una vez realizada la interacción con el sistema, se procedió a encuestar los asistentes al taller, que conformaron una muestra de 21 usuarios y que corresponden a la categoría de usuarios muy motivados.

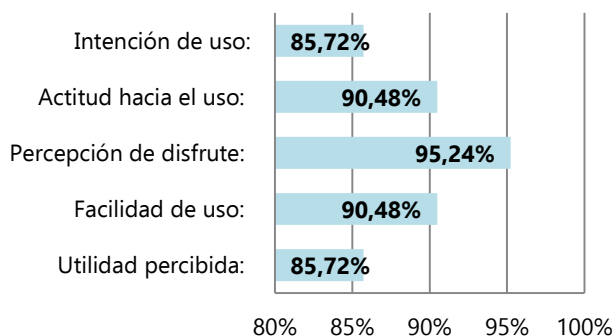
## RESULTADOS

Luego del análisis de los datos obtenidos de las encuestas se obtuvieron los siguientes resultados:

De la aplicación del método SUS se obtuvo un valor indicador de 77,28 puntos de un total de 100 que tiene como máximo esta escala, este valor no se expresa en porcentaje y refleja un grado bastante aceptable de usabilidad.

En lo que se refiere al método TAM se obtuvieron resultados muy buenos, sobre todo el correspondiente a la percepción del disfrute del sistema, lo que refleja que el uso del sistema fue una buena experiencia para los usuarios, [Tabla 1](#).

**Tabla 1: Resultados de la aplicación del modelo TAM**



## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos utilizando los dos métodos SUS y TAM, y luego de procesar las encuestas y analizar los datos, se puede concluir que el sistema tiene un buen grado de usabilidad, una buena aceptación y un porcentaje bastante alto de percepción de disfrute, por esta razón se puede concluir que la tecnologías de RM son un buen recurso para facilitar el entendimiento de los sitios arqueológicos de una manera entretenida.

Este sistema se podría combinar con el de audio guía ya existente en el sitio arqueológico, desarrollando una aplicación multimedia con diferentes grados de información de tal manera que se pueda adaptar a los diferentes usuarios de acuerdo a sus expectativas, experiencia previa y habilidades con el uso de estas tecnologías.

El presente artículo describe un trabajo innovador en curso, y constituye un estudio de viabilidad de las tecnologías de RM, que puede servir como modelo de aplicación a otros sitios arqueológicos, en esta primera etapa la experimentación se llevo a cabo con usuarios que corresponden a la categoría de los “muy motivados”, y se plantea que en una segunda etapa se realice con los usuarios de la categoría de turistas “ocasionales”, ya que en porcentaje son la mayoría.

## AGRADECIMIENTOS

Este artículo ha sido posible gracias a la iniciativa de Ernest Redondo y al trabajo de: Luis Giménez e Isidro Navarro, profesores del Departamento de Representación Arquitectónica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona ETSAB de la UPC y a la ayuda económica vinculada al proyecto coordinado MINECO (BIA2016-77464-C2-1-R) UPC-FEDER-UE. Y también a la ayuda económica que procede del programa MINECO y fondos FEDER, DPI2016-77271-R.

## REFERENCIAS

- [1] Donald Norman, Jacob Nielsen. 2018. NN/g Nielsen Norman Group. The Definition of User Experience (UX). Recuperado el 25 de marzo de 2018 de <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>
- [2] Cristina Portalés. 2008. Entornos multimedia de realidad aumentada en el campo del arte. Tesis de doctorado. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- [3] Paul Milgram, Fumio Kishino. 1994. A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE Transactions on Information Systems, Vol E77-D, No.12 December 1994. Recuperado el 28 de marzo de 2018 de [http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul\\_dir/IEICE94/ieice.html](http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html)
- [4] María Velasco. 2009. Gestión Turística del Patrimonio Cultural: enfoques para un desarrollo sostenible del turismo cultural. Universidad Complutense de Madrid. Cuadernos de Turismo, n° 23, pp. 237-253, 2009, Recuperado el 31 de marzo de 2018 de <http://revistas.um.es/turismo/article/view/70121/67591>
- [5] John Brooke. 1996. SUS: a 'quick and dirty' usability scale. En Usability evaluation in industry. Measuring usability with the system usability scale (SUS) by Jeff Sauro. Recuperado el 25 de marzo de 2018 de <https://measuringu.com/sus/>
- [6] Gabriel Peralta, Pedro Santana-Mancilla. 2014. Mejorando la experiencia del turismo cultural con un prototipo de realidad virtual. Universidad de Colima. Research in Computing Science 76, pp. 111–122. Recuperado el 29 de marzo de 2018 de [http://www.rcs.cic.ipn.mx/2014\\_76/Mejorando%20la%20experiencia%20del%20turismo%20cultural%20con%20un%20prototipo%20de%20realidad%20virtua%20l.pdf](http://www.rcs.cic.ipn.mx/2014_76/Mejorando%20la%20experiencia%20del%20turismo%20cultural%20con%20un%20prototipo%20de%20realidad%20virtua%20l.pdf)
- [7] Julio Cabero, Julio Barroso, María del Carmen Llorente. 2016. Technology acceptance model & realidad aumentada: estudio en desarrollo. Universidad de Sevilla. Revista lasallista de investigación, 13 (2), 18-26. Recuperado el 29 de marzo de 2018 de <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/51386>
- [8] TurMe Panorama. 2018. Aplicación para dispositivos móviles para visualizar imágenes esféricas. Recuperado el 13 de abril de 2018 de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bezine.panosphere&hl=es>
- [9] Google CardBoard. 2018. Gafas de RV. Recuperado el 13 de abril de 2018 de [https://vr.google.com/intl/es\\_es/cardboard/](https://vr.google.com/intl/es_es/cardboard/)
- [10] GoPro. 2018. Cámara. Recuperado el 13 de abril de 2018 de <https://es.shop.gopro.com/EMEA/cameras/>
- [11] Agisoft PhotoScan. 2018. Software de fotogrametría. Recuperado el 13 de abril de 2018 de <http://www.agisoft.com/>
- [12] Sketchup. 2018. Software de modelado 3D. Recuperado el 13 de abril de 2018 de <https://www.sketchup.com/es>
- [13] Twinmotion. 2018. Software de representación 3D. Recuperado el 13 de abril de 2018 de <https://twinmotion.abvent.com/en/>
- [14] HTC VIVE. 2018. Gafas de RV. Recuperado el 13 de abril de 2018 de <https://www.vive.com/us/>

# Una Identificación de Conductas Grupales y Roles de Equipo en Ambientes Colaborativos de E-learning

Rosanna Costaguta<sup>1</sup>, Daniela Missio<sup>1</sup>, María de los Ángeles Menini<sup>1</sup>,

Pablo Santana-Mansilla<sup>1,2</sup> & Germán Lescano<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT) - Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE)

<sup>2</sup> CONICET

Argentina

{rosanna, dmissio, marameni, psantana, gelescano}@unse.edu.ar

## RESUMEN

El comportamiento de los estudiantes que integran pequeños grupos colaborativos en ambientes de e-learning resulta decisivo para el éxito o fracaso de las experiencias de aprendizaje en las que participan, por ello en este artículo se presenta una investigación realizada para descubrir las características de tal comportamiento. La caracterización se realizó mediante el doble análisis de contenido de un conjunto de interacciones generadas durante la dinámica de trabajo en foros con grupos de estudiantes avanzados de Informática. El análisis de contenido fue efectuado por especialistas que primero codificaron las interacciones a nivel de conductas grupales y luego considerando los roles de equipo. Los resultados alcanzados indican que existen algunas conductas grupales dominantes, así como otras conductas que son evitadas, que los roles mentales se manifiestan con mayor frecuencia que los sociales y los de acción, y que también existe cierta relación entre determinados roles de equipo y conductas grupales.

## PALABRAS CLAVE

Aprendizaje colaborativo soportado por computadoras, análisis de interacciones, conductas grupales, roles de equipo.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora (ACSC) provee herramientas de colaboración, que facilitan el aprendizaje grupal eliminando las limitaciones geográficas y temporales para los participantes, cada quien puede contribuir en el momento del día que desee y desde cualquier punto geográfico. Las tecnologías que los ambientes de ACSC tienen hoy disponibles, permiten tanto a docentes como estudiantes comunicarse y coordinar actividades. Los docentes pueden preparar sus clases, programar actividades, compartir recursos, realizar el envío de notas, el seguimiento y la evaluación del

aprendizaje, entre otras tareas. Del mismo modo, los estudiantes pueden interactuar entre ellos poniendo en juego sus propios conocimientos y habilidades, recibir y enviar mails, chatear, acceder a los recursos que haya dispuesto el docente, realizar evaluaciones, completar actividades grupales de aprendizaje, etc.

En los procesos de enseñanza y aprendizaje desarrollados en ambientes de ACSC los estudiantes están organizados en grupos trabajando juntos, para la consecución de un objetivo común, mientras utilizan la computadora como medio de comunicación, colaboración y coordinación [4]. En este contexto el concepto de grupo es fundamental. Un grupo de aprendizaje es una estructura formada por personas que interactúan para lograr determinados objetivos de aprendizaje a través de su participación, [11]. Sin embargo, formar grupos e instar a sus miembros a desarrollar una tarea de manera colaborativa no implica que los estudiantes colaboren de manera eficaz, ni que logren obtener los conocimientos y las destrezas que el docente espera, es decir, no existen garantías de alcanzar un aprendizaje colaborativo exitoso, ni de que el grupo trabaje de manera coordinada y eficiente [8, 6]. El éxito o fracaso de este tipo de experiencias de aprendizaje depende, entre otras cosas, de las conductas grupales que manifiesten sus integrantes y también de los roles que ellos sean capaces de desempeñar.

Dado lo expuesto, el presente trabajo tiene por objetivo determinar cuáles son los roles de equipo y las conductas grupales que manifiestan los estudiantes universitarios de Informática cuando hacen uso de entornos de ACSC. El artículo se organiza como sigue. La sección 2 presenta un método de análisis de interacciones que identifica conductas grupales y la sección 3 introduce los roles de equipo. En la sección 4 se describen el contexto de la investigación, los participantes y la manera en que se efectuó el análisis de los datos, mientras que en la sección 5 se muestran los resultados obtenidos. Finalmente, en la sección 6 se discuten los resultados y se enuncian las conclusiones a las que se arribaron.

## 2. CONDUCTAS GRUPALES

La Psicología de los grupos ha sido objeto de estudio desde que en 1944 apareció por primera vez la expresión dinámica de grupo. Según [7], es posible identificar tres corrientes de investigación de la dinámica de grupos: la dinamista, la interaccionista y la psicoanalítica. A pesar de las diferencias que pueden encontrarse entre ellas respecto a sus modelos y actitudes metodológicas, entre otros aspectos, existe

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.

Interacción 2018

, September 12–14, 2018, Palma, Spain

© 2018 Copyright is held by the owner/author(s).

ACM ISBN 978-1-4503-6491-1/18/09.

<https://doi.org/10.1145/3233824.3233849>

una noción fundamental para la psicología social que las tres comparten: el concepto de interacción. La interacción desempeña un papel primordial en la dinámica de cualquier grupo, constituyéndose como la premisa fundamental, la unidad de actividad observable para todos los integrantes de un equipo [10]. Sin embargo, este elemento resulta especialmente importante dentro de la corriente interaccionista. En 1950 dentro de esta corriente surge el método denominado Análisis del Proceso de Interacción (Interaction Process Analysis – IPA), [1]. El método IPA permite codificar las conductas grupales acorde con dos categorías principales: la socio-emocional y la de tarea. A su vez, las conductas socioemocionales se subclasifican en reacciones positivas o

negativas, mientras que las conductas orientadas a la tarea lo hacen en reacciones de tipo pregunta o respuesta. En particular, IPA propone para las categorías socioemocional y de tarea doce conductas grupales específicas: C1 - Muestra solidaridad, C2 - Muestra reducción de tensión, C3 - Muestra acuerdo, C4 - Da sugerencia, C5 - Da opinión, C6 - Da orientación, C7 - Pide orientación, C8 - Pide opinión, C9 - Pide sugerencia, C10 - Muestra desacuerdo, C11 - Muestra tensión, y C12 - Muestra antagonismo. Como se muestra en la Tabla 1 cada una de estas conductas incluye a otras. Cabe aclarar que este sistema de análisis ideado por [1], es uno de los más elaborados, mejor validados [7] y desde su aparición en 1950 ha sido uno de los métodos más usados para analizar la interacción grupal [4].

ÁREA	REACCIONES	CATEGORÍAS
Socio-emocional	Positivas	C1 - Muestra solidaridad, ayuda, incrementa el estatus de otros, recompensa
		C2 - Muestra satisfacción, bromea, ríe, muestra reducción de tensiones
		C3 - Muestra acuerdo, muestra aceptación pasiva, coincide, comprende, acata
Tarea	Respuestas	C4 - Da sugerencia, da dirección, implica autonomía para otros
		C5 - Da opinión, provee evaluación, analiza, expresa sentimiento, desea
		C6 - Da orientación, provee información, repite, clarifica, confirma
	Preguntas	C7 - Pide orientación, información, repetición, confirmación
		C8 - Pide opinión, evaluación, análisis, expresión de sentimiento
		C9 - Pide sugerencia, dirección, vías de acción posibles
Socio-emocional	Negativas	C10 - Muestra desacuerdo, muestra rechazo pasivo, muestra formalidad, retiene recursos
		C11 - Muestra tensión, muestra ansiedad, pide ayuda
		C12 - Muestra antagonismo, rebaja el estatus de otros, se defiende, se reivindica a sí mismo

**Tabla 1. Conductas reconocidas por el método IPA**

### 3. ROLES DE EQUIPO

Un rol de equipo se define como la tendencia de un individuo a comportarse, contribuir e interrelacionarse con otros de una determinada manera dentro de un grupo [2]. En los grupos de ACSC los estudiantes se comprometen desde su saber trabajando juntos, se relacionan y expresan para alcanzar un objetivo común, pudiéndose determinar por la forma de comportarse un cierto y determinado rol. Según la teoría desarrollada por [3], existen nueve roles que al ser manifestados por los integrantes de un grupo impactan en la efectividad del trabajo, esos roles son: Impulsor, Implementador, Finalizador, Coordinador, Cohesionador, Investigador de Recursos, Cerebro, Monitor/Evaluador, y Especialista. Cada uno de ellos presenta características distintivas, y también puntos débiles o comportamientos eventuales que no resultan adecuados y perjudican el desempeño (Tabla 2). Así, por ejemplo, un estudiante manifestando el rol Cerebro podría tratar de imponer sus ideas entorpeciendo la dinámica de colaboración. Un estudiante Impulsor que continuamente descalifica las contribuciones de sus compañeros, o un estudiante Implementador que inflexiblemente rechaza las nuevas ideas o propuestas de solución de sus compañeros, son claros ejemplos de roles que no se están desarrollando adecuadamente. Además, estos nueve roles pueden subdividirse en: roles sociales, desempeñados por quienes favorecen la cohesión, coordinación y contacto del grupo con el exterior (Coordinador, Investigador

de recursos y Cohesionador); roles mentales, desempeñados por quienes tienen la experiencia y los conocimientos necesarios, visión crítica y creatividad para hacer una tarea (Cerebro, Monitor/Evaluador y Especialista); y roles de acción, desempeñados por quienes se ocupan de ejecutar las ideas, es decir, de llevar a cabo y finalizar la tarea (Implementador, Finalizador e Impulsor) [2].

Para alcanzar una meta particular, la aparición de varios roles diferentes resulta esencial [9], ellos posibilitan hacer el trabajo y mantener al grupo como una unidad cohesiva. Los roles son manifestados por los integrantes de forma espontánea durante la dinámica de trabajo del grupo, pero algunas veces existen roles que voluntaria o involuntariamente se evitan o rechazan, por lo que el logro de las metas grupales se torna más difícil o menos seguro. Esta es una problemática común en la dinámica de trabajo grupal cualquiera sea el tipo de grupo.

### 4. EXPERIENCIA REALIZADA

Este estudio se realizó explorando las interacciones producidas por estudiantes universitarios dedicados a resolver un problema de forma colaborativa. Específicamente se trabajó con 33 pequeños grupos colaborativos constituidos por estudiantes de ambos sexos que fueron manualmente agrupados por los docentes. Los estudiantes pertenecían a las asignaturas Base de Datos II, Inteligencia Artificial y Metodología de la Investigación II del ciclo superior de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información, en la Universidad Nacional de

Santiago del Estero. En promedio cada grupo quedó integrado por tres estudiantes abocados a la resolución colaborativa de un problema brindado por el profesor. Todos los grupos trabajaron utilizando el foro de un entorno de ACSC (a elección del profesor, pudo ser Moodle o SEACUNSE:

<http://fce.unse.edu.ar/seacunse/ProyectChatDB>). El plazo temporal en el que trabajó cada grupo se ajustó a dos semanas en la mayoría de los casos.

ROL	DESCRIPCIÓN	PUNTOS DÉBILES
Cerebro	Creativo, imaginativo, poco ortodoxo. Resuelve problemas difíciles.	Suele dispersarse o distraerse Trata de imponerse
Coordinador	Maduro, seguro de sí mismo. Aclara las metas a alcanzar. Promueve la toma de decisiones. Delega bien.	Suele delegar demasiado en sus compañeros de equipo
Monitor- Evaluador	Serio, perspicaz y estratega. Percibe todas las opciones. Juzga con exactitud.	Carece de habilidad para motivar a otros
Implementador	Disciplinado, leal, conservador y eficiente. Transforma las ideas en acciones	Suele ser poco flexible y resistirse a nuevas ideas
Finalizador	Esmerado, concienzudo, ansioso. Busca los errores y las omisiones. Realiza las tareas en el plazo establecido.	Tiende a concentrarse demasiado en detalles
Investigador de Recursos	Extrovertido, entusiasta, comunicativo. Busca nuevas oportunidades. Desarrolla contactos.	Tiende a perder en interés inicial desmotivándose en el proceso
Impulsor	Retador, dinámico, trabaja bien bajo presión. Tiene iniciativa y coraje para superar los obstáculos.	Tiende a impacientarse y descalificar a otros
Cohesionador	Cooperador, apacible, perceptivo y diplomático. Escucha e impide los enfrentamientos.	Suelen tornarse indecisos en los momentos cruciales
Especialista	Sólo le interesa una cosa a un tiempo. Aporta cualidades y conocimientos específicos.	Suelen contribuir solo cuando se tratan temas específicos

**Tabla 2. Roles de equipo**

Sobre el total de 1.109 interacciones registradas durante la dinámica de trabajo de los 33 grupos se aplicó la técnica de análisis de contenido siguiendo el planteamiento metodológico de [5]. En este proceso de análisis dos psicopedagogos, con experiencia en e-learning y dinámica de grupos, asignaron un rol de equipo perteneciente a la Teoría de Belbin y una categoría de conducta grupal IPA a cada interacción (unidad de análisis). Para garantizar que los resultados del análisis de contenido pudieran ser replicados, fue preciso asegurar que ningún ruido o influencia extraña haya tenido influencia en el proceso y contaminado los datos. Para esto se requirió el cálculo de la fiabilidad [5].

En la presente investigación, el cálculo de la fiabilidad se hizo bajo la condición test-test, ya que los psicopedagogos trabajaron de manera independiente, aplicando el mismo conjunto de instrucciones (descripción de los roles de equipo y de las conductas grupales IPA) sobre las mismas unidades de análisis. El cálculo del índice de fiabilidad  $\alpha$  en la condición test-test indica el grado en el cual un proceso de análisis de contenido puede ser replicado por analistas diferentes trabajando en condiciones diversas, en distintas localizaciones, o usando instrumentos de medición diferentes, pero funcionalmente equivalentes. El nivel de acuerdo entre los dos psicopedagogos para las 1.109 unidades de análisis fue:  $\alpha = 0.92$  para los roles de equipo, y  $\alpha = 0.93$  para las conductas IPA. Si bien el valor obtenido para el índice en ambos casos fue superior a 0.80, valor recomendado por [5] para aceptar los resultados de un estudio de análisis de contenido como fiables, al no ser igual a 1 también indicó que existían unidades de análisis donde los psicopedagogos no coincidieron en el rol de equipo o en la categoría de conducta IPA asignados. Para resolver las discrepancias se decidió eliminar las 117 unidades de análisis donde se presentaron los desacuerdos, por consiguiente, el conjunto de datos quedó constituido por 992 (novecientas noventa y dos) unidades de análisis.

## 5. RESULTADOS

A través del doble análisis de contenido realizado sobre las interacciones manifestadas por los grupos de estudiantes, es decir, categorizando primero cada interacción a nivel de conducta grupal IPA y luego recodificando la misma interacción como muestra de un determinado rol de equipo, se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación.

a. Respecto a la categoría C1 de IPA: Sobre un total de 121 interacciones reconocidas por los psicopedagogos como pertenecientes a esta categoría, 104 correspondieron a la conducta grupal Muestra solidaridad, 4 a la conducta Ayuda, 11 a Incrementa Status y 2 a Recompensa. Considerando los roles de equipo puestos de manifiesto en las mismas interacciones, se reconocieron: 50 muestras del rol Finalizador (41 %), 60 del rol Cohesionador (50 %), 6 del rol Monitor/Evaluador (4 %), 2 del rol Coordinador (2 %), 2 del rol Impulsor (2 %) y 1 del rol Especialista (1 %). La Tabla 3 muestra en detalle los resultados.

b. Respecto a la categoría C2 de IPA: Sobre un total de 34 interacciones reconocidas por los psicopedagogos para esta categoría, 16 correspondieron a la conducta grupal Muestra satisfacción, 11 a la conducta Muestra reducción de tensiones y 7 a Bromea. Considerando los roles de equipo puestos de manifiesto en las mismas interacciones, se reconocieron: 23 muestras del rol Cohesionador (68 %), 5 del rol Monitor/Evaluador (14 %), 2 del rol Coordinador (6 %), 2 del rol Impulsor (6 %), 1 del rol Implementador (3 %) y 1 del rol Finalizador (3 %). La Tabla 4 muestra en detalle los resultados.

c. Respecto a la categoría C3 IPA: Sobre un total de 85 interacciones reconocidas por los psicopedagogos para esta categoría, 62 correspondieron a la conducta grupal Muestra acuerdo, 2 a la conducta Muestra aceptación pasiva, 15 a la conducta Coincide, 2 a Comprende y 4 a Acata. Considerando



los roles de equipo manifestados en las mismas interacciones, se reconocieron: 11 muestras del rol Cohesionador (13 %), 49 del rol Monitor/Evaluador (58 %), 2 del rol Impulsor (2 %), 16 del rol Implementador (19 %) y 7 del rol Finalizador (8 %). La Tabla 5 muestra en detalle los resultados.

d. Respecto a la categoría C4 de IPA: Sobre un total de 61 interacciones reconocidas por los psicopedagogos para esta categoría, 28 correspondieron a la conducta grupal Da

sugerencia, 32 a la conducta Da dirección, y 1 a Implica autonomía para otros. Considerando los roles de equipo puestos de manifiesto en las mismas interacciones, se reconocieron: 23 muestras del rol Coordinador (38 %), 1 del rol Especialista (2 %), 4 del rol cerebro (6 %), 12 del rol Monitor/Evaluador (20 %), 14 del rol Impulsor (23 %), 1 del rol Implementador (2 %), 2 del rol Investigador de recursos (3 %), y 4 del rol Finalizador (6 %). La Tabla 6 muestra en detalle los resultados.

CONDUCTAS IPA C1	CANT.	%.	ROL DE EQUIPO	CANT.	%.
Muestra solidaridad	104	86	Cohesionador	50	48
			Finalizador	46	44
			Monitor/Evaluador	5	5
			Coordinador	2	2
			Impulsor	1	1
Ayuda	4	3	Finalizador	2	50
			Especialista	1	25
			Impulsor	1	25
Incrementa el estatus de otros	11	9	Cohesionador	9	82
			Finalizador	1	9
			Monitor/Evaluador	1	9
Recompensa	2	2	Cohesionador	1	50
			Finalizador	1	50

**Tabla 3. Detalle de resultados para categoría IPA C1**

CONDUCTAS IPA C2	CANT.	%.	ROL DE EQUIPO	CANT.	%.
Muestra satisfacción	16	47	Cohesionador	11	70
			Impulsor	2	12
			Monitor/Evaluador	2	12
			Coordinador	1	6
Muestra reducción de tensión	11	33	Cohesionador	7	64
			Finalizador	1	9
			Coordinador	1	9
			Monitor/Evaluador	1	9
Bromea	7	20	Cohesionador	5	71
			Monitor/Evaluador	2	29

**Tabla 4. Detalle de resultados para categoría IPA C2**

e. Respecto a la categoría C5 de IPA: Sobre un total de 142 interacciones reconocidas por los psicopedagogos para esta categoría, 37 correspondieron a la conducta grupal Da opinión, 18 a la conducta Provee evaluación, 78 a la conducta Analiza y 9 a Expresa sentimiento. Considerando los roles de equipo puestos de manifiesto en las mismas interacciones, se reconocieron: 7 muestras del rol Cohesionador (5 %), 63 del rol Monitor/Evaluador (44 %), 11 del rol Impulsor (8 %), 46 del rol Especialista (32 %), 1 del rol Investigador de recursos (1 %), 1 del rol Cerebro (1 %), 2 del rol Coordinador (2 %), 5 del rol Implementador (3 %) y 6 del rol Finalizador (4 %). La Tabla 7 muestra en detalle los resultados.

f. Respecto a la categoría C6 de IPA: Sobre un total de 410 interacciones reconocidas por los psicopedagogos para esta categoría, 24 correspondieron a la conducta grupal Da orientación, 305 a la conducta Provee información, 61 a Clarifica, 3 a Repite y 17 a Confirma. Considerando los roles de equipo puestos de manifiesto en las mismas interacciones,

se reconocieron: 228 muestras del rol Especialista (56 %), 64 del rol Monitor/Evaluador (16 %), 5 del rol Investigador de recursos (1 %), 5 del rol Cerebro (1 %), 22 del rol Coordinador (5 %), 22 del rol Implementador (5 %), 38 del rol Impulsor (10 %), y 26 del rol Finalizador (6 %). La Tabla 8 muestra en detalle los resultados.

g. Respecto a la categoría C7 de IPA: Sobre un total de 86 interacciones reconocidas por los psicopedagogos para esta categoría, 34 correspondieron a la conducta grupal Pide orientación, 13 a Pide información, 1 a Pide repetición y 38 a Pide confirmación. Considerando los roles de equipo puestos de manifiesto en esas interacciones, se reconocieron: 1 muestra del rol Especialista (1 %), 10 del rol Monitor/ Evaluador (13 %), 3 del rol Investigador de recursos (3 %), 32 del rol Coordinador (37 %), 34 del rol Implementador (40 %), 3 del rol Impulsor (3 %), y 3 del rol Finalizador (3 %). La Tabla 9 muestra en detalle los resultados.

CONDUCTAS IPA C3	CANT	%.	ROL DE EQUIPO	CANT.	%
Acata	4	5	Implementador	2	50
			Impulsor	1	25
			Monitor/Evaluador	1	25
Muestra acuerdo	62	73	Cohesionador	5	8
			Finalizador	5	8
			Coordinador	1	1
			Monitor/Evaluador	40	64
Muestra aceptación pasiva	2	2	Implementador	12	19
			Cohesionador	1	50
Coincide	15	18	Implementador	1	50
			Monitor/Evaluador	8	53
			Finalizador	2	13
			Cohesionador	4	26
Comprende	2	2	Implementador	1	8
			Cohesionador	1	50

**Tabla 5. Detalle de resultados para categoría IPA C3**

CONDUCTAS IPA C4	CANT.	%	ROL DE EQUIPO	CANT.	%
Da sugerencia	28	46	Finalizador	3	11
			Impulsor	4	14
			Monitor/Evaluador	7	26
			Coordinador	9	32
			Cerebro	3	11
			Implementador	1	3
			Investigador de recursos	1	3
Da dirección	32	52	Finalizador	1	2
			Impulsor	10	31
			Monitor/Evaluador	5	16
			Coordinador	13	41
			Cerebro	1	3
			Especialista	1	3
Implica autonomía para otros	1	2	Investigador de recursos	1	3
			Coordinador	1	100

**Tabla 6. Detalle de resultados para categoría IPA C4**

CONDUCTAS IPA C5	CANT.	%	ROL DE EQUIPO	CANT.	%
Expresa sentimiento	9	6	Cohesionador	5	55
			Impulsor	3	33
			Implementador	1	12
Provee evaluación	18	13	Monitor/Evaluador	13	75
			Especialista	1	5
			Finalizador	1	5
			Cohesionador	1	5
			Coordinador	1	5
			Investigador de recursos	1	5
Analiza	78	55	Finalizador	3	4
			Impulsor	4	5
			Monitor/Evaluador	31	40
			Coordinador	1	1
			Implementador	1	1
			Especialista	38	49
Da opinión	37	26	Monitor/Evaluador	19	51
			Cerebro	1	3
			Implementador	1	3
			Especialista	7	19
			Cohesionador	1	3
			Finalizador	2	5
			Impulsor	6	16

**Tabla 7. Detalle de resultados para categoría IPA C5**

h. Respecto a la categoría C8 de IPA: Sobre un total de 27 interacciones reconocidas por los psicopedagogos para esta categoría, 20 correspondieron a la conducta grupal Pide opinión, 6 a Pide evaluación y 1 a Pide expresión de sentimiento. Considerando los roles de equipo, se reconocieron: 20 muestras del rol Coordinador (74 %), 3 del rol Monitor/Evaluador (11 %), 1 del rol Implementador (4 %), y 3 del rol Impulsor (11 %). La Tabla 10 muestra los resultados.

i. Respecto a la categoría C9 de IPA: Sobre un total de 7 interacciones reconocidas para esta categoría, 4

correspondieron a la conducta Pide dirección (57 %) y 3 a Pide sugerencia (43 %). Considerando los roles de equipo, se reconocieron: 4 muestras del rol Coordinador (57 %), 2 del rol Implementador (29 %), y 1 del rol Impulsor (14 %). En particular, para la conducta Pide dirección, el rol Implementador correspondió al 25 % de las muestras y el 75 % restante al rol Coordinador. Para la conducta Pide sugerencia, los roles Impulsor, Coordinador e Implementador se manifestaron en igual proporción.

CONDUCTAS IPA C6	CANT.	%	ROL DE EQUIPO	CANT.	%
Da orientación	24	6	Impulsor	8	33
			Coordinador	7	29
			Monitor/Evaluador	3	12
			Finalizador	1	4
			Especialista	2	9
			Cerebro	1	4
			Investigador de recursos	2	9
Provee información	305	74	Especialista	190	62
			Monitor/Evaluador	41	13
			Finalizador	13	4
			Cerebro	4	1
			Coordinador	14	5
			Implementador	14	5
			Investigador de recursos	3	1
Clarifica	61	15	Impulsor	26	9
			Especialista	32	53
			Monitor/Evaluador	13	21
			Implementador	6	10
			Finalizador	7	11
Confirma	17	4	Monitor/Evaluador	7	41
			Especialista	4	23
			Finalizador	3	18
			Impulsor	1	6
			Implementador	2	12
Repite	3	1	Coordinador	1	33
			Finalizador	2	67

Tabla 8. Detalle de resultados para categoría IPA C6

CONDUCTAS IPA C7	CANT.	%	ROL DE EQUIPO	CANT.	%
Pide orientación	34	40	Impulsor	2	6
			Coordinador	9	26
			Monitor/Evaluador	3	9
			Implementador	19	56
			Investigador de recursos	1	3
Pide información	13	15	Monitor/Evaluador	2	15
			Coordinador	4	31
			Implementador	6	46
			Investigador de recursos	1	8
Pide repetición	1	1	Monitor/Evaluador	1	100
Pide confirmación	38	44	Monitor/Evaluador	4	10
			Especialista	1	3
			Coordinador	19	50
			Investigador de recursos	1	3
			Finalizador	3	7
			Impulsor	1	3
Implementador	9	24			

Tabla 9. Detalle de resultados para categoría IPA C7

CONDUCTAS IPA C8	CANT.	%	ROL DE EQUIPO	CANT.	%
Pide evaluación	6	22	Impulsor	2	33
			Coordinador	3	50
			Monitor/Evaluador	1	12
Pide opinión	20	74	Monitor/Evaluador	2	10
			Coordinador	16	80
			Implementador	1	5
			Impulsor	1	5
Pide expresión de sentimiento	1	4	Coordinador	1	100

**Tabla 10. Detalle de resultados para categoría IPA C8**

j. Respecto a la categoría C10 de IPA: Sobre un total de 11 interacciones reconocidas por los psicopedagogos para esta categoría, todas correspondieron a la conducta grupal Discrepa (100 %). Considerando los roles de equipo puestos de manifiesto en las mismas interacciones, se reconocieron: 9 muestras del rol Monitor/Evaluador (82 %), 1 del rol Impulsor (4 %), y 1 del rol Especialista (4 %).

k. Respecto a la categoría C11 de IPA: Sobre un total de 8 interacciones reconocidas por los psicopedagogos para esta categoría, 2 correspondieron a la conducta grupal Muestra tensión, 1 a Muestra ansiedad y 5 a Pide ayuda. Considerando los roles de equipo puestos de manifiesto, se reconocieron: 7 muestras del rol Implementador (88 %) y 1 del rol Cohesionador (12 %). En particular, para la conducta Muestra Tensión, el 75 % de las manifestaciones correspondieron al rol Cohesionador y el 25 % restante al rol Implementador. Para las conductas Muestra ansiedad y Pide ayuda, el 100 % de las interacciones respondieron al rol Implementador.

l. Respecto a la categoría C12 de conductas grupales IPA: los psicopedagogos no reconocieron muestras de esta conducta dentro de las interacciones analizadas, es decir, no se registraron conductas que manifiesten antagonismo, rebajas al estatus de otros integrantes, acciones de defensa o de reivindicación personal. Debido a esto tampoco existen roles de equipo identificados como asociados con dichas conductas.

m. Respecto a los roles de equipo: los psicopedagogos reconocieron en el conjunto de interacciones analizadas la manifestación de los 9 roles propuestos por [3] en diferentes cantidades. Realizando un análisis detallado sobre la codificación efectuada en las 992 interacciones se pudieron calcular los porcentajes que muestra la Tabla 14.

ROL DE EQUIPO	CANTIDAD	%
Cerebro	10	1
Cohesionador	102	11
Coordinador	107	10
Especialista	278	28
Finalizador	97	10
Implementador	89	9
Impulsor	77	8
Investigador de Recursos	9	1
Monitor- Evaluador	223	22

**Tabla 14. Porcentajes de aparición de los roles de equipo**

## 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este artículo presenta una caracterización del comportamiento que los estudiantes manifiestan mientras trabajan colaborativamente en ambientes de ACSC. Para efectuar tal caracterización se consideraron las conductas grupales y los roles de equipo que los integrantes de los diferentes grupos desarrollaron durante la dinámica de trabajo colaborativo.

La recopilación de las contribuciones realizadas por los integrantes de 33 grupos de estudiantes universitarios y su posterior análisis permitieron generar un conjunto de 992 interacciones sobre el que se efectuó un doble análisis de contenido, primero codificando cada interacción a nivel de conducta grupal IPA y luego a nivel de rol de equipo.

Considerando los porcentajes en que se observó la manifestación de cada uno de los nueve roles de equipo puede afirmarse que no existió equilibrio, tanto es así que los roles mentales se presentan el 51 % de las veces, los de acción el 27 % y los sociales el 22 %. En particular, el comportamiento de los grupos se materializó predominantemente a través de los roles Especialista y Monitor/Evaluador, con menor frecuencia usando los roles Cohesionador, Coordinador, Finalizador, Implementador e Impulsor, y muy pocas veces valiéndose de los roles Cerebro e Investigador de recursos. Basados en estos resultados, no parecería probable la insuficiencia de colaboración, cooperación, confianza y cohesión entre los miembros de los grupos (debido al porcentaje de aparición de los roles sociales), o la falta de conocimientos y visión crítica (debido al porcentaje de aparición de los roles mentales). Por otro lado, la aparición de los roles de acción indicaría que los grupos cuentan con la motivación, energía y eficacia necesarias para finalizar las tareas cumpliendo las condiciones y plazos requeridos. Sin embargo, podrían existir problemas en relación con la creatividad, ya que los roles Cerebro e Investigador de recursos presentan un bajo porcentaje de aparición.

Durante la dinámica de colaboración se manifestaron, en diferente proporción, conductas pertenecientes a las dos categorías principales del método IPA. En particular, 259 interacciones correspondieron al área socio-emocional lo que representa un 26 % del total de contribuciones, y 730 al área de tarea de tarea que resultaría así ser el área dominante. Dentro de esta última categoría 613 interacciones se vinculan con reacciones de tipo respuesta, perteneciendo casi el 60 % de ellas a la conducta C6 (410 interacciones). Esto es un indicio de que los grupos tienden a actuar motivados más por la propia actividad a realizar que por sus emociones, y con comportamientos orientados a mejorar la comprensión o el

entendimiento de la tarea por parte del resto de integrantes del grupo dando orientación, proveyendo información, repitiendo y clarificando los conceptos discutidos (todas acciones propias de la conducta C6).

Por otro lado, se evidenció que para cada uno de los tipos de conductas IPA existieron comportamientos dominantes, así puede verse que para: C1 el 86 % de las contribuciones corresponden a Muestra solidaridad, C2 el 47 % a Muestra satisfacción, C3 el 73 % a Muestra acuerdo, C4 el 52 % a Da dirección y el 46 % a Da sugerencia, C5 el 55 % a Analiza, C6 el 74 % a Proveer información, C7 el 44 % a Pide confirmación y el 40 % a Pide orientación, C8 el 74 % a Pide opinión, C9 el 57 % a Pide dirección y el 43 % restante a Pide sugerencia, C10 el 100 % a Discrepa, y C11 el 63 % a Pide ayuda. No registrándose manifestaciones de la conducta C12 (Muestra antagonismo, rebaja el estatus de otros, se defiende, se reivindica a sí mismo). Esto es un indicio de que existen comportamientos que son predominantemente manifestados por los estudiantes dentro de las alternativas incluidas en cada una de las conductas IPA y que, al mismo tiempo, los comportamientos socio-emocionales negativos asociados con la conducta grupal C12 son completamente evitados.

Considerando los comportamientos dominantes mencionados antes, también es posible identificar una relación directa de éstos con los roles de equipo. Tomando cada caso en particular se observa que: para Muestra solidaridad el 92 % de las interacciones se corresponden con la manifestación de los roles Cohesionador y Finalizador, para Muestra satisfacción el 70 % de las contribuciones se corresponden con el rol Cohesionador, para Muestra acuerdo el 64 % corresponde a interacciones vinculadas con el rol Monitor/Evaluador, para Da sugerencia y Da dirección alrededor del 70 % corresponde a los roles Monitor/Evaluador y Coordinador, para Analiza el 89 % de las interacciones son manifestaciones de los roles Especialista y Monitor/Evaluador, para Proveer información más del 60 % de las contribuciones responden al rol Especialista, para Pide orientación más del 50 % responde al rol Implementador, para Pide confirmación el 50 % responde al rol Coordinador, para Pide opinión también existe mayoría de muestras del rol Coordinador con un 80 %, para Pide sugerencia y Pide dirección el 75 % de las contribuciones corresponden al rol Coordinador, para Pide sugerencia los roles Impulsor, Coordinador e Implementador se manifiestan en igual proporción, para Discrepa el rol Monitor/Evaluador respalda a más del 80 % de las contribuciones, y finalmente, para Pide ayuda el 100 % de las interacciones responde al rol Implementador. Esto es un indicio de que la tendencia de aparición de los diferentes roles de equipo enunciada al comienzo de uno de los párrafos anteriores es la misma para los comportamientos identificados como dominantes en cada conducta IPA.

Los resultados obtenidos con esta investigación sobre grupos de estudiantes avanzados de Informática permitieron caracterizar un determinado comportamiento colaborativo en

entornos de ACSC a nivel de conductas grupales y de roles de equipo. Esta caracterización descubierta puede deberse a la estructura de los grupos, a las edades y nivel de conocimiento de sus integrantes, a las experiencias previas individuales en trabajos grupales, y/o a las características de personalidad de los estudiantes, entre otras posibilidades.

Uno de los tópicos del ACSC que presenta actualmente varios interrogantes en estudio es el análisis de las interacciones. Fundamentalmente los trabajos se han orientado a identificar y explorar los métodos de análisis, así como los factores que afectan la eficacia y el éxito del aprendizaje colaborativo en los grupos. Sin embargo, no se encontraron trabajos que brinden una caracterización del comportamiento de los estudiantes en entornos de e-learning respecto a las conductas grupales y a los roles de equipo que manifiestan. El trabajo realizado aporta información relevante para que los docentes puedan desarrollar estrategias que potencien las aptitudes de los estudiantes de Informática hacia el trabajo colaborativo en entornos de ACSC, y también información útil para el futuro diseño de interfaces en entornos de ACSC dedicados al monitoreo de roles de equipo y/o conductas grupales. Por todo lo expuesto, este trabajo resulta un aporte importante al conocimiento en el área del ACSC.

En futuras investigaciones se buscará evaluar si los resultados obtenidos cambian, por ejemplo, analizando grupos universitarios pertenecientes a otras ciencias, con integrantes de otras edades, o con grado de avance académico diferente al estudiado, entre otras posibilidades.

## REFERENCIAS

- [1] Bales R (1959). A set of categories for the analysis of small group interaction. *American Sociological Review*, Vol. 151, pp. 257-263.
- [2] Belbin M. (1996). *Team Roles at Work* (2nd Ed.). Butterworth-Heinemann, Oxford.
- [3] Belbin M. (2001). *Managing without Power*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- [4] Costaguta R., Amandi A. & Garcia P. (2011). Using Agents for Training Students Collaborative Skills. *IEEE Latin America Transactions*, Vol. 9(7), pp. 118-1124
- [5] Krippendorff K. (2004). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology* (Second). USA: SAGE Publications
- [6] Lazareva A. (2015). Promoting Collaborative Interactions in a Learning Management System. In *Proceedings of 2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning*. Florence, Italy: IEEE, pp. 421-430.
- [7] Maisonneuve J. (1998). *La dinámica de los grupos*. 11va. Edn. Argentina: Editorial Nueva Visión.
- [8] Matteucci M., Tomasetto C., Mazzoni E., Gaffuri P., Selleri P. & Carugati F. (2010). Supporting online collaboration: Drawing guidelines from an empirical study on E-Tutors. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), pp.3270-3273.
- [9] Mumma F. (1994). *What Makes Your Team Tick?* King of Prussia. PA: HRDQ.
- [10] Romero R. (1994). *Grupo: Objeto y Teoría*. Argentina: Editorial Lugar.
- [11] Souto M. (1990). *Didáctica de lo grupal*. Ministerio de Educación y Justicia. Argentina: INPAD.

# Validación de la propuesta metodológica para el diseño de juegos serios orientados a la rehabilitación psicomotriz en niños con discapacidad auditiva

Victor M. Peñeñory  
Universidad de San Buenaventura  
Cali - Valle  
Colombia  
vmpeneno@usbcali.edu.co

Cesar A. Collazos  
Universidad del Cauca  
Popayan - Cauca  
Colombia  
ccollazo@unicauca.edu.co

Alvaro F. Bacca  
Universidad de San Buenaventura  
Cali - Valle  
Colombia  
vmpeneno@usbcali.edu.co

Cristina Manresa-Yee  
Universidad de Islas Baleares  
Palma de Mallorca  
España  
cristina.manresa@uib.es

Sandra Patricia Cano  
Universidad de San Buenaventura  
Cali - Valle  
Colombia  
spcano@usbcali.edu.co

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

## ABSTRACT

Desarrollar juegos serios dirigidos a la rehabilitación requiere de diferentes técnicas, herramientas y lineamientos, para la identificación y diseño de los diferentes elementos formales, así como las actividades terapéuticas y de interacción que el equipo de desarrolladores debe tener en cuenta para su implementación. Es por esta razón que se construye APRehab como una propuesta metodológica de diseño de juegos serios para rehabilitación que permite guiar a los desarrolladores en la creación de experiencias interactivas para procesos de terapéuticos. El motivo de este artículo es exponer la forma en que se diseñó el mecanismo de validación de la metodología y cuáles fueron los resultados obtenidos a través de su ejecución con la participación de diferentes expertos en el área.

## Palabras Claves

Juegos serios, rehabilitación, interacción humano computadora, Diseño centrado en el Jugador.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los juegos serios surgen como respuesta a la necesidad de ofrecer herramientas con las cuales se puedan realizar procesos o actividades formativas a través de medios lúdicos tecnológicos (digitales y tangibles) y entretenidos. Estas herramientas han demostrado que el desarrollo de habilidades cognitivas y físicas de sus usuarios se incrementan debido a las novedosas y constantes estrategias para la motivación del aprendizaje no pasivo a la que se ven expuestos, incentivando la sensación de satisfacción personal por los logros obtenidos durante la interacción, en un entorno distinto al tradicional [1][2][3][4][5][6]. Es por ello que involucrar herramientas basadas en el juego, podrían ayudar a que este grupo poblacional mejore su desarrollo físico y cognitivo de una forma entretenida y agradable con procesos interactivos acompañados de elementos gamificados y formativos.

Cabe resaltar que no todos los juegos serios están acondicionados para cubrir necesidades especiales [7] [8]. Ya que los niños con discapacidad tienen un nivel de psicomotricidad diferente a un niño normal, por ende, los

objetivos de desarrollo a alcanzar deben tener características diferentes.

Con el fin de desarrollar experiencias interactivas enfocadas a la rehabilitación de niños con discapacidad auditiva y retrasos motrices, se creó la metodología APREHAB como una propuesta metodológica que recurre a las técnicas y herramientas más importantes provenientes del Diseño Centrado en el Usuario (DCU), la Teoría de la Actividad, diseño e implementación de videojuegos y juegos serios, con el fin de realizar un planteamiento especializado y diseñado a profundidad de todos los elementos formales, las actividades terapéuticas y de interacción requeridas para un juego serio de estas características, creando así las diferentes funcionalidades que se usarán en las actividades de rehabilitación. No obstante, toda metodología debe ser validada con el fin de poder garantizar su comprensión, utilidad y facilidad de uso por parte de los equipos de desarrollo de juegos serios, y la satisfacción por parte de los usuarios al recibir y probar una herramienta que les permita realizar sus procesos de rehabilitación de forma lúdica y divertida.

La estructura de este artículo es la siguiente. Para la sección 2, se describirá la metodología APREhab y cada una de sus fases y actividades, En la sección 3 se hablará de cómo se diseñó la validación y su objetivo. En la sección 4, se describirán los datos obtenidos de la validación. Por último, se presentarán las conclusiones y trabajos futuros.

## 2 APREHAB, METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE JUEGOS SERIOS ENFOCADOS A LA REHABILITACIÓN

La principal motivación para la construcción de esta metodología fue la contribución para el diseño de juegos serios como herramientas en el área de la rehabilitación física y mental de niños con discapacidad auditiva. En este caso la metodología está encaminada a guiar procesos de diseño de juegos serios dirigidos a niños con discapacidad auditiva y que tuvieran retrasos o trastornos psicomotrices, problema que afecta en gran parte el desarrollo del lenguaje, la comunicación, la socialización y el aprendizaje [9], afectando la percepción del mundo y de lo que los rodea [10][11].

Una de las características principales de la metodología APREhab es su proceso iterativo, que permite en cada ciclo generar una evolución consistente del producto interactivo además de la claridad procedural para la documentación adecuada, tales como los documentos de diseño de juego (GDD) y los documentos técnicos de diseño (DTD). Ofrece adicionalmente un proceso de

evaluación continua en cada fase con el acompañamiento de expertos en el dominio de la salud y los pacientes, con el fin que desde las primeras fases del diseño se esté recibiendo retroalimentación constante del producto en ciclos de mejora consistentes para generar una experiencia de usuario plena que alcance los objetivos de rehabilitación y motivación que se necesitan en sistemas interactivos de esta naturaleza.

La metodología APREhab, es una herramienta que ofrece los elementos y aspectos importantes del ciclo de diseño de juegos serios enfocados a actividades de rehabilitación. Esta posee la particularidad de ofrecer herramientas y técnicas que permiten un análisis de los pacientes, sus características físicas, cognitivas y lo más importante las actividades que realizan y los elementos mediadores que usan para lograr los objetivos deseados en la recuperación del paciente.

Adicionalmente a esto, la intervención de los pacientes y de los terapeutas es muy importante, ya que al ser ellos parte de todo el proceso de diseño del juego serio, les permite realizar un acompañamiento en donde nos pueden ofrecer un feedback contante de sus expectativas y necesidades. Este proceso empieza desde la primera fase en donde se analiza al paciente, sus características, sus actividades y sus necesidades, esta información permite el tener de primera mano un insumo de los requerimientos que permitirán ofrecer un primer concepto del juego serio para luego diseñarlo. También la intervención de los pacientes y de los terapeutas aparecen cuando se realizan las validaciones respectivas sobre cada uno de los prototipos que resultan al final de cada fase, lo que permite estar al tanto del cumplimiento de los requerimientos, necesidades y expectativas de los pacientes y terapeutas.

En la figura 1 se puede observar la metodología APREhab y como se conectan entre si cada una de sus fases.

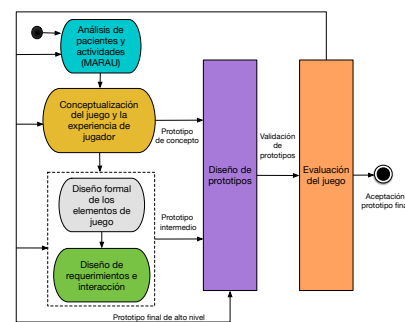


Figura 1. Metodología APREhab.

**Fase 1: Análisis de pacientes y actividades:** Fase construida a partir del modelo de actividades y requerimientos de usuario (MARAU) [12][13], el cual ofrece las siguientes actividades; Análisis de los aspectos físicos y cognitivos de los pacientes, análisis del contexto físico, social y cultural del paciente, análisis de artefactos de usuario e instrumentos mediadores (físicos o simbólicos), análisis de actividades de usuario y de rehabilitación, además del análisis de las necesidades de usuario.

A partir de MARAU, APRehab obtiene un modelo de actividad que nos ayuda a definir la tipología del paciente, los objetos mediadores que se usaran como instrumentos de interacción, las reglas que tendrá la actividad a realizar mediante el juego serio, la comunidad que intervendrá en el proceso de rehabilitación del paciente, la división de roles o acciones a realizar durante la actividad y el objetivo alcanzar. Con esta información más el perfil y las necesidades de los pacientes se obtienen los insumos para la conceptualización y diseño tanto del juego como de la experiencia de usuario que elaborará en la siguiente etapa.

**Fase 2: Conceptualización del juego y la experiencia de jugador.** Esta fase se divide en tres momentos clave, la primera etapa se encarga de la definición de las dimensiones de la experiencia del usuario (física, cognitiva, emocional, motivacional) y sus objetivos, la definición formal de los procesos de rehabilitación (objetivos, prerrequisitos, propiedades, roles actividades y secuencias de acciones) y la definición de los escenarios, además de la identificación de las experiencias tecnológicas para los procesos de interacción. La segunda etapa tiene como objetivo establecer una descripción general del juego serio a partir de una aproximación de cada uno de los elementos del juego (Características, objetivos, metas, logros, historia, género, trasfondo, restricciones, reglas y uso).

Al final de la fase se realizará todas las actividades de planeación del juego, en donde se establecen los roles, el equipo de trabajo, el tiempo y costo de implementación, los contenidos y el análisis de la propiedad intelectual; Todo esto da como resultado la construcción de los primeros bocetos y prototipos de la idea o concepto de juego serio que posteriormente será evaluado por el equipo de expertos y los pacientes.

**Fase 3: Diseño de los elementos formales del juego:** Fase centrada en la identificación, definición, selección y diseño de los diferentes requerimientos, el contenido, la

jugabilidad, los elementos básicos y formales como las mecánicas, las dinámicas, la retroalimentación, la progresión, las reglas, las acciones, los componentes artísticos y estéticos del juego serio. Al final de esta fase se ofrece un documento de diseño de juego (GDD), con todos los parámetros y planteamientos necesarios, que permitirá documentar todo el proceso realizado anteriormente y tener un insumo para la posterior implementación del prototipo.

**Fase 4: Diseño de los requerimientos y la interacción:** En esta fase del proceso se empieza con una descripción detallada de las actividades de rehabilitación que se desarrollarán dentro del juego serio en términos de herramientas, recursos y requerimientos tecnológicos que se usarán para el posterior diseño de los diferentes interfaces y dispositivos interactivos. Al final de esta fase como entregable se encuentra la construcción del documento técnico de diseño (DTD) para que el equipo de diseño y desarrollo pueda construir un prototipo intermedio con todos los aspectos jugables y tecnológicos necesarios. Este prototipo será evaluado por el equipo de expertos en el dominio y por el grupo de pacientes involucrados.

**Fase 5: Diseño de prototipos:** Fase transversal a todas las fases anteriores de la metodología APRehab, que permite el diseño, construcción y revisión de los diferentes resultados en las diferentes fases de la metodología. Durante conceptualización del juego y la experiencia de jugador esta fase permite generar un prototipo de bajo nivel que permite visualizar el estado inicial de la idea del juego. Mientras que en las fases de diseño de los elementos formales del juego y el diseño de los requerimientos y la interacción; se elabora el diseño e implementación de un prototipo intermedio (prototipo beta) que después de la revisión y evaluación entre el equipo de diseño y desarrollo, junto a expertos en el dominio y usuarios finales, permitirá la construcción del prototipo de alto nivel, el cual sería una versión aproximada al producto final (prototipo alfa).

**Fase 6: Test de Juego:** Al igual que la fase de diseño de prototipos, esta fase se encuentra inmersa dentro de los procesos de las fases iniciales. A partir de la construcción de cada prototipo la metodología permite el diseño, la implantación, el uso y el análisis un tipo de evaluación que corresponda a cada tipo de prototipo (prototipo de concepto, prototipo intermedio y prototipo final). Estas evaluaciones permiten obtener retroalimentación para



realizar los cambios pertinentes antes de continuar a la siguiente etapa. El acompañamiento del personal experto y de los pacientes durante los test o evaluaciones es muy importante para la recolección de información y generar en cada iteración un producto más completo y satisfactorio. Con esta fase se busca refinar en cada iteración cada uno de los diferentes prototipos, pasar de un prototipo de conceptualización, a un prototipo intermedio hasta llegar a un prototipo de alto nivel con el cual se busca generar una aceptación por parte de los usuarios finales, si este no se obtiene la metodología es lo suficiente flexible como para realizar una nueva iteración que permita un mejoramiento más profundo del juego serio.

### **3 DISEÑO DE LA VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA APREHAB**

Toda propuesta metodológica debe seguir con unos estándares mínimos establecidos, que le permita ser fácilmente comprendida, aprendida, contextualizada y usada en cualquier proceso de implementación de un sistema interactivo. Entre los aspectos mínimos que debe contener una metodología se encuentra el tener diferentes fases o etapas que contengan diferentes procesos y actividades que permitan la planificación de actividades, la división de roles y distribución de tareas de los equipos de trabajo, el análisis de requisitos, el contexto de uso, el diseño, el prototipado, la codificación y las pruebas todo esto a través de una formalización que facilite la lectura, coherencia, la consistencia, la comprensión y la funcionalidad de cada elemento, aspecto, actividad y herramienta dirigido a la implementación de productos tecnológicos.

El objetivo de validar APRehab es el poder medir el nivel de cumplimiento de los estándares mínimos y el recibir una retroalimentación sobre los diferentes procesos, actividades y herramientas que ofrece la propuesta con el fin de enriquecer la metodología para finalmente obtener una guía práctica y útil en los procesos de diseño de juegos serios enfocados en la rehabilitación.

El proceso de diseño de la validación de la metodología se dividió en dos etapas. En la primera etapa se construyó una evaluación heurística. Esta validación se creó para validar la propuesta se diseñó a partir de la selección de diferentes criterios seleccionados durante un proceso de análisis de diferentes teorías, lineamientos, principios y

técnicas centradas en la ingeniería de software [14], el diseño centrado en el usuario [15], el diseño de juegos serios [16][17][18] y el diseño universal[19]. En el diseño de la evaluación se trabajaron siete conjuntos de heurísticas entre los que se tienen, criterios generales (basados en los principios básicos de metodologías de software), criterios de juegos serios, ciclo de vida, herramientas de ayuda, participación de usuarios, roles y equipo de trabajo.

Para validar el nivel de cumplimiento de la metodología propuesta, la evaluación heurística se diseñó de tal forma de que pudiera ser validado por cualquier persona externa o interna al proyecto con conocimientos en el diseño de juegos serio, además se procuró que cada criterio revisado se pudiera calificar en forma escalar (de uno a cinco) facilitándole el proceso al evaluador y permitiendo que cada criterio obtuviera un valor de chequeo, dichos criterios se sumarían y se promediarían con el fin de obtener el porcentaje de cumplimiento en cada conjunto de criterios heurísticos, los cuales al final se sumarían.

Finalmente, para obtener el porcentaje e interpretación final de la validación heurística, se debería sumar todos los porcentajes de cada conjunto de heurísticas y conseguir un porcentaje promedio el cual se compraría frente a los rangos de cumplimiento diseñados con el objetivo de facilitar la interpretación del nivel de cumplimiento alcanzado. Los rangos fueron divididos de tal forma que con un porcentaje que este entre 0% al 39% se obtiene un nivel bajo en los aspectos o heurísticas, pero hay indicios del uso de estas, con un porcentaje entre 40% y 59% se obtiene un nivel medio de cumplimiento de los aspectos, con el 60% y el 79% se logra un nivel aceptable los aspectos, pero faltan algunos elementos y finalmente entre el obteniendo un porcentaje entre 80% y el 100% se alcanza un alto nivel de cumplimiento de los aspectos evaluados.

La segunda etapa de la validación se centró en la construcción de un test en el cual se pudiera contar con la participación de profesionales expertos en temas relacionados con videojuegos, interacción humano computador, rehabilitación virtual, accesibilidad, ingeniería de software y juegos serios. En este caso se contó con la ayuda de seis expertos entre las que se encuentra un gerente de un estudio de videojuegos (TN3 Studio), un comunicador social experto en fotografía interactiva 360 y docente investigador, un investigador en el área de la salud y la rehabilitación virtual, una

investigadora experta en el diseño e implementación de juegos serios centrados en el aprendizaje de niños con necesidades especiales, un investigador con experticia en desarrollo de software, diseño de sistemas usables y sistemas de ayudas a la decisión o diseño, y una docente experta en temas de gestión de arquitecturas y servicios de cloud computing.

Para esta actividad se realizó junto con los expertos un recorrido sobre cada uno de los diagramas de actividad de cada fase con el fin de que ellos pudieran comprender y analizar cada una de las actividades y tareas que se realizan, esto con el fin de que ellos puedan brindar de primera mano una retroalimentación directa de los procesos que se realizan en la metodología y realizar sugerencias de mejoras o cambios en las mismas.

Finalmente, para acompañar a la validación con los profesionales se construyó una entrevista, cuyas preguntas se trabajaron a partir de la selección de los diferentes criterios que se seleccionaron durante la evaluación heurística explicada anteriormente. La encuesta cuenta con una primera sección general en donde se solicita los nombres, la profesión y el área de experticia del profesional. En la segunda sección de la entrevista se trabajaron un conjunto de veintitrés preguntas de opinión las cuales se clasificaron en criterios metodológicos generales, criterios centrados en los usuarios y finalmente procesos, actividades y herramientas de la metodología. Las preguntas fueron diseñadas de tal forma que el experto eligiera entre una respuesta afirmativa (si) o una negativa (no), adicionalmente se añadió a cada pregunta un espacio en donde se le solicitaba al profesional entrevistado justificar su respuesta.

#### **4 RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA APREHAB**

Durante la prueba realizada usando la evaluación heurística se obtuvo los siguientes resultados. En los criterios generales donde se validaron los aspectos relacionados con el cubrimiento del ciclo de vida, el alcance, los objetivos, el tamaño, la complejidad, soporte, evaluación, tipos de solución, tipo de proceso, el aprendizaje y la enseñanza relacionada con la metodología y los proyectos que se puedan hacer con ella, se obtuvo un 80% de cumplimiento. En los criterios que se obtuvo las más baja calificación fueron aquellos relacionados con la amplitud de los tipos de proyectos y la planificación de tareas y actividades, debido a que, según las observaciones

de los evaluadores, APRehab solo se centra en el diseño de juegos serios enfocados a la rehabilitación más no es evidente, y adicionalmente faltarían definir algunas herramientas que faciliten la planificación y gestión de tareas bajo dicha condición

En los criterios relacionados con los principios de diseño de juegos serios, donde se valida el cumplimiento de aspectos relacionados con la conceptualización del juego serio, los elementos formales, aspectos técnicos y de interacción, elementos lúdicos y no lúdicos del juego, mecánicas, dinámicas y elementos estéticos, características funcionales, lógicas, evaluación y ajustes de juego serio, obtuvo un porcentaje del 96% de cumplimiento.

Durante la validación de criterios relacionados con la integración de diferentes fases, su flexibilidad, sus herramientas, actividades y su posterior validación, se obtuvo un porcentaje de 86,3% en donde los criterios que lograron la menor calificación se centran específicamente en que si la metodología ofrece etapas de implementación, codificación, evaluación y mantenimiento de productos terminados. Entre las observaciones documentadas se encontraron que a pesar que APRehab integra diferentes fases, la metodología está centrada en el diseño del juego serio a través de la construcción de prototipos los cuales llegan a versiones aproximadas a la versión terminada, por lo tanto, esto se convierte un insumo para fases posteriores como la implementación, codificación y evaluación del producto final, las cuales no se encuentran dentro de la metodología.

Sobre la validación de los criterios relacionados con la disposición y uso de diferentes herramientas o técnicas que permitieran abordar las diferentes actividades o acciones como la documentación, el levantamiento de requisitos, la evaluación, la identificación y caracterización de usuarios y actores, el uso patrones y lineamientos de diseño, identificación, planeación y distribución de roles y tareas. En este conjunto de criterios la metodología obtuvo un porcentaje de 51.4% reflejando claramente que a la metodología le falta suministrar elementos, herramientas, técnicas y lineamientos que puedan facilitar ciertas actividades y acciones dentro del proceso de diseño del juego serio.

Otro grupo de criterios validados fueron la identificación, la participación, el tipo de interacción, la satisfacción y la experiencia de uso de los usuarios y de sus necesidades, participación de personas con diferentes características o necesidades y la participación de personal experto en temas de discapacidad. En esta validación se obtuvo un

porcentaje de 89.1%, permitiendo observar que la metodología permite involucrar a diferentes tipos de usuario, los actores, necesidades y expectativas, desde el comienzo y durante el proceso del diseño del juego serio.

El último conjunto de criterios evaluados estuvo centrado en el equipo de trabajo, los canales y uso de diferentes estrategias de comunicación entre los diferentes integrantes del equipo, la asignación, guía y seguimiento de las actividades, la conformación de los equipos de trabajo, definición de roles y distribución de actividades, gestión seguimiento de tareas y participación de expertos, con los cuales se obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 53.3 % en donde se refleja que existen debilidades en estos aspectos lo cual permite una oportunidad de mejora para llegar a una metodología con un nivel de cumplimiento alto. En conclusión, la metodología obtuvo un porcentaje total de cumplimiento del 76%, lo que nos muestra que la metodología APRehab, cumple en un nivel aceptable los criterios evaluados sin embargo faltan algunos elementos que deben ser contemplados para poder ser evaluado con un nivel alto cumplimiento.

Luego de realizar la evaluación heurística, se prosiguió con la ejecución de la prueba de expertos siguiendo el método del conductor y una encuesta final. En el primer conjunto de preguntas relacionadas con los criterios metodológicos generales en donde se les pregunto a los expertos sobre el cubrimiento de los procesos para el diseño de juegos serios, los ajustes de los objetivos según los procesos de rehabilitación, la adaptabilidad a diferentes tipos de proyectos de juegos serios, la facilidad de enseñarse y aprenderse, las diferentes soluciones de diseño enfocados a la rehabilitación, la validación de las soluciones de diseño y detección de problemas en los prototipos, el proceso iterativo y tolerancia a posibles cambios en el diseño de los juegos, se obtuvo un 85% de respuestas afirmativa por parte de los expertos, los cuales destacaron, que APRehab es una metodología que posee una serie de pasos y etapas coherentes que permiten un análisis, un diseño y una validación dentro de un proceso iterativo que permiten identificar los requerimientos y las necesidades de los usuarios que facilitando la complejidad de una propuesta de diseño que cumplirá con el objetivo de crear juegos serios para un público que posee necesidades especiales. También expresaron que una de las características importantes de APRehab es el marco genérico y flexible que permite su aplicación a diferentes tipos de proyectos de juegos serios y la tolerancia a los posibles cambios, a pesar que este enfocado principalmente a procesos de rehabilitación, además que por sus pasos claros y específicos le permite tener una estructura lógica que permite una fácil apropiación de los

diferentes conceptos y actividades que se deben realizar durante su uso. Sin embargo algunos de los expertos respondieron negativamente a este grupo de preguntas obteniendo un porcentaje de 15%, algunos de los comentarios realizados por este grupo de expertos fueron, que la metodología no está orientada a los usuarios finales o pacientes, más bien está dirigida aquellas personas interesadas en diseñar juegos serios dirigidos a personas con necesidades especiales, que la metodología debería incluir elementos y actividades para un mayor análisis de la ergonomía y de otros tipo de discapacidades como la cognitiva y la motora.

En los criterios centrados en los usuarios, donde se les pidió a los expertos que opinaran sobre los usuarios finales, control del juego serio, comprender al usuario, necesidades, entorno, el contexto del usuario, las condiciones en las que se usara el juego, definición de perfiles, participación de expertos en el dominio y herramientas que permitan analizar, incorporar y evaluar diferentes elementos dirigidos a mejorar la experiencia del usuario. El porcentaje de aprobación obtenido por parte de las respuestas suministradas por los expertos fue del 79% en donde opinaron que la metodología permite incluir elementos tanto subjetivos (emociones, motivaciones, etc) como objetivos(dispositivos) permitiendo dirigir de forma efectiva el diseño de juego serio hacia el grupo objetivo, además de que la metodología se esmera en el análisis de las necesidades y revisión de los diferentes perfiles, contextos y procesos de rehabilitación y aprendizaje del usuario con discapacidad a través de la indagación, la investigación, la participación de expertos en rehabilitación y finalmente de “ponerse en el lugar del otro”. No obstante con un 22% de respuestas negativas, algunos de los expertos opinaron que a pesar de que la metodología está dirigida a productos o juegos serios para personas con discapacidad es claro que realmente la metodología va dirigida a los equipos multidisciplinarios que quieran trabajar en el diseño y desarrollo de este tipo de productos por lo que no es totalmente cierto que la metodología está dirigida hacia el usuario final, además de que en la metodología no es claro el uso de herramientas que permitan especificar el factor de uso y la caracterización de los usuarios según sus limitaciones físicas, motoras y cognitivas, características que permiten una mayor comprensión de los proceso de rehabilitación según el tipo de discapacidad del usuario y contexto o escenario al que se dirige.

Finalmente, para las preguntas de opinión de los procesos y actividades de la metodología, se pidió a los expertos analizar la gestión de actividades y tareas, herramientas de documentación, medios de participación de clientes e interesados, la definición de roles y asignación de responsabilidades, la comunicación entre miembros del equipo, herramientas para la conceptualización, la

definición de los objetivos rehabilitación, y la identificación de los elementos técnico y tecnológicos para la interacción del juego serio. Durante el análisis de las respuestas de los expertos se encontró que respondieron afirmativamente a las preguntas reflejando un 77% frente a un 23% de respuestas negativas de parte de algunos de los encuestados. Entre las opiniones que se encontraron fueron que una de las características claves de APRehab es que permite que las diferentes tareas de diseño y desarrollo del juego serio estén claras al igual que el flujo de las diferentes actividades, además de que la metodología al final de sus procesos y fases ofrece algunas herramientas identificación de aspectos técnicos, tecnológicos y de documentación como GDD y el DTD, siendo estas últimas herramientas esenciales para documentar todas las actividades y cambios que se han realizado durante el diseño del juego serio. También resaltaron de APRehab su flexibilidad a los posibles cambios que se puedan encontrar en el transcurso del diseño debido a que es un proceso iterativo en donde se interviene con prototipos que pueden ir evolucionando con cada ciclo que se aborde con la metodología. A pesar de esto algunos de los expertos opinaron que faltan herramientas que faciliten la documentación de algunos procesos como por ejemplo en la primera fase en donde se analizan a los usuarios, su caracterización y sus actividades o procesos de rehabilitación. También comentaron que no son claros los diferentes medios de participación de actores adicionales como clientes e interesados involucrados en el proyecto, además de que no encontraron elementos definidos para la asignación de roles y responsabilidades, elementos claves para formular herramientas y estrategias para la comunicación efectiva entre los miembros del equipo.

## 5 CONCLUSIONES

Las validaciones son instrumentos importantes para analizar, detectar y mejorar las propuestas que se realizan en diferentes campos del desarrollo de la tecnología. El objetivo de validar APRehab era visualizar las diferentes dimensiones de la metodología y ofrecer un panorama de aquellos elementos a ser mejorados para alcanzar un alto nivel de cumplimiento. La validación heurística permitió encontrar diferentes debilidades centradas en disposición de herramientas y técnicas que ayuden a los desarrolladores en cada fase de la metodología y las acciones relacionadas con los roles, responsabilidades y comunicación de los equipos de trabajo. A partir de esto se concluyó que se debe realizar una revisión profunda y proponer desde las diferentes áreas como la ingeniería de software y la interacción humano computadora,

herramientas que permitan complementar y enriquecer los diferentes procesos de APRehab.

A partir de la validación con expertos en diferentes áreas como los videojuegos, el desarrollo de software, la educación y rehabilitación virtual que conocieran APRehab se buscaba obtener conocimientos diversos diferentes opiniones que permitirán reformular y mejorar la metodología para su uso en campo. Durante la revisión usando el método del conductor, varios de los expertos expresaron dudas sobre diferentes actividades y realizaron recomendaciones para mejorar algunas de las características y actividades que ofrece la metodología, sobre todo en las fases relacionadas con la conceptualización y experiencia del jugador, el prototipado y la evaluación, con el fin de ofrecer una estructura lógica más adecuada y fácil de entender y ejecutar durante su uso. Por ejemplo, se recomendó que los diferentes procesos de la fase de prototipado y test del juego se dividieran según la fase a la que iba dirigido el prototipo y su validación. Otras recomendaciones se dirigieron a la apropiación y comprensión de algunas actividades en donde se sugirió hacer cambio de nombres de actividades y tareas para facilitar la comprensión de lo que se debía realizar en un determinado momento.

Finalmente, durante el análisis de la encuesta se encontró que el resultado de los expertos coincidió con los resultados obtenidos a partir de la validación de los criterios heurísticos, concluyendo que es de alta prioridad enfocarse en la inclusión de herramientas que permitan a los diseñadores facilitar su trabajo y gestionar mejor los roles, las tareas y las responsabilidades del equipo.

Entre los trabajos futuros se encuentra realizar una búsqueda de herramientas y técnicas que se puedan usar dentro de la metodología, realizar los cambios requeridos por los expertos en las diferentes fases sugeridas y realizar una nueva validación heurística para comprobar si la metodología cumple con los requerimientos mínimos establecidos. Luego de esto se procederá a la construcción de un prototipo de juego serio siguiendo cada una de las actividades suministradas por APRehab.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente respaldado por el proyecto TIN2016-81143-R (AEI / FEDER, UE) financiado por MICINN, Gobierno de España y OCDS-CUD2016 / 13 financiado por el OCDS en la Universidad de las Islas Baleares. Además, agradecemos el apoyo del proyecto a la

Universidad de San Buenaventura y la Universidad del Cauca (Colombia)

## REFERENCIAS

- [1] S. Cano, V. Peñeñory, C. A. Collazos, H. M. Fardoun, and D. M. Alghazzawi, "Training with phonak: Serious game as support in auditory verbal therapy for children with cochlear implants," *Rehab 2015*, 2015.
- [2] T. Martins, M. Araujo, and V. Carvalho, "Physiovinci – a first approach on a physical rehabilitation game," *5th International Conference, SGDA 2014*, 2014
- [3] J. Torrente, A. del Blanco, P. Moreno-Ger, and B. Fernandez-Manjon, "Designing serious games for adult students with cognitive disabilities," *ICONIP 2012, Part IV. LNCS*, vol. 7666, pp. 603–610, 2012.
- [4] C. Pérez-Arévalo, C. Manresa-Yee, V. M. Peñeñory. Game to develop rhythm and coordination in children with hearing impairments. *Interacción '17: Proceedings of the XVIII International Conference on Human Computer Interaction*, 2017.
- [5] V. Peñeñory, C. Manresa-Yee, I. Riquelme, S. Cano, C. A. Collazos. Review of systems to train psychomotor skills in Shearing impaired children. *REHAB '16 Proceedings of the 4th Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques Pages 81-84*. ISBN: 978-1-4503-4765-5
- [6] V. Peñeñory, C. Manresa-Yee, I. Riquelme, S. Cano, C. A. Collazos, *Sistemas Interactivos Enfocados a la rehabilitación psicomotriz en niños con discapacidad auditiva*. Libro: *Avances en tecnologías interactivas aplicadas a la discapacidad*, ISBN: 978-607-525-128-8 p. 125-142
- [7] R. Marques, J. Madeiras, and M. Oliveira, "Using serious games for cognitive disabilities," *5th International Conference, SGDA 2014*, 2014.
- [8] J. Gonzalez, M. Cabrera, and F. Gutierrez, "Using videogames in special education," *EUROCAST 2007. LNCS*, 2007.
- [9] S. Sanchez, *Guía para la atención educativa a los alumnos y alumnas con discapacidad auditiva*. Orientación Educativa y Solidaridad, 2003.
- [10] E. Juarez and R. Mazariegos, "La importancia del diseño gráfico en la elaboración de material didáctico para niños con discapacidad auditiva en la ciudad de Puebla," 2003
- [11] D. A. Reynoso, "Desarrollo psicomotor del niño sordo de 6 a 12 años", Universidad de San Marcos de Guatemala, Tech. Rep., 2007.
- [12] V. M. Peñeñory, C. Manresa-Yee, S.Cano, H. Fardoun. Proposal of a model for the analysis of requirements and activities for the design of interactive experiences aimed at the psychomotor rehabilitation of children with hearing impairments. *ACM - Proceedings of the XVIII International Conference on Human Computer Interaction*. 2017.
- [13] V. M. Peñeñory, C. Manresa-Yee, S.Cano, H. Fardoun, "Propuesta de modelo para el análisis de requisitos y actividades para el diseño de experiencias interactivas dirigidas a la rehabilitación Psicomotriz" *Scientia et Cognito – Montiel & Soriano Ed. Año 1 Vol1*. 2017
- [14] E. Mendez Nava. Modelo de evaluación de metodologías para el desarrollo de software. Documento Trabajo de grado. : <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ7365.pdf>. Última Visualización: 22-04-2018.
- [15] M. Garreta, E. Mor Pera. Diseño centrado en el Usuario. Universidad Oberta de Catalunya, Licencia Creative Commons. CC-BY-SA • PID\_00176058
- [16] A. I. Jimenez, D. P. Rico, C. M. Mendez, S. Ceron, S. Palechor. Procesos y técnicas de ingeniería de software para la modelación de videojuegos. *Inventum No. 9 Facultad de Ingeniería UNIMINUTO - Diciembre de 2010 - ISSN 1909 – 2520*
- [17] C. Abt. *Serious Games*, New York: Viking Press, 1970.
- [18] D. Michael and S. Chen, "Serious games: Games that educate, train, and inform," *Course Technology PTR*, 2004.
- [19] C. Stephanidis, A. Savidis. *Universal Access in the Information Society: Methods, Tools, and Interaction Technologies*. Ed Springer . *UAIS (2001) 1*: 40–55 / Digital Object Identifier (DOI) 10.1007/s102090100008

# Diseño de un Sistema Interactivo como apoyo al desarrollo del Pensamiento Computacional para niños con Implante Coclear

Cristhiam Henao  
Universidad San Buenaventura  
Grupo LIDIS  
Colombia  
cristhiam579@gmail.com

Juan Sebastián Naranjo  
Universidad San Buenaventura  
Grupo LIDIS  
Colombia  
juan\_naranjo12@hotmail.com

Sandra Cano  
Universidad San Buenaventura  
Grupo LIDIS  
Colombia  
sandra.cano@gmail.com

Victor M. Peñeñory  
Universidad San Buenaventura  
Grupo LIDIS  
Colombia  
vmpeneno@usbcali.edu.co

## ABSTRACT

El pensamiento computacional se ha comenzado a incluir en el colegio en el curso de informática, ya que puede servir para desarrollar competencias relacionadas con la formulación y resolución de problemas con ayuda de herramientas tecnológicas. Los niños con implante coclear tienen acceso a la tecnología a través de juegos y aplicaciones. Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones que se han diseñado no están orientadas a niños con problemas auditivos, sino a niños oyentes. Teniendo en cuenta que los niños de hoy, son de la generación digital por lo que se les hace muy fácil interactuar con una aplicación móvil. El diseño de la propuesta es un sistema interactivo realizado con elementos físicos que pueda interactuar con un dispositivo móvil, de tal manera que el niño pueda trabajar con otros niños por medio de un tablero físico y con un dispositivo móvil.

## KEYWORDS

Pensamiento Computacional, niños con implante coclear, sistema interactivo.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los niños que tienen ayuda auditiva ya sea audífono o implante coclear se enfrentan a muchos desafíos en el ámbito educativo, cultural y social. Estos niños tienen un desarrollo más lento comparado con un niño oyente, debido a que ellos se les hace más difícil asimilar la información recibida de una manera correcta[1].

Los niños que tienen ayuda auditiva deben aprender a escuchar para poder hablar. Por lo tanto, no tienen lenguaje en el primer año del implante coclear, y la manera de comunicarse es visualmente. Hoy en día, los docentes

interactúan con los niños incorporando estrategias de enseñanza lúdica para motivarlos durante su aprendizaje.

Por otro lado, el término **Pensamiento Computacional** (PC) ha sido de interés por parte de los educadores para incluirse en la escuela en el curso de informática, ya que el PC puede ayudar en el desarrollo de competencias como, formulación y resolución de problemas. El término pensamiento computacional (PC) se dió a conocer con Jeannette Wing en una conferencia en el 2009 [2], el cual describe el pensamiento computacional como: *“la habilidad fundamental utilizada por todos en el mundo. A la lectura, escritura y aritmética, vamos a añadir el PC a la capacidad de análisis de cada niño”*. Sin embargo, aún hay muchos docentes que desconocen el significado del pensamiento computacional y lo relacionan con programación o lenguaje de programación.

Por otro lado, desde la educación Piaget [3] menciona que en las primeras etapas de desarrollo del niño, el juego simbólico establece una relación entre la representación y el lenguaje. Por lo que, si se relaciona el pensamiento computacional y el juego, puede ser una alternativa para que el niño aprenda a identificar diferentes símbolos para construir conocimiento. Vigostky [4] se centra en la interacción que se tenga con el contexto, el cual involucra herramientas, ya sean objetos o lenguajes que ayudan en el desarrollo psicológico del niño. Por lo que, un juego podría ser una alternativa para incentivar el pensamiento computacional en los niños con implante coclear. Sin embargo, se debe tener en cuenta que al principio del implante su comunicación es visual, y deben comprender visualmente cada uno de los objetos que se le presenten para estructurarlos de manera correcta siguiendo un proceso de aprendizaje, ayudándolos a deducir, observar y razonar.

Por otro lado, un sistema interactivo puede definirse como un campo de estudio basado en el usuario que se enfoca en la relación de comunicación entre el usuario y el sistema. Además, en un sistema interactivo puede incluir elementos de

entrada no tradicionales que puedan interactuar con un dispositivo digital, de tal manera que logre motivar al usuario al interactuar con el sistema.

Este artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera. En la sección 2 se describen algunos trabajos relacionados con el trabajo presentado. En la sección 3 se describen el perfil del niño con implante coclear y se presenta una descripción del pensamiento computacional. En la sección 4, se presenta la propuesta de diseño y los diferentes aspectos que se tomaron en cuenta para realizar la propuesta. Por último, en la sección 5 se despliegan conclusiones y trabajos futuro.

## **2 TRABAJOS RELACIONADOS**

Las investigaciones que se mencionan [5-9] han conducido a buscar estrategias de enseñanza de programación. Principalmente, orientado a ayudar a los niños a desarrollar competencias dentro del pensamiento computacional desde temprana edad.

Un juego de mesa llamado c-jump [5], centrado en snowboarding, propone una manera de aprender el pensamiento lógico y mostrar de manera entretenida cómo funciona un software desde su lógica y eliminar ese paradigma de que solo personas que hayan estudiado junto a su computador puedan entender y/o hacer uso de esta habilidad.

Otra investigación dirigida por un profesor de educación en la Universidad ICESI [6], involucra una estrategia de enseñanza llamada ABP (Aprendizaje Basado en Problemas), quién habla acerca del aprendizaje basado en la unión de bloques de conocimiento. Éste es una estrategia de aprendizaje que consiste en que las personas que estén aprendiendo, en este caso niños, sean capaces de unir conocimientos que anteriormente hayan adquirido con nuevos conocimientos, y así resolver problemas. En este aprendizaje es fundamental que el profesor genere en los estudiantes preguntas para que así sepan qué camino seguir.

Otro trabajo es Robot Turtles [7], consiste en programar el mejor camino para que la tortuga pueda llegar hacia los diamantes, los cuales están asociados con el color de la tortuga. Para llegar al camino las tortugas deben enfrentarse a unos obstáculos, donde el niño debe resolver el mejor camino que debe elegir la tortuga con unas determinadas fichas. Este juego tiene un conjunto de fichas, donde unas representan retos y otros poderes. Al comenzar el juego cada niño se le da un determinado número de fichas, las cuales les permiten moverse en diferentes direcciones. Un aspecto importante del juego, es que el niño antes de empezar, ya debe planear sus movimientos y ver cómo se debe resolver un problema.

Otro trabajo presentado es de la compañía Mindware llamado Qwirkle [8]. Éste es un juego de mesa que consiste de 108 piezas de madera con seis diferentes formas en seis diferentes

colores. El jugador que empieza debe poner piezas de un solo atributo (color o forma pero no ambos) sobre la mesa. En las siguientes jugadas se debe llenar el bloque, permitiéndose añadir bloques adyacentes, sin duplicados. Por cada bloque puesto cumpliendo las normas se da un punto al jugador y al llenar el bloque de seis (colores o formas) se dan seis puntos. Este juego enseña a los niños los fundamentos de la lógica de la programación. También hay estrategia y reconocimiento de patrones [9]. Otro software es Scratch [13], desarrollado por MIT Lab en el año 2002 y oficialmente lanzado al mercado en el 2005. Scratch es un lenguaje de programación visual manejado por la construcción de bloques, donde cada bloque pertenece a una categoría identificada con un color específico. Es decir, la categoría de movimiento es de color azul, y corresponde aquellas instrucciones para mover objetos, de esta manera cada categoría tiene asociado un color, y cada categoría corresponde a un conjunto de instrucciones.

Los trabajos mencionados indican la importancia en integrar sistemas interactivos, de tal manera que ayude estimular el pensamiento computacional en niños con implante coclear.

## **3 NIÑOS CON IMPLANTE COCLEAR Y PC**

Según la Organización Mundial de la Salud, la discapacidad se define como “Un término general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Por consiguiente, la discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive” [10].

Los niños con discapacidad auditiva que verbalizan tienen ayudas auditivas, por medio de un audífono o un implante coclear. Sin embargo para un niño con implante coclear, tomará mayor tiempo su aprendizaje comparado con un niño oyente o un niño con audífonos auditivos, ya que debe aprender a escuchar cada uno de los sonidos que se le presenten. Los niños con discapacidad auditiva que tienen un nivel de sordera profunda son aptos para recibir un implante coclear. Por lo que, en sus primeros años del implante coclear su nivel de comunicación verbal es muy bajo, y su forma de comunicación es visual.

El pensamiento computacional fue definido por Jeannette Wing en el año 2006 [11], y menciona que no solo el PC está orientado a los informáticos, sino a cualquier público que quiere aprender. Haciendo relación que los métodos computacionales se encargan de dar soluciones a partir de un problema. El PC, podría ser una competencia fundamental para la lectura, escritura y aritmética. Por esta razón, debe incluirse como una habilidad analítica para cada niño.

Los trabajos con PC para niños se empezaron a ver con Seymour Papert en los años 80 con su programa llamado Logo [12], el cual ayudaba a estimular el pensamiento lógico-matemático, ayudando a construir conocimiento. A partir de ese año plantea la forma de construir conocimiento usando la computadora. Hoy en día, se continúa construyendo

conocimiento con ayuda de la tecnología, pero usando más tecnología e incluyéndose en el entorno educativo de una manera lúdica.

Lo que indica que, el pensamiento computacional favorece a los niños para desarrollar competencias, como: solución e identificación de problemas, análisis para la toma de decisión. Por otro lado, la teoría de Piaget sobre el constructivismo sirvieron de inspiración para la propuesta de Papert [13], donde se destaca la importancia del aprendizaje activo. Enfatizando que para que exista aprendizaje, debe existir una construcción del conocimiento del propio sujeto que aprende a través de la acción.

Hoy en día, el instituto de Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca, Colombia tiene niños con discapacidad auditiva que tienen ayuda auditiva como audífonos e implante coclear. Estos niños están aprendiendo a verbalizar. Cuando se les pregunto a los docentes si conocían acerca del término PC, algunos respondieron que no, mientras que otros lo relacionaron al pensamiento matemático y lógico. También, se les indago acerca de los temas que veían en la clase de informática, y no trabajan ninguna actividad que relacione el pensamiento computacional.

Es importante mencionar que cuando se les explico que el pensamiento computacional puede integrar diferentes tipos de pensamientos como algoritmo, divergente, lógico, entre otros, comentaron que lo han trabajado en otras clases, pero no todos incluidos dentro de una misma actividad. Esto indica, que el PC puede ser una alternativa para que el niño desarrolle un conjunto de competencias de una manera lúdica.

#### 4 PROPUESTA

A continuación para la realización del trabajo de investigación se ha seguido la metodología llamada MECONESIS propuesta por Cano et al. [14]. Esta metodología propone las siguientes fases, como: análisis, pre-producción, producción y post-producción.

##### 4.1 Participantes

Se trabajaron con niños entre 7 a 11 años del Instituto de Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca. También, se observo que en un aula de clase no solo están los niños con implante coclear, sino también los que tienen audífono o son oyentes.

##### 4.2 Metodología

A continuación se realiza una descripción de lo que se realizo en cada fase de la metodología MECONESIS.

###### Análisis

En la fase de análisis del perfil del usuario, se llevan a cabo un conjunto de actividades que permitan reunir información destacada, utilizando diferentes métodos para evaluar al niño se aplicaron algunos métodos para capturar información acerca del contexto, como: entrevistas, observación directa,

grabaciones, seguimiento, indagación y encuestas. Estos métodos sirven para recopilar datos cuantitativos y cualitativos sobre la experiencia y uso del producto o servicio. Estos métodos/técnicas usados sirven para determinar el perfil del niño, e identificar las características más relevantes en los niños con implante coclear.

También se realizaron algunas entrevistas a docentes del Instituto de Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca-Colombia (INCSVC) para conocer más sobre los temas tratados en clase y los métodos de enseñanza usados para reforzar el área del pensamiento computacional. La entrevista que se ha realizado a los docentes, se compone de 6 preguntas. Éstas están relacionadas con el pensamiento computacional, estrategias que usan para estimular el pensamiento computacional, y conocer las diferentes actividades que realizan con los niños. También, hay una pregunta relacionada con la inclusión de las tecnologías dentro del aula, como el uso de Smartphone y Tablet.

Algunas de las respuestas que dieron los docentes al preguntarles acerca de pensamiento computacional. Éstas fueron sus respuestas:

- *Es la habilidad que se tiene para enfrentarse a la tecnología.*
- *Desarrollo de habilidades como cálculos mentales*

También en la pregunta donde se le formula si usan la Tablet para estimular el pensamiento computacional en el niño. Respondieron que no, que sólo usan imágenes o cartillas como material de apoyo dentro del aula.

Como se observa en la Figura 1, se realizó una actividad con los niños dentro del aula, con el propósito de conocer el desempeño frente a diferentes juegos de habilidad mental y solución de problemas. En la observación se identifican los objetivos que se quiere conseguir con la elaboración del juego de mesa, definiendo su principal enfoque, que será desarrollar para cada niño el pensamiento lógico, en combinación con métodos de entretenimiento y educativos. Por lo que, se examina qué tipo de experiencia se quiere obtener del jugador, haciendo énfasis en el tema del juego, mecánicas y dinámicas del mismo y métodos de interacción que se deben tener en cuenta para la implementación del juego. También se observa que los niños trabajan de manera colaborativa, por lo que se apoyan más entre ellos para realizar sus actividades. Se sienten más seguros cuando todos sus compañeros aprueban que lo ha realizado de manera correcta.

###### Pre-producción

En esta fase de acuerdo a la información cualitativa recolectada previamente, se analiza para estudiar las diferentes estrategias de comunicación visual que se pueda lograr transmitir al niño a través de una interface tangible. Por lo que, se ha tenido en cuenta unos principios de diseño propuesto por Cano et al. [15], con el propósito de seguir unos



lineamientos para crear una interfaz de tal manera que el niño pueda comprenderla.



**Figura 1:** Actividad con los niños con Implante Coclear INCSVC

Para el diseño de la interfaz tangible se tiene en cuenta factores como el hecho de que el público objetivo son niños con implante coclear. Al ser niños se trata de ser cercanos a ellos por medio de una mascota común en sus casas como lo son los perros. Por lo que, se propone como personaje principal de la historia, un perro. Un perro que se pierde y debe encontrar su camino para llegar a casa. Sin embargo durante el trayecto a su casa tendrá un conjunto de obstáculos que debe resolver.

Por lo que se propone un juego de mesa con niveles de dificultad, donde el docente tiene la autonomía de situar los obstáculos en cualquier casilla del juego. Esto con el fin de hacer que el juego pueda ser jugado cada vez que se quiere, y pueda la partida ser diferente, lo cual evita que el jugador actúe más porque lo ha memorizado, sino porque ha sido consciente de su aprendizaje. Se propone un juego de mesa tipo escalera llamado **PerdiDogs** (Figura 2), cuyo objetivo es que el niño logre encontrar la mejor solución. Teniendo como personaje principal un perro, ya que los niños tienen mucho afecto hacia las mascotas. Los perros transmiten confianza y cariño hacia los humanos y más en los niños. Como se observa en la Figura 2, el tablero es para ser jugado de manera colaborativa como máximo 4 jugadores, donde cada jugador es representado por un perro.



**Figura 2:** Tablero de Mesa PerdiDogs

Por lo que, la misión que se recrea es que el perro debe llegar a su hogar, pero para ello tendrá obstáculos y debe tomar las decisiones correctas para llegar a casa.

Los diferentes elementos que se han involucrado en el juego físico son, los obstáculos y la vida del perro que están representadas por huesos, y serán útiles para que el perro pueda tener habilidades para superar los obstáculos (Figura 3). Las habilidades que se le otorgan al perro, son actividades o movimientos relacionadas con el perro, como: ladrar, saltar o excavar. Los obstáculos están relacionados como los retos que debe enfrentar y decidir que habilidad darle a su mascota cada niño. Los que se proponen son: automóvil, control animal y un gato llamado Kira.



**Figura 3:** Fichas del Tablero, obstáculos y vidas.

Se usaron diseños que fueran fácil de entender y asimilar. Cada imagen representa una acción que el niño puede o no ejecutar, por lo que se relaciona con el pensamiento computacional. Ya que se exige en buscar una opción dentro del juego, teniendo en cuenta que la acción a realizar generará una consecuencia. Por lo que se promueve el pensamiento algorítmico y se educa al niño en buscar una solución al enfrentarse a un problema con una secuencia ordenada de pasos hasta que Lupe y sus amigos puedan llegar a su hogar.

#### *Producción*

En esta fase se desarrolla la parte digital, el cual será el complemento para el juego físico. El objetivo es hacer uso de la interacción tangible-virtual, se propone que haya una ruleta, el cual tendrá la función de ceder el turno a cada niño y que aleatoriamente salga el número de casillas que debe avanzar el perro. La ruleta dirá las direcciones que deberá tomar y si el jugador decide tomar la ruta que se le ha asignado. Por lo que, el niño es quien decide y toma la decisión si es la manera para que el perro pueda llegar pronto a su hogar.

Se decide realizar una aplicación móvil híbrida para dispositivos móviles Android mediante el framework Ionic en su versión 2.0. Esta aplicación está basada en HTML5, y tendrá la función de ser las veces de dado de un tablero. Esta ruleta le indicará al niño la cantidad de veces que se debe mover y hacia qué dirección. Esto facilita y promueve la interacción física con lo virtual.

## **6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

- Se identificaron aspectos cognitivos para el desarrollo de las habilidades del niño con implante

coclear tales como el pensamiento computacional, este se adaptó con actividades repetitivas y la toma de decisiones en el desarrollo del juego.

- Se adaptó el estilo de aprendizaje visual para los niños con implante coclear ya que ellos son más visuales y este estilo hace uso de símbolos, gráficos y ayuda a memorizar mejor la información recibida.
- La identificación de la directriz seguida fue útil para identificar las fuentes, tipos de letra, métodos de evaluación y áreas a evaluar durante el desarrollo del tablero y la aplicación móvil ya que se identificó previamente el público y su necesidad, en base a esto se hizo el desarrollo y se evaluó el objetivo trazado.

Como trabajo futuro se quieren poner todas las piezas en impresión 3D, evaluar el prototipo y diseñar más niveles de dificultad, de tal manera que el niño pueda diferenciar instrucciones de control de programación, como ciclos y funciones.

## AGRADECIMIENTOS

Al proyecto OCDS-CUD2016/08 de la Universidad Illes Balears, Mallorca. También instituto de Niños Ciegos Sordos del Valle de Cauca, Colombia.

## REFERENCIAS

- [1] Antonio Villalba Pérez. Atención Educativa de los alumnos con NEE derivada de una deficiencia auditiva. Consellería de Cultura, Educación y Ciencia. Generalitat Valenciana, Capítulo 2, 1996.
- [2] Jeannette M. Wing, Computational Thinking. n. 3, vol 49. Communications of the ACM, pp. 34, 2006.
- [3] Piaget J. and Inhelder B. The Psychology of the child, 1996.
- [4] Vigotsky L.S. Mind in society. Harvard University Press, Cambridge M.A, 1978.
- [5] C-jump, <http://www.c-jump.com/pageabout04.html>, última visita Marzo 03 de 2018.
- [6] Juan Carlos López. Actividades de aula con Scratch que favorecen el uso del pensamiento algorítmico. Tesis de maestría, Universidad ICESI.
- [7] Robot Turtles, <http://www.robotturtles.com/>, última visita Octubre 22 de 2017.
- [8] Mindware: Qwirkle, <http://www.mindware.orientaltrading.com/qwirkle-a2-32016.fltr>, última visita 19 de Marzo de 2018.
- [9] Think Fun: 5 juegos offline que enseñan a los niños código, <http://info.thinkfun.com/stem-education/5-offline-games-that-teach-kids-coding-skills>, última visita 19 de Marzo de 2018.
- [10] Organización Mundial de la Salud, <http://www.who.int/topics/disabilities/es/>, última visita 13 de Agosto de 2017
- [11] Jeannette M. Wing. 2006. Computational thinking. Commun. ACM 49, 3 (March 2006), 33-35. DOI: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.
- [12] Papert, S. Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. Basic Books, Inc. [<http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/mindstorms.pdf>], 1980.
- [13] Seymour Papert. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. Basic Books, Inc., New York, NY, USA, 1980.
- [14] S. Cano, J. M. Arteaga, C. A. Collazos, C. S. González, S. Zapata. Towards a Methodology for Serious Games Design for Children with Auditory Impairments. IEEE Latin America Transactions, VOL. 14, No. 5, May 2016.
- [15] Cano Sandra, Collazos César, Manresa-Yee Cristina, Peñeñory Victor. Principles of Design for Serious Games to Teaching of Literacy for Children with Hearing Disabilities. Proceedings of the XVII International Conference on Human Computer Interaction Article No. 6, Salamanca, Spain. September 13 - 16, 2016

# Aplicativo móvil para el seguimiento de tratamientos oncológicos de niños de la Fundación Carlos Portela

Jose Edgar Carabali, Andrés Solano  
Universidad Autónoma de Occidente  
Cali, Colombia  
{jose.carabali, afsolano}@uao.edu.co

## RESUMEN

El cáncer es considerado un problema importante de salud pública en Colombia, esta enfermedad se considera de alta complejidad y costo, dadas las medidas de seguridad y control que deben ejercer los pacientes, familiares y el personal médico involucrado en el tratamiento. Esta patología también se encuentra presente en niños y jóvenes, donde la leucemia es el principal causante de muerte de la población infantil. Los familiares y acompañantes juegan un papel importante en el proceso de recuperación del infante, pero debido a diferentes factores, entre ellos educativos y socioeconómicos, el seguimiento del tratamiento oncológico es insuficiente, por lo cual existe abandono de los tratamientos. Teniendo en cuenta lo anterior, este artículo presenta un aplicativo móvil que fue concebido como apoyo para realizar seguimiento a tratamientos oncológicos de niños con leucemia que se encuentran en un rango de edad entre 2 y 17 años. Esto con el objetivo de que los niños, cuidadores y familiares cuenten con una iniciativa tecnológica que permita llevar un efectivo control y tratamiento de la enfermedad. De tal manera, que permita a los usuarios coordinar sus actividades y obligaciones durante los procedimientos médicos, aporte estrategias de auto-cuidado e información acerca de citas, tratamientos, medidas preventivas que contribuyan a maximizar el tiempo de supervivencia de los niños y evitar el abandono de los tratamientos médicos. La aplicación móvil fue construida siguiendo un enfoque de Diseño Centrado en el Usuario, específicamente el Modelo de Proceso de Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad (MPIu+a).

## Palabras claves

Aplicativo móvil, seguimiento, tratamientos oncológicos, niños, leucemia.

*Interacción 2018*, 12-14 de septiembre de 2018, Palma, España

© 2018 Los derechos de autor pertenecen al propietario / autor (es).

ACM ISBN 978-1-4503-6491-1 / 18/09.

<https://doi.org/10.1145/3233824.3233856>

## 1. INTRODUCCIÓN

Según investigaciones realizadas por el Ministerio de Salud y Protección Social y el Instituto Nacional de Cancerología, el cáncer es considerado un problema importante de salud pública en Colombia. El número de enfermos y personas fallecidas por esta causa ha aumentado en los últimos años; las cifras dictan que cerca de 96 personas mueren cada día en Colombia por causa del cáncer. Esta enfermedad también se presenta entre los niños y jóvenes; en Colombia representa la segunda causa de muerte entre la población de 1 a 15 años de edad. Se registran alrededor de 500 muertes por cáncer infantil, así la leucemia se constituye en la principal causa de enfermedad y muerte, con 497 casos y 328 defunciones. El Registro Poblacional de Cáncer de Cali, Colombia, ha identificado que la supervivencia de niños con leucemia en esta ciudad es de un 41% a cinco años, cifra que contrasta negativamente con la supervivencia obtenida en países desarrollados para este tipo de cáncer [1].

Las enfermedades oncológicas cada vez se encuentran más presentes en la sociedad; una cantidad importante de niños, adolescentes y adultos padecen de tumores malignos. Los malos hábitos de vida, factores ambientales y hereditarios son algunos de los principales elementos que han influenciado y contribuido en la proliferación de estas enfermedades que acaban con la humanidad, convirtiéndose en un problema de salud pública en el país.

Los problemas oncológicos han sido clasificados como enfermedades de alto grado de complejidad debido a los costos, medidas de seguridad y control que deben ejercer los pacientes, familiares y el personal médico involucrado en el tratamiento de este tipo de complejidades.

Los familiares y acompañantes juegan un papel importante en el proceso de recuperación del infante, pero debido a factores educativos y socioeconómicos, el seguimiento del tratamiento oncológico es insuficiente. Por tal razón, es indispensable que los familiares y acompañantes de los pacientes entiendan la importancia e implicación que tiene la continuidad de los tratamientos médicos en la salud de los niños y en el propósito de evitar la muerte, impedir la progresión de la leucemia, como también mitigar la resistencia de la enfermedad ante el tratamiento [2]. En ese sentido, este artículo considera la problemática relacionada con el abandono de los tratamientos oncológicos de los

niños beneficiarios de la Fundación Carlos Portela de Cali (Colombia), quienes padecen leucemia y se encuentran en un rango de edad entre los 2 y 17 años.

Con base en el problema antes mencionado, este artículo presenta un aplicativo móvil que permite realizar el seguimiento a los tratamientos oncológicos de niños con leucemia. De tal manera, que posibilite a los cuidadores y familiares llevar un efectivo control del tratamiento, coordinar actividades durante los procedimientos médicos, gestionar las citas médicas, consultar estrategias de autocuidado y medidas preventivas que contribuyan a maximizar el tiempo de supervivencia de los niños y evitar el abandono de los tratamientos médicos.

La aplicación móvil fue implementada utilizando el enfoque de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), específicamente el Modelo de Proceso de Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad (MPIu+a) [3], el cual proporciona un marco de trabajo adecuado y flexible para la construcción y evaluación del sistema.

La sección 2 presenta un conjunto de trabajos relacionados. La sección 3 presenta el estudio del contexto. La sección 4 describe la aplicación móvil propuesta. La sección 5 describe cómo la aplicación satisface las necesidades detectadas. Finalmente, la sección 6 presenta una serie de conclusiones y trabajos futuros.

## 2. TRABAJOS RELACIONADOS

En la actualidad existen cientos de aplicaciones móviles en el mercado que permiten satisfacer a las personas necesidades médicas [4], recreativas, educativas comunicativas, laborales, etc. Con el propósito de satisfacer necesidades médicas existen varios proyectos, tal como es el caso del *Sistema telemático para el seguimiento de pacientes en estado posoperatorio* [5], el cual consistió en integrar e implementar un sistema compuesto por un marcador telefónico automático y una herramienta Web que, a través de una estrategia de decisión denominada decisor inteligente, monitorea los pacientes que han recibido intervenciones quirúrgicas ambulatorias en estado posoperatorio. Este trabajo es un referente importante pues destaca la funcionalidad de automatización de notificaciones informativas o recordatorios de compromisos. Dichas funciones persuaden a los usuarios con respecto al cumplimiento positivo o negativo de los tratamientos médicos.

Otro trabajo relacionado consiste en el *Análisis, diseño e implementación de un prototipo software para el seguimiento del cáncer en población infantil en la fundación SANAR de Pereira* [6], el cual tiene como objetivo desarrollar un prototipo software que contribuya al tratamiento, control y diagnóstico del cáncer en la población infantil, mediante el almacenamiento de información de los pacientes de la fundación SANAR de la ciudad de Pereira, Colombia. Este proyecto destaca que el usuario debe estar bien informado respecto a las citas

programadas, nombre del profesional a cargo del niño, fecha de la cita, hora, esto con el fin de satisfacer necesidades informativas.

La aplicación móvil basada en NFC (Near Field Communication) para el control, gestión y monitorización de la medicación de pacientes [7], se destaca porque tiene como propósito dotar al personal médico, farmacéutico y paciente de una herramienta tecnológica web y móvil que les permita establecer una efectiva y automática relación mediante la tecnología de comunicación de campo cercano. Este trabajo destaca funcionalidades relacionadas con la consulta de medicamentos prescritos, generación de alarmas y notificaciones para la toma (dosis) de cada medicamento.

También se destaca el trabajo [8] ya que propone y evalúa un diseño de aplicación que facilite el seguimiento de la actividad y el estado de personas a través de dispositivos móviles, utilizando un sistema de monitorización y recolección de datos para pacientes psicóticos. La revisión de este trabajo aportó ideas relacionadas con las tecnológicas y herramientas que se podrían utilizar para el desarrollo de un proyecto de TI. Por otra parte, permitió considerar funcionalidades para la aplicación, tales como: notificaciones y recordatorios a los usuarios, reportar reacciones inusuales del medicamento, mecanismos de ayuda y comunicaciones con usuarios.

En [9] se presenta una aplicación eHealth con soporte multilingüe para dispositivos iOS, cuyo objetivo consiste en aportar información sobre una enfermedad y realizar seguimiento en los pacientes mediante el aporte de datos. Finalmente, en [10] se propone la aplicación móvil MediSafe para la gestión de medicaciones, la cual genera recordatorios para la toma de pastillas. Ayuda al paciente a tomarse la medicina a tiempo y con seguridad. También permite llevar un seguimiento de familiares y ayudar a estos con las medicaciones. MediSafe se ajusta para gestionar las medicaciones de diferentes enfermedades complejas, tales como: diabetes, problemas cardíacos y tratamientos contra el cáncer.

Basándose en los trabajos antes mencionados queda en evidencia que son escasos los proyectos nacionales (aplicaciones móviles, por ejemplo) realizados para la salud, y más aún que traten temas asociados al cáncer. A nivel internacional existen iniciativas tecnológicas en pro del cáncer, pero aún es necesario soluciones tecnológicas que contribuyan a aumentar el tiempo de supervivencia de las personas (niños) con esta enfermedad y que se adapten a las necesidades de los usuarios.

Es importante dejar claro que el aplicativo propuesto busca adaptarse a las condiciones sociales y lingüísticas de las personas del suroccidente Colombiano, también tiene como objetivo que los acompañantes de los niños o padres de familia, recuerden los compromisos médicos correspondientes al tratamiento oncológico “leucemia”

mediante la programación de recordatorios de citas y medicamentos. A su vez el aplicativo cuenta con alternativas de comunicación telefónica con los centros de atención involucrados en el tratamiento. La aplicación móvil también pretende ser una herramienta de concientización, ya que brinda información general sobre la leucemia, sintomatología, factores de riesgo, medidas preventivas e información básica sobre medicamentos. Finalmente, cabe resaltar que el presente trabajo, a diferencia de los encontrados en la literatura, intenta abordar un conjunto de elementos indispensables para llevar efectivamente un tratamiento médico.

### **3. ESTUDIO DEL CONTEXTO**

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la fundación Carlos Pórtela de la Ciudad de Cali, Colombia, lugar de refugio a familias de diferentes regiones del país que enfrentan el problema de cáncer infantil. La fundación tiene como objetivo brindar apoyo a más de 500 niños de escasos recursos que padecen cáncer, así como ayudar a sus familias, con el fin de mejorar su calidad de vida y sus expectativas de curación de manera integral.

El proceso de investigación tuvo como punto de partida la observación del entorno de convivencia de los beneficiarios de la fundación. Durante el proceso de observación se identificó que algunos padres de familia, para quienes el proceso de recuperación de sus hijos se encuentra en estado ambulatorio, parten en la mañana y dejan sus niños en la fundación al cuidado de los funcionarios y trabajadores sociales, con el fin de conseguir recursos económicos para cubrir las necesidades prioritarias. Por el contrario, otros no cuentan con la misma fortuna, pasan gran parte del día en su lugar de dormitorio o ayudan en actividades básicas de la fundación, tales como: cocinar, organizar el recinto o reciclar (actividad económica de la fundación). Por otra parte, se identificó que en algunos momentos del tratamiento oncológico, la interacción de algunos beneficiarios fluctúa entre el centro médico y la fundación. En ocasiones los niños presentan recaídas o tienen citas programadas, por tal razón, son dirigidos por sus padres o miembros de la fundación al hospital en busca de atención.

Durante el ejercicio de la observación también se evidenció que los niños y familiares durante la estadía en la fundación, pasan la mayor parte del tiempo en el salón de actividades, lugar en el cual realizan actividades lúdicas y recreativas, con el propósito de hacer acompañamiento a las familias y evadir la monotonía durante la estadía de los niños en la fundación. El salón de actividades cuenta con sillas y mesas para adultos y niños, las cuales son utilizadas para realizar actividades alimenticias y recreativas. Por otro lado, se observó que en el espacio la iluminación es deficiente, por lo cual, es necesario encender las lámparas del recinto constantemente durante el día. Además de lo anterior, el salón es uno de los lugares en el cual los padres de familia suministran los medicamentos correspondientes al tratamiento de los niños.

En el ambiente de la fundación prima el uso de múltiples colores y frases positivas con el propósito de incentivar la felicidad de los beneficiarios durante su estadía en el lugar. De igual modo, el dormitorio de los niños y familiares juega un papel importante en el proceso de seguimiento del tratamiento e interacción de los niños y familiares debido a que en algunas ocasiones es necesario suministrar medicamentos o hacer inspección del estado del niño mientras se encuentran en horas de descanso.

Otro elemento de interacción con los beneficiarios de la fundación se refiere a las carteleras informativas las cuales buscan recordar a los usuarios las normas y recomendaciones que se deben cumplir y practicar en el lugar. Estas carteleras buscan reavivar en las personas momentos y situaciones vividas durante el tratamiento y estadía en la fundación. Los niños de la fundación principalmente hacen uso de las carteleras para pegar y plasmar sus creaciones artísticas con el fin de hacer visible y generar admiración en los visitantes de la fundación.

#### **Técnicas aplicadas para recolectar información**

La primera fase del MPIu+a corresponde al análisis de requisitos. Para la recolección de información en esta etapa fueron utilizadas las técnicas: observación de campo y entrevistas, esto con el fin de interactuar con los usuarios e identificar sus necesidades. Estas técnicas ayudaron a establecer contacto con cada uno de los implicados de una manera natural y sin ejercer ningún tipo de presión. Así, la información recolectada es un insumo de significativa importancia para el desarrollo de la propuesta tecnológica.

Durante la observación, ocurrió una participación activa en cada una de las actividades diarias de los miembros de la fundación, con el fin de establecer vínculos que permitieran entender las actividades realizadas, así como los medios de comunicación e interacción. Durante un mes, por medio de visitas semanales, se observó a 10 miembros de la fundación lo cual permitió estudiar el contexto.

Las preguntas de las entrevistas fueron planteadas con el objetivo de entender los procesos y medios de interacción de las familias y niños en tratamientos oncológicos de la Fundación Carlos Pórtela, así como determinar las necesidades de los usuarios e identificar las problemáticas presentes con respecto al seguimiento de los tratamientos médicos aplicados a los niños con leucemia. Las entrevistas fueron realizadas a 7 acudientes de la fundación, su directora y a una jefe de enfermería de un centro hospitalario de la ciudad de Cali, la cual tiene contacto directo con los niños en tratamientos oncológicos. Cabe mencionar que en esta etapa no fue entrevistado ningún médico especializado en oncología, debido a la disponibilidad de tiempo y dificultad en el acceso a los centros de atención hospitalaria de niños con cáncer.

Teniendo en cuenta el proceso de inmersión y participación activa en las actividades de la Fundación Carlos Portela se estableció contacto con cada uno de los implicados del

proyecto, lo cual permitió entablar conversaciones que aportan información y a su vez permite determinar su participación y aporte en el desarrollo del sistema. Las entrevistas y observaciones fueron realizadas con previo consentimiento de los implicados, los cuales de manera voluntaria contribuyeron a obtener información sobre el público objetivo, como por ejemplo: conocimientos sobre la enfermedad, prácticas y actividades que realizan, problemas que se presentan durante el tratamiento oncológico, usos del celular, entre otros aspectos.

#### **Identificación de necesidades de usuarios**

Una vez analizada la información recolectada mediante las técnicas: observación de campo y entrevistas, fueron detectadas las siguientes necesidades:

Seguimiento familiar del tratamiento oncológico fuera del centro hospitalario: los centros hospitalarios realizan deficiente seguimiento a los pacientes cuando se encuentran fuera del hospital, se desconoce si el paciente cumple las recomendaciones médicas correspondientes al tratamiento. Por tal razón, conviene desarrollar mecanismos que permitan a los acudientes optimizar el seguimiento individual de los tratamientos oncológicos cuando los niños se encuentran en sus residencias.

Recordatorio de actividades del tratamiento oncológico: existen inconvenientes para seguir el tratamiento y cumplir los compromisos que éste demanda, debido a que es significativa la cantidad de actividades para realizar. Por tal razón, los familiares de niños pueden llegar a omitir u olvidar compromisos correspondientes al tratamiento, como por ejemplo: toma de medicamentos y cumplimiento de citas. Con lo cual, se afecta el proceso de recuperación de los niños, e incluso peor, se puede generar abandono de los tratamientos oncológicos, situación que ocasiona que el proceso de sanación de los niños presente retrocesos, hayan recaídas o se genere la muerte de los infantes. Esta necesidad es de significativa importancia pues se detectó que los mecanismos utilizados para recordar los compromisos y actividades pendientes son manuales o basados en la memoria del familiar.

Información general sobre la leucemia: los registros de la indagación revelan que existe desconocimiento por parte de los acudientes sobre la enfermedad, y también el tratamiento aplicado a los niños para su recuperación, motivo por el cual no se comprende la magnitud de la enfermedad y las complicaciones que pueden surgir al no seguir las recomendaciones dadas por la fundación y el centro médico. Es importante que los usuarios obtengan información general sobre la leucemia, sintomatología, factores de riesgo, medidas preventivas, información básica sobre algunos medicamentos frecuentemente utilizados, con el objetivo de que los acudientes y todo el grupo familiar estén alertas a estas situaciones y conozcan el proceso de recuperación y tratamiento de los niños. Es necesario que las familias conozcan y apropien todos estos aspectos, ya

que debe existir participación y compromiso de todo el grupo familiar con el infante en tratamiento oncológico.

Comunicación telefónica con centros hospitalarios y la fundación Carlos Portela: los beneficiarios de la fundación requieren medios que permitan establecer comunicación telefónica con los centros de atención y la fundación, en repetidas ocasiones las llamadas telefónicas son utilizadas para solicitar información o programar citas médicas. Debido a la formación académica de algunos acudientes, algunas veces solicitan ayuda de las personas que los rodean para dar cumplimiento a las actividades correspondientes al tratamiento oncológico, pero no tienen presente los medios de comunicación con las instituciones.

#### **4. APLICACIÓN MÓVIL PROPUESTA**

La Fundación Carlos Portela carece de recursos económicos, técnicos y humanos, para la contratación de una empresa que desarrolle un sistema interactivo que brinde una solución a las necesidades antes mencionadas. Por tal razón, la presente iniciativa tecnológica, desarrollada en la Universidad Autónoma de Occidente en la modalidad de pasantía comunitaria, es considerada un aporte importante en la atención de problemáticas sociales del país.

Debido al nivel de complejidad de los tratamientos que deben afrontar los niños con leucemia, y además el grado de rigurosidad en la medicación, cumplimiento de citas y adopción de medidas preventivas, la aplicación propuesta permite a los cuidadores, familiares y niños coordinar sus actividades y obligaciones, así como llevar a cabo el seguimiento sobre la aplicación de tratamientos y adopción de medidas preventivas durante los tratamientos médicos. Esto con el objetivo de evitar el abandono de los tratamientos oncológicos, modificar hábitos culturales, proveer información que contribuya con la mejora e incremento del tiempo de supervivencia de los niños de la fundación Carlos Portela. Además de lo anterior, el aplicativo móvil brinda información relevante al usuario acerca de sus citas, controles, tratamientos y medidas preventivas. La Figura 1 presenta el mapa navegacional de la aplicación móvil.

Cabe destacar que la aplicación propuesta considera lineamientos básicos de usabilidad, es multisensorial, minimalista e intenta adaptarse a las condiciones sociales, educativas y culturales de los usuarios. Además de contribuir al seguimiento de los tratamientos y permitir la comunicación con los centros de atención, es un factor de concientización social, ya que aporta pautas e información que agudiza el cuidado y control familiar durante los tratamientos y el tiempo de vida de los pacientes. La ejecución del presente proyecto a su vez realiza un aporte social puesto que se busca beneficiar a una población vulnerable y de escasos recursos del sur occidente colombiano.

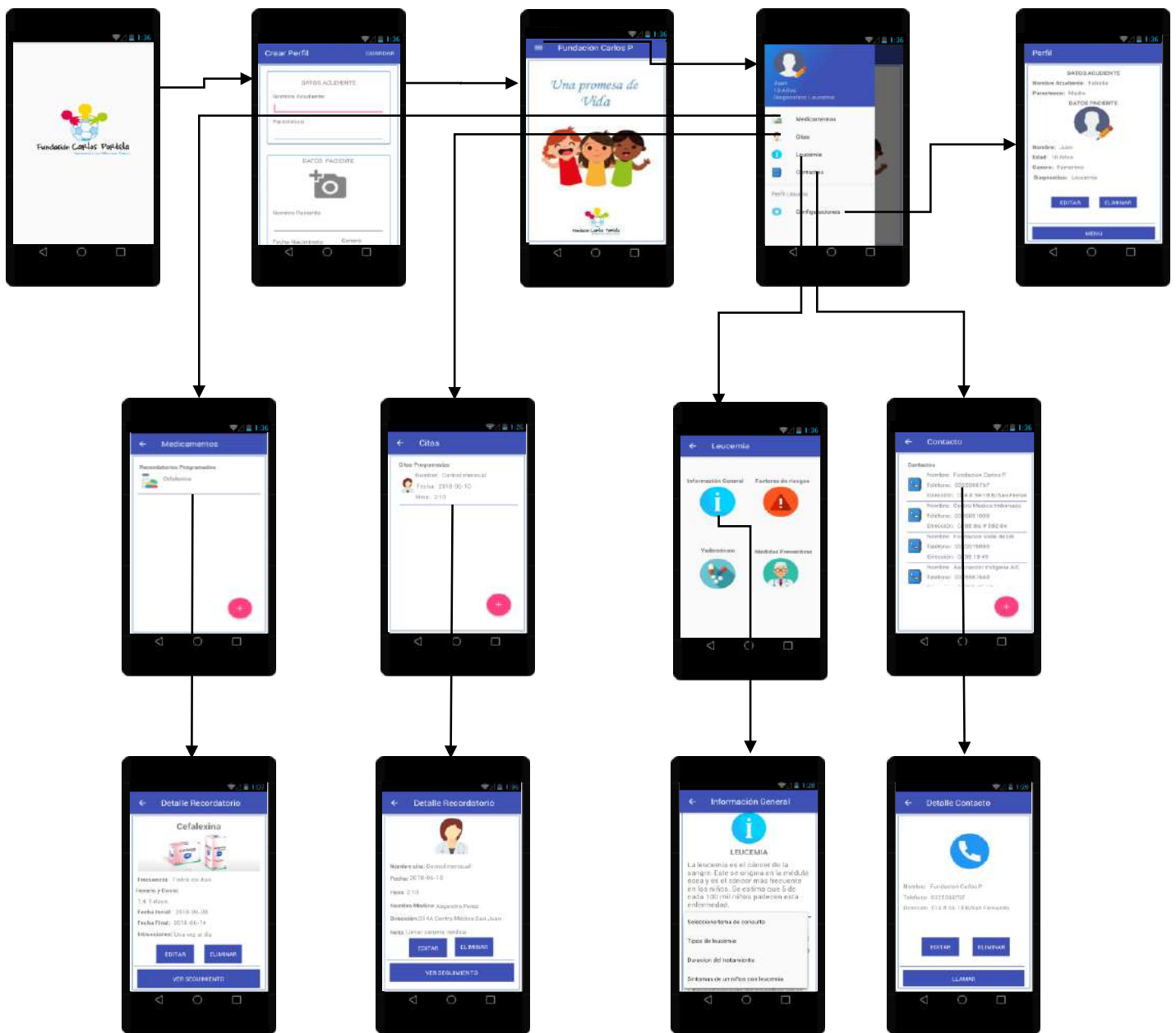


Figura 1. Mapa navegacional.

### Prototipado de alta fidelidad

Considerando los casos de uso [11-12] y el análisis de las entrevistas realizadas a los usuarios, se inició el proceso de prototipo de la aplicación móvil. Se determinó elaborar prototipos de alta fidelidad como primer medio de interacción, ya que estos prototipos proporcionan una simulación interactiva de las funciones del sistema, con el propósito que el usuario tenga una mayor comprensión de la aplicación. Para este proceso se utilizaron las herramientas de prototipado Justinmind prototyper [13] para el diseño de

las interfaces gráficas y Marvel [14] para simular la interactividad entre las interfaces de la aplicación.

Con el fin de evaluar y analizar la interacción del usuario con el sistema, en primer lugar, fue seleccionado el *método del conductor* [15], el cual permite que el usuario tenga interacción con el sistema y a su vez con el evaluador, quien es el encargado de guiar y responder las dudas del usuario generadas durante la ejecución de las tareas solicitadas. La ejecución de este método permitió al evaluador documentar cada uno de los aspectos comentados y realizados por el usuario durante la ejecución del método.

El método del conductor fue complementado con la realización de una entrevista al usuario, mediante la cual se intentaba obtener información adicional sobre el grado de aceptación del prototipo.

Teniendo en cuenta el número de beneficiarios que se encuentran en la Fundación Carlos Portela, se determinó que el número de usuarios a participar en la ejecución del método era 8, entre ellos 6 padres de familia y 2 auxiliares de servicios generales, con las siguientes características: entre 15 y 60 años de edad, experiencia baja/media en el uso de teléfonos inteligentes (smartphones) y aplicaciones móviles, grado de escolaridad primaria y bachillerato. Las evaluaciones fueron realizadas en las instalaciones de la Fundación Carlos Portela. Las funcionalidades evaluadas correspondieron a la gestión (creación, modificación, consulta y eliminación) de recordatorios para la toma de medicamentos.

A partir de la primera evaluación fue posible ajustar aspectos de navegación, arquitectura de la información, tamaño de algunos controles de interfaz, así como identificar símbolos que no eran familiares a los usuarios.

### Prototipo software

Con base en los resultados obtenidos a partir del *método del conductor* fue ajustado el diseño de las interfaces gráficas de la aplicación. Seguidamente se inició el proceso de desarrollo del prototipo software. Para ello, se utilizó el lenguaje de programación Java y el entorno de desarrollo Android Studio. El aplicativo móvil utiliza el patrón arquitectónico: Modelo Vista Controlador (MVC) [16].

Una vez terminada la implementación de la primera versión de la aplicación, fue aplicado el método de evaluación *Experimentos Formales* con el fin de analizar la interacción del usuario con el sistema. Este método permite que el usuario interactúe con el sistema mediante la ejecución de una serie de tareas solicitadas por el evaluador, quien observa permanentemente la interacción. Este método permite obtener información cuantitativa y cualitativa por parte del usuario y su interacción con la aplicación, lo cual ayuda a detectar problemas de usabilidad y conocer el grado de aceptación del usuario.

Mediante la ejecución de los experimentos formales fueron evaluados los módulos: medicamentos y citas. En esta evaluación participaron 6 personas, entre ellos 5 padres de familia y 1 auxiliar de servicios generales. Las evaluaciones fueron realizadas en las instalaciones de la Fundación Carlos Portela. Para el análisis de las preguntas utilizadas en el cuestionario post-test, fue utilizada una escala de Likert de 5 niveles. El diseño de las preguntas y el significado de las opciones han sido creados para que la nota mínima (1) corresponda a una evaluación que reprueba lo que se está preguntando, mientras que la nota máxima (5) corresponde a una aprobación o calificación positiva.

Luego de aplicar el método de evolución y posteriormente procesar las respuestas de los usuarios, se logró evidenciar que la evaluación del prototipo software fue satisfactoria debido a que no se evidenciaron problemas críticos en el diseño de la aplicación, en tanto que el grado de aceptación de la aplicación fue alto por parte del usuario.

Luego de ejecutar los experimentos formales, fue realizada una segunda evaluación del prototipo software con el objetivo de analizar las funciones restantes del sistema pendientes por evaluar. Para ello, fue considerado nuevamente el método experimentos formales, en el cual participaron 8 usuarios representativos. Las evaluaciones fueron realizadas en las instalaciones de la Fundación Carlos Portela. Las funcionalidades de sistema evaluadas están asociadas a consultar información sobre la enfermedad, consultar seguimiento de medicamento y realizar una llamada a un contacto de la fundación.

Luego de realizar el proceso de evaluación, se logró detectar algunos problemas menores de usabilidad los cuales fueron corregidos con prontitud. Ahora bien, el hecho de no identificar problemas de usabilidad críticos podría obedecer a las evaluaciones tempranas realizadas con otros usuarios. Cabe resaltar, según los resultados de los cuestionarios que hacen parte del método de evaluación aplicado, que los usuarios lograron completar todas las tareas indicadas sin dificultad. Con lo cual, se considera que la información requerida para realizar las tareas fue fácil de encontrar y de entender, debido a la simplicidad, posición y diseño de los elementos gráficos de la aplicación. La Tabla 1 presenta algunos promedios de las respuestas de los usuarios durante la última evaluación.

**Tabla 1. Promedio de respuestas de los cuestionarios.**

Nº	Pregunta	Nota Menor (1)	Promedio (Escala de 1 a 5)	Nota Mayor (5)
1	¿Pudo completar las tareas?	Muy difícilmente	4,2	Muy fácilmente
2	¿Considera que la información disponible en los módulos vistos de la aplicación es completa (suficiente)?	Muy en desacuerdo	5	Completamente de acuerdo
3	Respecto a la disposición de la información, ¿La posición de los botones se ajusta al alcance y/o posición natural de la mano?	Muy en desacuerdo	4,4	Completamente de acuerdo
4	¿El diseño de la aplicación es consistente?	Muy en desacuerdo	4,4	Completamente de acuerdo
5	¿Se ha sentido bien informado u orientado dentro de la aplicación?	Muy en desacuerdo	4,8	Completamente de acuerdo



N°	Pregunta	Nota Menor (1)	Promedio (Escala de 1 a 5)	Nota Mayor (5)
6	Usted califica su grado de satisfacción en el uso de la aplicación como:	Insatisfactorio	4,4	Muy satisfactorio
7	¿Volverá a utilizar la aplicación?	Muy en desacuerdo	4,8	Completamente de acuerdo
8	¿Cómo evalúa su experiencia como colaborador de esta prueba?	Muy desagradable	4,6	Muy agradable

Considerando el alcance actual del proyecto, para el presente año, la aplicación titulada promesa de vida estará disponible para los usuarios de Colombia, en la plataforma de distribución digital de aplicaciones móviles para los dispositivos con sistema operativo Android Google Play Store.

## 5. CUMPLIMIENTO DE NECESIDADES

Teniendo en cuenta que los usuarios completaron todas las tareas propuestas durante las evaluaciones y los resultados de las pruebas son positivos, se puede decir que el uso de la aplicación móvil satisface las necesidades del usuario inicialmente identificadas. En primer lugar, respecto a la necesidad: recordatorio de actividades del tratamiento oncológico, la aplicación permite gestionar recordatorios de medicamentos y citas. El sistema, mediante una serie de notificaciones, informa al usuario que debe tomar un medicamento o que debe asistir a una cita, contribuyendo a que el paciente (niño) siga el tratamiento correctamente y que el usuario cuente con una alternativa diferente a su memoria, que le permita recordar los compromisos médicos, lo que ayuda a maximizar el tiempo de supervivencia del infante, evitar el abandono de los tratamientos oncológicos y aumentar las probabilidades de cura de la enfermedad.

Respecto a la necesidad: información general sobre la leucemia, el sistema permite al usuario consultar la siguiente información: sintomatología, factores de riesgo, medidas preventivas, información básica sobre medicamentos. Esta información contribuye a que el usuario comprenda en qué consiste la enfermedad del niño y aumente el compromiso para seguir todas las recomendaciones y actividades correspondientes al tratamiento. La aplicación móvil mediante el módulo leucemia aporta pautas y estrategias que permiten a los usuarios y sus familiares contribuir a la salud de un niño, así como también estar alertas a cualquier situación que comprometa la vida de los niños. En ese sentido, se considera que la aplicación satisface las necesidades informativas de los usuarios y podría disminuir el desconocimiento acerca de la leucemia.

Respecto a la necesidad: comunicación telefónica con centros hospitalarios y la fundación Carlos Portela, el sistema permite realizar llamadas telefónicas y cuenta con una agenda personaliza que contiene los números telefónicos y direcciones de los puntos de atención identificados que constantemente son utilizados por los beneficiarios de la fundación. Esto con el objetivo de que los usuarios cuenten con información inmediata que les permita establecer comunicación con las entidades donde son atendidos los niños. Dado que usuarios de la aplicación provienen de diferentes zonas del país, y no conocen la ciudad, esta alternativa facilita a los usuarios encontrar o establecer comunicación con el centro de atención.

## 6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El Modelo de Proceso de Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad (MPIu+a) utilizado como guía metodológica para el desarrollo del sistema (aplicativo móvil), fue de total beneficio, ya que permitió vincular activamente al usuario en cada fase del desarrollo del proyecto, lo que garantizó realizar evaluaciones periódicas de usabilidad con usuarios reales, y al mismo tiempo obtener recomendaciones por parte de los usuarios con respecto al diseño e interactividad de la aplicación.

Para realizar la especificación de requisitos del proyecto, fue necesario realizar un proceso de inmersión y participación activa en los procesos de la Fundación Carlos Portela, lo cual fue fundamental para estudiar el contexto, generar empatía con los usuarios y conocer las actividades realizadas cotidianamente en su diario vivir. Para este proceso también fue necesario aplicar técnicas de indagación; las técnicas utilizadas fueron: observación de campo y entrevistas, las cuales permitieron obtener información sobre las problemáticas y necesidades de los usuarios, lo cual permitió establecer los requisitos de proyecto.

En la fase de diseño de la aplicación fueron utilizadas las herramientas de prototipado: Justinmind prototyper, para el diseño de las interfaces gráficas, y Marvel, para simular la interactividad entre las interfaces de la aplicación. Estas herramientas tecnológicas fueron de ayuda para el desarrollo del proyecto, porque permitieron la elaboración de los prototipos de alta fidelidad, los cuales eran evaluados con los usuarios, con el objetivo de determinar problemas de usabilidad y estrategias de rediseño de la aplicación.

Las evaluaciones de los prototipos software se realizaron utilizando el método de evaluación *Experimentos Formales*. Este método de evaluación contribuyó para detectar problemas de usabilidad, así como también obtener información cualitativa y cuantifica sobre el usuario y la interacción con el sistema evaluado. En términos generales, los resultados obtenidos fueron positivos, puesto que los usuarios demostraron un nivel adecuado de aceptación de la aplicación. En ese sentido, es posible corroborar que las evaluaciones tempranas con usuarios generan buenos

resultados en etapas finales, ya que se han identificado problemas antes de iniciar el proceso de implantación del sistema, de modo que el tiempo de implementación es menos costoso. Dentro de las actividades futuras conviene refinar el diseño de la aplicación considerando lineamientos de diseño emocional, así como incluir nuevas opciones de personalización, por ejemplo: personalización del sonido de alarmas. Por otra parte, sería adecuado incluir nuevos campos en el formulario de inserción de medicamentos que permitan ingresar por ejemplo las unidades disponible del medicamento, sin importar su forma o estado, también la fecha de vencimiento del medicamento. Esto con fin de ejercer un mayor control del estado y cantidad disponible del medicamento consumido. Estos aspectos no fueron considerados en la propuesta actual debido a la variedad existente de medicamentos y formas de administración.

Otro aspecto que se podría considerar está relacionado con formas alternativas de visualizar el seguimiento al tratamiento (mediante otros tipos de gráficos que permitan detallar la adherencia al tratamiento, por ejemplo), así como incluir filtros de consulta de información en la aplicación. Por otro lado, sería interesante lograr que la aplicación fuese utilizada en mayor medida por las instituciones médicas para hacer seguimiento al paciente y que el personal médico ingresara información complementaria a la aplicación para un mayor control y seguimiento clínico al paciente. En este sentido, sería provechoso que la aplicación permitiera a los usuarios enviar al personal médico información en tiempo real, como: imágenes, videos de algún síntoma, estado, reacción del paciente, para optimizar la asistencia mientras el usuario llega al centro médico.

## 7. REFERENCIAS

- [1] Plan decenal para el control del cáncer en Colombia 2012 – 2021. (2012, 30 de Enero de 2017). [En línea]. Disponible: <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Plan%20Decenal%20para%20el%20Control%20del%20C%C3%A1ncer.pdf>
- [2] K. Miguel *et al*, “Frecuencia de abandono del tratamiento en pacientes pediátricos con leucemia linfoblástica aguda,” *Scielo*, vol. 69, pp. 226-332, 2012. [En línea]. Disponible: <http://www.scielo.org.mx/pdf/bmim/v69n3/v69n3a10.pdf>
- [3] G. Toni, L. Jesús. C. José Juan, “Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario,” *Editorial UOC, Barcelona*, 2005.
- [4] C. Roberto *et al*, “Aplicaciones de smartphone para pacientes con cáncer; ¿qué conoces sobre ellas?,” *Scielo*, vol. 40, pp. 25-35, 2016. [En línea]. Disponible: [http://scielo.isciii.es/pdf/fh/v40n1/04\\_original03.pdf](http://scielo.isciii.es/pdf/fh/v40n1/04_original03.pdf)
- [5] N. Cesar *et al*, “Sistema telemático para el seguimiento de pacientes en estado posoperatorio,” *Ingenium Revista de la facultad de ingeniería*, vol. 15, pp. 113-123, 2014. [En línea]. Disponible: <http://revistas.usb.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/1348>
- [6] G. Carlos. (2014, 09 Febrero de 2017). Análisis, diseño e implementación de un prototipo de software para el seguimiento del cáncer en población infantil en la Fundación Sanar de Pereira. [En línea]. Disponible: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/4623>
- [7] A. Carlos. (2013, 06 de Enero de 2017). Aplicaciones para dispositivos móviles basadas en NFC para el control, gestión y monitorización de la medicación en pacientes de larga duración. [En línea]. Disponible: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/18417>
- [8] A. David. (2016, 06 de Enero de 2017). Diseño e implementación de un sistema basado en Android y bases de datos NoSQL para el seguimiento de pacientes. [En línea]. Disponible: <https://riunet.upv.es/handle/10251/62421>
- [9] B. Adrian. (2014, 02 de Febrero de 2017). Diseño y desarrollo de una aplicación iOS para el control y seguimiento de enfermedades. [En línea]. Disponible: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/11597>
- [10] ConSalud.es. (2014, 02 de Febrero de 2017). Medisafe. [En línea]. Disponible: <https://consalud.es/app-saludable/medisafe-medicina-recordatorio-23296>
- [11] P. Rogers, "Ingeniería de Software un Enfoque Práctico," Editorial McGraw-Hill, Madrid, 2005.
- [12] S. Alonso, M. Á. S. Urbán, D. R. García, “Ingeniería del Software: Un enfoque desde la guía SWEBOK,” Editorial Alfaomega, 2012.
- [13] Justinmind. (2018, 10 de Septiembre 2017). *Herramienta de creación de prototipos*. [En línea]. Disponible: [www.justinmind.com](http://www.justinmind.com)
- [14] Marvel. (2018, 10 de Septiembre 2017). Diseño simple, creación de prototipos y colaboración. [En línea]. Disponible: [www.marvelapp.com](http://www.marvelapp.com)
- [15] A. Solano, "Metodología para la evaluación colaborativa de la usabilidad de sistemas software interactivos," Tesis doctoral, Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca, Popayán, 2015.
- [16] I. Sommerville, "Ingeniería de Software," Editorial Pearson, Madrid, 2005.

# Detección de Caídas y Desmayos en el Hogar a Través de Interacción Basada en Movimiento

Alejandro López Cardo  
Universidad de Castilla-La Mancha  
España  
alc.alex.6@gmail.com

Victor M. R. Penichet  
María D. Lozano  
Universidad de Castilla-La Mancha  
España  
[Victor.Penichet, Maria.Lozano]@uclm.es

Juan Enrique Garrido  
Universidad de Lleida  
España  
juanenrique.garrido@diei.udl.cat

## RESUMEN

Cada vez son más las personas mayores que viven solas y requieren atención inmediata en caso de producirse una caída o desmayo. Con el objetivo de aportar una solución práctica a estas situaciones, se ha desarrollado un sistema de alertas que permite enviar avisos a los dispositivos móviles de familiares o amigos para que la persona en situación de peligro pueda ser atendida lo antes posible. El sistema utiliza tecnología de interacción basada en movimiento, utilizando el dispositivo Kinect 2 para identificar la posición del usuario atendido. Ante cualquier posición identificada como anómala por el sistema, el familiar recibirá un aviso y una captura de la imagen para descartar falsas alarmas.

## KEYWORDS

Movement-based interaction, Kinect, Healthcare

## 1 INTRODUCCIÓN

Debido al incremento de la esperanza de vida, cada vez hay más personas mayores que viven solas, para preservar su autonomía y respetar su espacio personal de siempre. Este hecho produce cierta preocupación en los familiares y amigos de estas personas, por la posibilidad de que puedan sufrir algún accidente doméstico, o simplemente alguna caída o desmayo, que no pueda ser atendido con la urgencia que estos casos requieren.

Teniendo en cuenta estas situaciones, se ha desarrollado una aplicación destinada al bienestar y protección de personas que, por cualquier causa, necesitan cierta atención, y en ocasiones no tienen a nadie cerca o simplemente se quiere una mayor seguridad para ellos. En concreto, consiste en un sistema de alertas en caso de posibles emergencias como pueden ser caídas y desmayos, las cuales son detectadas automáticamente mediante una cámara, con el objetivo de enviar esas alertas a una aplicación móvil para avisar a las personas que estén a cargo (familiares, amigos, vecinos, etc.) de la persona supervisada. Dichas personas con acceso a la supervisión deben tener permiso previamente proporcionado por quien es supervisado.

Esto es posible gracias al software que se ha desarrollado, haciendo uso de una cámara de detección de movimiento, específicamente Kinect v2, ya que permite obtener un flujo de datos y reconocimiento del entorno muy certero, entre otras ventajas. Kinect requiere estar siempre conectada a un PC para su funcionamiento sobre el que se ejecuta el software que se ha desarrollado en este trabajo, que cuenta con algoritmos capaces de reconocer ciertos gestos, como desmayos, aparte de poder enviar alertas voluntarias haciendo un simple gesto con la mano.

El sistema está formado por la aplicación de escritorio que controla el dispositivo Kinect y por una aplicación móvil desarrollada en Android, cuya finalidad es recibir avisos de las alertas detectadas por la aplicación controladora de Kinect. Además, el sistema también se compone de un servidor, a través del cual se permite que ambas aplicaciones estén comunicadas. Esto es necesario ya que las alarmas activadas serán enviadas desde la aplicación de escritorio al servidor, al que también tendrá acceso la aplicación móvil.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera. En la Sección 2 se describen algunos conceptos relacionados, estado del arte y antecedentes. La descripción del sistema se muestra en la Sección 3 para terminar con algunas conclusiones en la Sección 4.

## 2 TRABAJO RELACIONADO

Surgido del proyecto europeo Fall detector for the Elder (FATE), la empresa Sense4Care [8][11] creó un dispositivo, Angel4, con el que actualmente se están realizando ensayos y que aumenta la seguridad de las personas mayores no sólo en los hogares, sino en cualquier sitio donde se encuentren en todo momento. El proyecto se inició en 2012, con una duración de 39 meses y el comienzo de las pruebas piloto reales a principios de 2014, las cuales se han prologando hasta 2015 [11]. El dispositivo es un aparato pequeño que detecta de forma muy sensible las caídas. Se encuentra incorporado en el interior de un cinturón que el paciente lleva puesto durante todo el día. El detector es capaz de identificar una caída del usuario que lo lleva consigo y localizar su ubicación actual. El sistema está compuesto también por un sensor situado en la cama que detecta las ausencias prolongadas durante la noche, generando una alarma si la persona no vuelve después de un tiempo

configurado. Cuando el dispositivo detecta una caída del usuario, envía automáticamente un aviso a la Central de Coordinación del 061 CatSalut Respong [10]. Desde este servicio, se localiza al afectado y se realiza una llamada para confirmar el accidente. En caso de confirmar el accidente, se evalúa y realizan las acciones pertinentes como puede ser enviar una ambulancia. Algunas de las ventajas de usar este dispositivo es que no obliga al usuario a estar abonado a un sistema o central de teleasistencia y puede ser personalizado para que transmita mensajes de alerta a un teléfono particular. El proyecto del dispositivo Angel4 ha sido coordinado por investigadores del Centro de Estudios Tecnológicos para la Atención a la Dependencia y la Vida Autónoma (CETpD), ubicado en el Campus de la Universidad Politécnica de Cataluña, y han participado diversos centros tecnológicos y de la salud de España, Irlanda, Italia y Hungría [3][15].

Vigi'Fall es un pequeño parche de forma triangular, el cual detecta las caídas del portador. Se transporta permanentemente y sin molestias. Incorpora un sensor de detección de movimiento que trabaja en conjunto con el parche, evitando errores de falsas caídas. Estos sensores inalámbricos se encuentran ubicados en las paredes de casa, por lo que la detección de caídas está limitada al interior del hogar. Vigi'Fall puede usarse incluso en la ducha, una vez que el usuario incorpora el parche en la piel, puede hacer una vida totalmente normal [4][14]. En caso de sufrir una caída, el biosensor envía un aviso, los sensores de las paredes detectan la ausencia de movimiento y, de forma inalámbrica, envían una señal a una caja de control que se encuentra también en la propia casa. Tras confirmarse la caída, avisa a los servicios de emergencia. Por lo tanto, el funcionamiento de Vigi'fall se puede resumir en dos entornos distintos a los que está destinado. Uno de ellos puede ser una residencia de personas mayores, donde el dispositivo se conecta a una enfermera, y el otro entorno puede ser una casa, en el cual el dispositivo se conecta a una centralita donde un trabajador recibe el aviso poniéndose en contacto por teléfono con el paciente. Si nadie responde, la familia o un equipo de emergencias se dirigirán hacia el domicilio inmediatamente.

Sicolares es un conjunto de varios aparatos que interaccionan entre sí como sistema de alarmas ante posibles emergencias orientado para una residencia geriátrica [12]. Los receptores son antenas con un alcance de 45 o 90 metros de radio que están conectados a un PC de control, pudiendo construir una gran red de conexión. Están preparados para recibir señales de pulseras de muñeca individual, emisores de señal de baños o habitaciones, entre otras cosas. Se puede encontrar un diverso conjunto de dispositivos, cada uno destinado a un objetivo concreto, siendo el detector de presencia en cama y el detector de caídas los más relacionados con el trabajo presentado en este artículo. El dispositivo detector de caídas es asignado de forma personal a cada residente. Su colocación permite que sea adaptado a la propia

persona, silla de ruedas, andador o cualquier otro elemento móvil que sea conveniente vigilar. El dispositivo detectará inmediatamente la caída, emitiendo una señal de alarma al sistema Sicolares que el personal de la residencia recibirá de forma automática e inmediata. En caso de no ser atendida la alarma, será reenviada cada dos minutos hasta que sea atendida. El detector de presencia en cama es una especie de "manta" que una vez colocada sobre la cama, el dispositivo detectará cuando una persona se levanta, emitiendo una señal de alarma al sistema Sicolares. Al igual que en el caso del detector de caídas, si la alarma enviada no es atendida, se reenviará cada dos minutos.

Existen sistemas de detección de caídas con alta precisión basados en un sistema llamado Motion History Imagin (MHI) [13]. El sistema se centra en los píxeles de color blanco y gris, haciendo una estimación de cuán rápido es el movimiento considerando todo fondo negro innecesario. Siendo lo blanco la persona en sí y lo gris su estela al moverse, se calcula un factor C que determina cual es la posibilidad de caída. El factor se calcula mediante la siguiente expresión:  $C = (\text{número de píxeles grises}) / (\text{número de píxeles grises} + \text{número de píxeles blancos})$ . De este modo se obtiene un coeficiente directamente proporcional al riesgo de caída, siendo "0" la mínima posibilidad y "1", una caída. La estimación de error ronda el 25% en los peores casos. El MHI hace una estimación con un error de uno de cada cuatro pacientes como máximo [9].

Los acelerómetros son utilizados en gran cantidad de elementos que se usan en el día a día, como en un Smartphone, Tablet, ascensores, airbags, portátiles, etc. El acelerómetro es un sensor capaz de convertir una variación de movimiento (aceleración), en una señal eléctrica capaz de ser interpretada por el dispositivo al que queda conectado. En las diferentes tiendas de contenido digital para Smartphones, se pueden encontrar gran variedad de aplicaciones que se basan en este sensor para detectar una posible caída. La parte negativa es que casi ninguna de esas aplicaciones funciona correctamente por un alto índice de falsas detecciones debido a que el hecho de agitar poco el smartphone de forma medianamente brusca genera la alerta por caída. Por tanto, estas aplicaciones quedan totalmente descartadas para un uso fiable frente a la necesidad de alertar ante posibles caídas. A pesar de ello, una de las aplicaciones más fiables que se pueden encontrar es fade fall detector [5].

Como se puede comprobar con los trabajos relacionados previamente comentados, existe un esfuerzo destacable de afrontar el hecho de que, en todo el mundo, se registran miles de personas de la tercera edad que mueren a causa de las caídas. Aproximadamente un tercio de las personas mayores de 75 años son víctimas de caídas en su hogar cada año. Hay que tener en cuenta que, en la mayoría de los casos, las personas de la tercera edad se encuentran solas en sus casas. Por lo que llegado el caso de un accidente que resulte en caída, si la persona accidentada no recibe asistencia inmediata, puede

provocar complicaciones graves para la salud de la misma. Como medida para ayudar a dar con una solución contra esta clase de accidentes, se propone la aplicación presentada en este trabajo. Con ella se pretende llevar el uso de la tecnología a una mejora en la calidad de vida para personas de avanzada edad.

El trabajo planteado viene derivado de un trabajo previo, titulado Automatic Detection of Falls and Fainting [6]. En él, se trataba de detectar las posibles caídas o desmayos de un residente de un centro geriátrico vigilado por un dispositivo Kinect v1 situado en la misma habitación y conectado al ordenador del personal de vigilancia. Cuando una alerta es activada, el sistema envía el aviso al empleado encargado de la vigilancia, quien se encargará de comprobar el estado del paciente. En caso de no ver riesgo alguno, el empleado anula la alerta y, en caso contrario, introduce al sistema en estado de urgencia avisando por medio de éste, al empleado más cercano con el fin de que ayude al residente lo más rápido posible. El trabajo actual pretende trasladar esta idea al entorno de la vivienda personal de manera que cualquier tipo de usuario pueda contar con un sistema de detección de caídas, desmayos u otro tipo emergencias en su propia casa.

El cambio de contexto al que va dirigido ahora el sistema, el hogar, supone un replanteamiento en la forma de abarcar las nuevas necesidades (como nuevos dispositivos y tecnologías acorde con la actualidad) y dar solución a nuevos problemas. En el trabajo anterior se hacía uso del dispositivo Kinect v1.0, que actualmente se encuentra descatalogado y reemplazado por su versión 2.0. Esta nueva versión de Kinect, tiene como novedades una mayor precisión, cámara de mayor resolución, cámara infrarroja y HD de 1080p en color, además de un sensor de profundidad y una serie de micrófonos. Otras novedades destacables frente a la versión anterior es la capacidad de reconocer hasta seis personas, cuando la anterior tenía un máximo de dos personas y con detección de menos articulaciones cada una.

En este trabajo se hace uso de la mencionada nueva versión del dispositivo, Kinect v2.0. lo que requiere tener que desarrollar una aplicación totalmente nueva, ya que el SDK oficial de Kinect 2.0 es bien distinto al que usaba su anterior versión, proporcionando nuevas funcionalidades (detección de gestos de las manos o seguimiento facial entre otras) a tener en cuenta para el desarrollo de una aplicación más completa. Otro elemento a tener en cuenta es el cambio de entorno en el que será ejecutada la aplicación controladora de Kinect. En este nuevo trabajo, la aplicación desarrollada es para sistemas operativos Windows 8 y 10, en lugar de para Windows 7 como pasaba en el anterior trabajo.

Por otro lado, se ha desarrollado una aplicación para Smartphone y Tablet Android que está orientada a los familiares o amigos de la persona supervisada, para que estos puedan recibir alertas de posibles emergencias en tiempo real. Esta aplicación está dotada de una estructura similar a la de redes sociales, donde cada usuario podrá hacerse seguidor de

distintos usuarios de la aplicación de escritorio que controlará el dispositivo Kinect v2, aunque para ello requerirá del permiso de estos últimos. Así, un usuario de la aplicación móvil podrá estar atento de las emergencias que puedan resultar de distintas personas supervisadas. Además, la implementación del servicio Google Cloud Messaging permitirá que las alertas detectadas sean notificadas en el mismo instante en que ocurren.

Algunas novedades adicionales que aporta el nuevo sistema, es la posibilidad de usar más de un dispositivo Kinect en la misma casa, lo que aporta un mayor número de zonas cubiertas ante la aparición de un posible accidente. Junto a ellas, otra nueva funcionalidad de la nueva aplicación de escritorio que controla Kinect 2.0 es que puede realizar el seguimiento de hasta seis personas de forma simultánea, en lugar de solamente una, como ocurría en la aplicación de la residencia.

En base a lo descrito, en este artículo se presenta una solución a la detección de desmayos y caídas, especialmente diseñado para ser utilizado en la propia casa de la persona que lo necesita. Además, está pensado para que las personas que hacen el seguimiento de las caídas o desmayos sea el propio entorno familiar, haciendo simplemente uso de sus propios teléfonos móviles. Como consecuencia, el sistema permite solventar esta situación de forma automática, alertando en el momento de la detección al familiar en base al contexto [1][2][6][7] que rodea a la persona monitorizada, a través de la ejecución de un proceso de avisos, en su propio hogar.

### 3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Como ya se ha mencionado, el sistema está compuesto de tres elementos: *aplicación de escritorio*, *aplicación móvil* y *servidor*. Su objetivo es poder notificar ciertos tipos de emergencias, como caídas o desmayos a otras personas, para intentar que las personas que están frente a dicha emergencia sean atendidas lo más rápido posible.

La *aplicación de detección y análisis de posturas y gestos* es ejecutada en un PC con sistema operativo Windows 8 o 10, en el cual se conectará la cámara Kinect v2. Cuenta con un conjunto de algoritmos implementados que permiten asignar, a cada persona detectada, un cronómetro, reconocer la postura actual que realiza y además, mantener en memoria la postura anterior. De esta forma, se tienen una serie de parámetros con los que poder crear nuevos algoritmos que detecten posibles emergencias o peligros. Por ejemplo, pasar a la postura “tumbado” desde la postura “de pie” sin pasar por “sentado”, puede ser síntoma de caída, por lo que el sistema entraría en modo de prealerta activando una cuenta atrás. Durante la prealerta la aplicación invitará a la persona supervisada a reaccionar de alguna forma, como puede ser levantando una mano. Si pasado el tiempo determinado de prealerta no se ha reaccionado a la sugerencia de la aplicación, el sistema dará de alta la alerta correspondiente. Cuando una alerta sea activada,

la aplicación ordenará al dispositivo Kinect realizar una captura de su visión. Esto es muy útil ya que una simple fotografía puede transmitir al usuario la certeza de si la alarma ha sido activada de forma errónea o, por el contrario, es posible confirmar el accidente. Se implementa un sistema de detección de posturas mediante reconocimiento de puntos prefijados desde código como método principal de reconocimiento. El método se basa en una comparación de puntos del esqueleto en el espacio.

La *aplicación móvil receptora de alarmas* es ejecutada en cualquier dispositivo que tenga como sistema operativo Android. Su finalidad es mantener informado al usuario que la utiliza, de las posibles alarmas que puedan ser activadas desde la aplicación de escritorio que controla Kinect. Gracias a esta aplicación, las alertas generadas podrán ser atendidas lo antes posible. La rapidez de respuesta dependerá en parte, del número de personas con la aplicación y con permiso para acceder a alertas de un mismo dispositivo Kinect. De este modo, cuantos más seguidores tenga una Kinect concreta, más probabilidad tendrá de ser atendida la alerta que genere. Los usuarios de esta aplicación deben registrarse en el sistema obligatoriamente para poder usarla. Cuando un usuario es registrado, puede comenzar a agregar o eliminar seguidores, ver alertas y recibir notificaciones, cuando se genere una alerta de algún usuario del que es seguidor. Un servicio web del sistema permite la comunicación entre la aplicación de escritorio y la aplicación móvil para el registro del usuario, inicio de sesión de uno ya registrado, envío de alertas, control de errores en la comunicación y gestión de seguidores. Las alertas contienen información que debe ser mostrada de forma rápida y resumida, entendible para el usuario a quién se le muestra en pantalla de la forma más fácil posible. Por ello, la decisión escogida para la representación de las alertas ha sido mostrar todas en una lista. Cada elemento de la lista corresponde a una alerta y consta de lo siguiente: imagen capturada por la aplicación de escritorio (que controla el dispositivo Kinect) en el momento que se dispara la alerta; tipo de alerta que ha causado su activación; y, además, el nombre del dispositivo del que proviene. De esta manera, se le ofrece al usuario una visión directa del contenido, y en caso de observar un posible riesgo de accidente, atenderlo cuanto antes.

El *servidor (la aplicación)* es el encargado de gestionar los datos que son compartidos entre las aplicaciones de escritorio y móvil, lo que permite que pueda existir una comunicación entre ellas. La aplicación que se ha desarrollado en el servidor recibe las peticiones de las aplicaciones de escritorio o móvil, y devuelve una respuesta acorde con la petición. En general, la aplicación del servidor se dedica a almacenar en la base de datos, la información que recibe a lo largo del tiempo como registro de usuarios, altas de alertas, creación de enlaces entre usuarios (seguidores), etc. Además, también se encarga de cotejar que toda información que recibe es correcta y no incumple ninguna restricción.

## 4 CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado un sistema de alertas diseñado para ser utilizado por familiares de personas mayores que viven solas. El sistema es capaz de interpretar gestos y posturas de las personas mediante una aplicación desarrollada para interactuar con dispositivos Kinect v2 y permite enviar avisos a dispositivos móviles en caso de detectar caídas o desmayos. De acuerdo a la interpretación de estas posturas o gestos, el sistema realiza un envío de información en forma de alerta a Smartphones o Tablets mediante una aplicación Android. Esta aplicación ha sido desarrollada con el objetivo de recibir las alertas generadas, en tiempo real, a través de notificaciones push, y poder consultar desde ella, toda la información asociada a la alerta.

El prototipo creado contiene una serie de posturas y gestos (sentado, desmayado, petición voluntaria de ayuda, etc.) que el sistema es capaz de detectar para generar posteriormente una alerta acorde a la emergencia detectada. La alerta es recibida en el Smartphone o Tablets de amigos, familiares o en general, quién tenga permiso para ello, gracias a la aplicación Android desarrollada, la cual está dotada de un sistema de seguidores similar al de las redes sociales. Dada la estructura escalable de la aplicación para detectar posturas y gestos mediante Kinect, se consigue que la futura implantación de nuevas posturas o gestos para su detección sea una tarea relativamente sencilla.

En definitiva, se ha creado un sistema capaz de notificar en tiempo real a cualquier tipo de usuario que disponga de un dispositivo Android, de una situación anómala detectada dentro del campo de visión de un dispositivo Kinect v2, ubicado comúnmente en el hogar de la persona que se desea supervisar.

La arquitectura del sistema permite situar los dispositivos Kinect necesarios, en cualquier parte de la casa y así disponer de un mayor número de zonas cubiertas ante la aparición de un posible accidente. Respecto a la aplicación Android, ésta permite a múltiples personas ser notificados de cualquier tipo de alerta generada por cualquiera de los dispositivos Kinect de los que son "seguidores". Se han realizado pruebas de funcionalidad del sistema, obteniendo resultados satisfactorios, pero no se ha llegado a realizar una evaluación exhaustiva con usuarios reales. Como trabajo de futuro inmediato nos planteamos realizar dicha evaluación que permitirá, además, obtener información de retroalimentación muy valiosa por parte de los usuarios que será tenida en cuenta en versiones posteriores del sistema.

## 5 REFERENCIAS

- [1] Anagnostopoulos, C.B., Tsounis, A., Hadjiefthymiades, S. 2006. Context Awareness in Mobile Computing Environments. *Wireless Personal Communications* 42, 445-464.
- [2] Bardram, J. E., Hansen, T. R. 2010. Context-Based Workplace Awareness. In *Computer-Supported Cooperative Work 2010*, 19, 105-138.

- [3] J. Elchacho, Ciencia y medio ambiente, 2016.  
<http://joaquimelcacho.blogspot.com.es/2016/02/sense4care-empresa-surgida-de-la-upc.html>.
- [4] European Commission, 2013.  
<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/new-device-vigifall-will-make-growing-older-safer-thanks-eu-funding>.
- [5] Fade fall detector, <http://fade.iter.es/>
- [6] Garrido, J. E.; Penichet, V. M. R.; Lozano, M. D. & Valls, J. A. F. (2013), 'Automatic Detection of Falls and Fainting', J. UCS19 (8) , 1105-1122 . DOI: 10.3217/jucs-019-08-1105
- [7] Handte, M. et al. 2010. The NARF Architecture for Generic Personal COntext Recognition. In 2010 IEEE International COntference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing, 123-130.
- [8] D. Mugarza, Knowi. Portal global de la salud, 2015.  
<http://knowi.es/nuevo-dispositivo-que-detecta-las-caidas-de-pacientes-fragiles-y-activa-el-061>
- [9] G. L. Nicholas Chan, A. Patel, A. Chandrasekhar y H. Lee, Fall detection, 2009
- [10] SEM. Sistemas de Emergencias Médicas,  
<http://sem.gencat.cat/es/061CatSalutRespon/>.
- [11] Sense4Care, <http://www.sense4care.com>
- [12] Sicolares, [On line]. Available: <https://sicolares.es/>.
- [13] M. D. Sola, Fundación Alzheimer España, 2015.  
<http://www.alzfae.org/cuidador/139-ayudas-tecnicas/como-elegir-un-detector-de-caidas>.
- [14] Válida. Sin barreras, 2013.  
<http://es.validasinbarreras.com/blog/post/el-detector-de-caidas-vigifall/>.
- [15] La Vanguardia, 2015.  
<http://hemeroteca.lavanguardia.com/preview/2015/11/15/pagina-9/96131639/pdf.html?search=sense4care>

# PICTAR: Una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas

Alejandro Martín  
Facultad de Informática  
Universidad Complutense de Madrid, Spain  
alemar07@ucm.es

Gonzalo Méndez  
Instituto de Tecnología del Conocimiento  
Universidad Complutense de Madrid, Spain  
gmendez@fdi.ucm.es

Raquel Hervás  
Facultad de Informática  
Universidad Complutense de Madrid, Spain  
raquelhb@fdi.ucm.es

Susana Bautista  
Escuela Politécnica Superior  
Universidad Francisco de Vitoria, Madrid, Spain  
susana.bautista@ufv.es

## ABSTRACT

En los últimos años se ha producido un importante impulso en el desarrollo de Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAACs), tan necesarios para que las personas con discapacidad puedan comunicarse con su entorno. En este trabajo se presenta PICTAR, un SAAC orientado a personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA), que facilita el trabajo con pictogramas y la elaboración de materiales a partir de éstos en el ámbito de la educación especial. Para ello, la aplicación no sólo permite crear materiales basados en pictogramas de una manera cómoda y sencilla, sino que incluye capacidades de traducción de texto a pictogramas para facilitar el trabajo del usuario. Las evaluaciones preliminares con expertos muestran que la herramienta puede ser útil no sólo para los docentes que elaboran materiales en pictogramas, sino para los alumnos con TEA, que pueden así reforzar sus competencias de lecto-escritura, comunicación y motivación.

## CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Accessibility technologies; Accessibility systems and tools; User interface management systems; Empirical studies in accessibility;**

## KEYWORDS

Editor, Pictogramas, ARASAAC, Traducción texto-picto, TEA, Discapacidad, Accesibilidad

## ACM Reference Format:

Alejandro Martín, Raquel Hervás, Gonzalo Méndez, and Susana Bautista. 2018. PICTAR: Una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas. In *Proceedings of XIX International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACCIÓN 2018)*. ACM, New York, NY, USA, 4 pages. <https://doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn>

## 1. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos actuales permiten alcanzar objetivos e hitos que hace unos años eran imposibles o meramente inimaginables. En concreto, este trabajo se enfoca en la problemática que

experimentan algunas personas con Trastornos del Espectro Autista (TEA). La gran mayoría de los niños y niñas con TEA presentan dificultades para aprender a hablar y a entender el sentido de algunas palabras. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) y los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAACs) permiten atraer la atención de este colectivo mediante la presentación de imágenes y sonidos de una manera estimulante. Uno de los SAACs más extendidos y usados en la actualidad son los pictogramas, imágenes que representan elementos concretos y abstractos del mundo real y que se pueden usar como sustitución del lenguaje oral o escrito.

En el ámbito de la educación especial se usan estos pictogramas como apoyo visual para enfatizar y recalcar el significado de los conceptos que se están enseñando, tanto si se está trabajando la adquisición del lenguaje oral como si no. Así, los docentes se encuentran con la necesidad de realizar un esfuerzo adicional para la generación de los materiales basados en pictogramas que necesitan para sus actividades: cuentos, textos sobre distintas temáticas, apoyos visuales adicionales, etc.

En este trabajo se presenta la herramienta PICTAR, que facilita el trabajo con pictogramas y la elaboración de materiales a partir de éstos, en el marco del proyecto “Aulas TIC de Autismo España. Validación e implementación de recursos TIC” del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. El objetivo general del proyecto es promover la adquisición de competencias y habilidades de niños y niñas con TEA mediante recursos TIC validados y contrastados científicamente por los profesionales y por los propios alumnos con TEA. El proyecto tiene una duración de enero de 2018 a junio de 2018, se realiza en colaboración con la Confederación Autismo España<sup>1</sup>, y desde el punto de vista educativo participan cinco entidades a nivel nacional: la Asociación Autismo Sevilla, la Asociación El Alba-Autismo Burgos, Asociación Desarrollo-Autismo Albacete, CEE CEPRI de Madrid y la Asociación Aleph-TEA de Madrid. Así, se ha afrontado el desarrollo de la herramienta en estrecha colaboración con asociaciones y centros de educación especial, de cara a resolver los problemas que encuentran a la hora de trabajar con pictogramas de la manera más adaptada a sus necesidades que sea posible.

INTERACCIÓN 2018, Septiembre 2018, Palma de Mallorca, España  
2018. ACM ISBN 978-x-xxxx-xxxx-x/YY/MM...\$15.00  
<https://doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn>

<sup>1</sup><http://www.autismo.org.es/>



## 2. TRABAJO RELACIONADO

Para muchas personas con autismo es necesario el uso de sistemas complementarios al habla (Comunicación Aumentativa) o suplementarios (Comunicación Alternativa) para poder desarrollar al máximo potencial su comunicación. La comunicación basada en SAACs intenta proporcionar a los usuarios una alternativa a la comunicación basada en lenguaje natural que les permita comunicarse con su entorno de manera satisfactoria. Para ello, los pictogramas constituyen no sólo un mecanismo para comunicar ideas o sentimientos, sino una herramienta que les permite interpretar, entender y convertir sus ideas en imágenes de manera eficiente. Aunque existe una amplia variedad de conjuntos de pictogramas, el sistema más extendido en España es el diseñado por ARASAAC<sup>2</sup>, el portal aragonés de Comunicación Aumentativa y Alternativa, que proporciona una amplia base de datos de pictogramas en español.

Existen múltiples herramientas basadas en los pictogramas de ARASAAC con el objetivo de mejorar la comunicación de usuarios con discapacidad. Azahar<sup>3</sup> es un conjunto de aplicaciones orientadas a que personas con discapacidad mejoren sus habilidades de comunicación, ayudándoles a planificar sus tareas. TICO<sup>4</sup> es una aplicación para desarrollar tableros de comunicación interactivos (herramientas que mediante símbolos o pictogramas permiten comunicarse a las personas sin lenguaje oral), que consta de un editor y un intérprete. AraBoard [2] es un conjunto de herramientas orientado a la creación de tableros con pictogramas e imágenes personalizadas.

Además, algunos sistemas SAACs incluyen capacidades de traducción de texto a pictogramas. Pictotraductor<sup>5</sup> es un traductor de texto a pictogramas en forma de aplicación web. Recibe como entrada texto plano en español, y devuelve una traducción en pictogramas que consiste prácticamente en una traducción palabra por palabra. AraWord [1], es un procesador de textos que permite generar tableros simultáneamente con pictogramas y texto, con el objetivo de facilitar la creación de documentos y la adaptación de textos. Vandeghinste et al. [4, 5] presentan un traductor de correos electrónicos a pictogramas para el inglés, español y holandés. Para ello utilizan una base de datos léxico-semántica, entrenando el sistema con un corpus específico de correos electrónicos y orientando así la herramienta este dominio. AraTraductor [3] es un traductor de texto a pictogramas que utiliza técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural para mejorar el proceso de traducción.

## 3. PICTAR: UNA APLICACIÓN WEB PARA LA CREACIÓN DE MATERIALES EN PICTOGRAMAS

La herramienta PICTAR tiene como objetivo facilitar el trabajo con pictogramas en el ámbito educativo, desde tareas como la edición de materiales por parte de los docentes, como su uso por parte de los alumnos en las actividades dentro del aula cuando sea posible. Para identificar los requisitos y el alcance de la aplicación, se contó con la colaboración del Colegio de Educación Especial CEPRI,

un centro específico para personas con TEA severo y deficiencias cognitivas asociadas.

A partir de esta colaboración, se obtuvieron los siguientes requisitos principales:

- La herramienta debería ser fácilmente accesible desde distintos dispositivos, facilitando así el trabajo de los profesionales tanto en el aula como en el hogar.
- Los pictogramas a utilizar deben ser los de ARASAAC, que son los que conocen los alumnos. Dependiendo del nivel de los alumnos, en ocasiones se necesita trabajar en blanco y negro ya que los colores pueden distraerles.
- La herramienta debería ser flexible, permitiendo la edición de los materiales en distintas distribuciones espaciales según las necesidades de cada actividad.
- En algunos casos será necesario incluir texto junto a los pictogramas con los que se está trabajando.
- Para la elaboración de materiales en pictogramas a partir de texto (cuentos, noticias,...), un traductor de texto a pictogramas resultaría muy útil. También debe ser posible eliminar o sustituir un pictograma en cualquier momento.

Para cumplir estos objetivos, se decidió implementar la herramienta como una aplicación web. Esto la hace accesible desde cualquier dispositivo (móvil, tablet, ordenador), de una manera mucho más flexible que si se desarrollara como una aplicación móvil para Android o iOS por los problemas de compatibilidad entre dispositivos y versiones que esto podría suponer. Así, PICTAR tiene dos partes claramente diferenciadas: la página web en la que se realiza la edición de los materiales, y un servicio web de traducción que dado un texto permite traducirlo a pictogramas y usar esta traducción como parte del material con el que se está trabajando. A continuación se dan más detalles de estas dos partes de la aplicación.

### 3.1. Página web para la edición de materiales

La página web de PICTAR (<http://hypatia.fdi.ucm.es/pictar/>) es la interfaz de la aplicación donde los usuarios pueden realizar el trabajo con los pictogramas de ARASAAC. Para permitir su uso desde todo tipo de dispositivos, se ha llevado a cabo un diseño *responsive* que adapta los distintos elementos según el tamaño de pantalla y su orientación. En la Figura 1 se puede ver la distribución de la página en tres áreas: editor, buscador y traductor.

El *Editor* es el área de trabajo principal de la aplicación. Para permitir la máxima flexibilidad a la hora de generar los materiales, se ha organizado en forma de cuadrícula configurable. Así, el usuario puede decidir el número de “huecos” que desea en el material y en cuantas columnas quiere distribuirlos, y al pulsar el botón Generar se creará la cuadrícula con estas características. Además, en cualquier momento puede añadir nuevos huecos al final de la cuadrícula si fuera necesario. Cada uno de estos huecos puede contener un pictograma seleccionado o bien quedar en blanco, lo que permite que el usuario decida la distribución final del material según lo necesite. Para incluir un pictograma en uno de los huecos basta con arrastrar el pictograma que se desee desde la traducción o el buscador (de los que hablaremos más adelante). Sobre los pictogramas que se muestran en el área de edición se pueden realizar una serie de funciones:

<sup>2</sup><http://www.arasaac.org/>

<sup>3</sup><http://www.proyectoazahar.org/>

<sup>4</sup><http://arasuite.proyectotico.es/index.php>

<sup>5</sup><https://www.pictotraductor.com/>

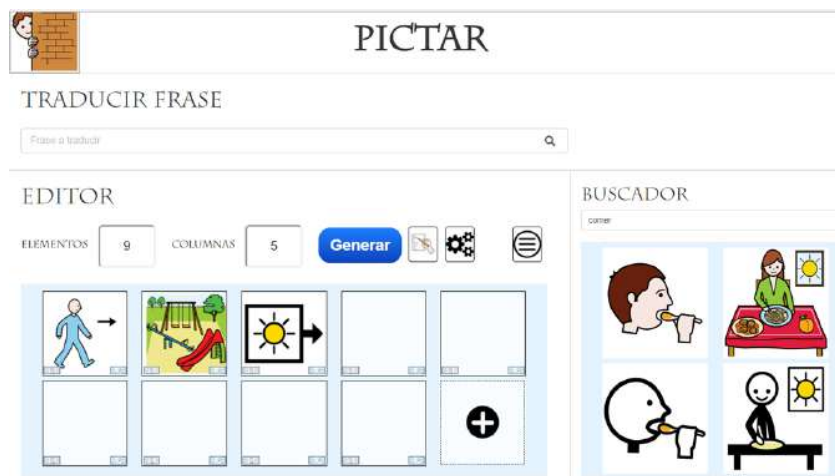


Figura 1: Página web con las tres áreas de trabajo de PICTAR: el traductor, el editor y el buscador

- Asociar texto a los pictogramas. Se puede elegir si este texto aparecerá sobre o debajo de los pictogramas. Para ello, se puede utilizar el primer botón a la derecha de Generar.
- Cambiar el color de los pictogramas. Los pictogramas pueden aparecer en blanco y negro en lugar de en su color original. Para ello, se puede utilizar el segundo botón a la derecha de Generar.
- Borrado. Cada pictograma presenta dos pequeños botones en sus dos esquinas inferiores: para borrar el pictograma en ese hueco, dejándolo en blanco, y para borrar el hueco completo, desplazando el resto de pictogramas hacia la izquierda y arriba en toda la cuadrícula.

Además, en cualquier momento es posible exportar el trabajo del área de edición para guardarlo en el disco duro local y poder importarlo para seguir trabajando más adelante (tercer botón a la derecha de Generar). Finalmente, el usuario puede usar las funciones de impresión del navegador para imprimir los pictogramas de la cuadrícula donde ha realizado la edición.

La segunda zona de trabajo es el *Buscador*, donde el usuario puede buscar cualquier palabra en castellano para obtener los pictogramas asociados en ARASAAC. Esta búsqueda es predictiva, de manera que según se van escribiendo caracteres se van mostrando los pictogramas que comienzan por ellos. Los pictogramas encontrados pueden ser arrastrados a cualquier hueco del área de edición según los necesite el usuario.

Finalmente, para facilitar la creación de materiales de manera rápida y eficiente, la tercera zona de trabajo de la aplicación es el *Traductor*. El usuario puede escribir cualquier texto en castellano y obtendrá como resultado su traducción a pictogramas tal y como muestra la Figura 2. Si para una parte de la traducción se ha encontrado más de un pictograma, el usuario puede cambiar de uno a otro usando las flechas que se muestran encima y debajo de ese pictograma. Finalmente, el botón inferior del área de traducción hace que la frase completa en pictogramas baje al área de edición, colocándose tras el último pictograma que se encuentre en ella. El funcionamiento de la traducción se explica en la siguiente sección.

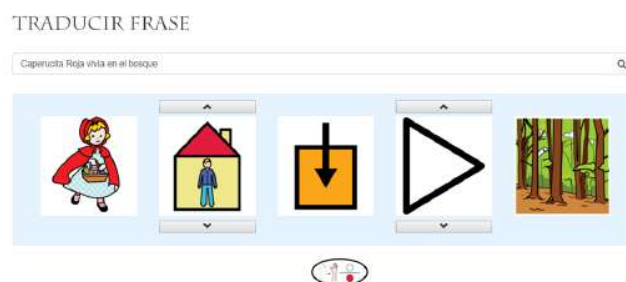


Figura 2: Ejemplo de traducción de texto a pictogramas para el texto “Caperucita Roja vivía en el bosque”

### 3.2. Servicio de traducción texto-picto

El proceso de traducción texto-picto se ha implementado como un servicio web para facilitar su uso desde otras aplicaciones que puedan encontrarlo útil. El primer paso una vez se recibe el texto es realizar un análisis morfológico del mismo para obtener las categorías gramaticales y lemas de las palabras. La importancia de conseguir el lema de las palabras reside en cómo se organiza la base de datos de ARASAAC, ya que por lo general cada pictograma está relacionado sólo con el lema de una palabra. Por ejemplo, existe un pictograma para el verbo “comer” pero no para ninguna de sus derivaciones, o para el adjetivo “feliz” pero no para “felices”. Para llevar a cabo este proceso de análisis y lematización se recurrió a *Spacy*<sup>6</sup>, una herramienta de procesamiento de lenguaje natural de altas prestaciones y disponible para varios idiomas.

Una vez realizado el análisis, para cada palabra se almacena su lema y su categoría gramatical. En lugar de realizar una simple correspondencia palabra-picto, se realiza un tratamiento adicional de posibles n-gramas (sucesiones de n palabras cuya unión puede tener un significado conjunto y estar representada por uno o más pictogramas). En la base de datos de ARASAAC existen muchas

<sup>6</sup><https://spacy.io/>

expresiones de este tipo con un único pictograma asociado, como “crema solar” o “saltar a la pata coja”. En estos casos, una traducción palabra a palabra causaría una pérdida de información importante para los usuarios. Así, el servicio realiza un procesamiento a partir de cada palabra para ver si junto a las siguientes forma un n-grama con pictograma asociado en ARASAAC.

El resultado final del servicio de traducción contiene las palabras del texto (agrupadas como n-gramas donde corresponda), y para cada una de ellas los identificadores de los pictogramas asociados en ARASAAC. En la Figura 2 se puede ver el resultado de la traducción de la frase “Caperucita Roja vivía en el bosque” tal cual se muestra en PICTAR. Por ejemplo, se puede observar que se ha recuperado un único pictograma para el bigrama “Caperucita Roja”, y que la conjugación en pasado del verbo “vivir” no ha sido un problema gracias al análisis morfológico realizado.

#### 4. EVALUACIÓN PRELIMINAR

En el marco del proyecto “Aulas TIC de Autismo España. Validación e implementación de recursos TIC”, se llevó a cabo una evaluación preliminar informal en el mes de febrero con los responsables TICs de las entidades participantes en el mismo. Durante esta sesión se presentó la aplicación PICTAR con el objetivo de realizar una primera aproximación a los expertos y estudiar las opciones de utilización en el aula con sus alumnos, con especial hincapié en los objetivos que se podrían trabajar a través de ella y cómo se podría validar el uso de la misma. La sesión de evaluación se desarrolló en tres partes. Para empezar, se realizó una breve presentación de la herramienta y sus funcionalidades. Después, se dejó a los profesionales probar la aplicación de manera libre, siempre con la presencia de los desarrolladores para solucionar cualquier problema o duda que pudiera surgir. Finalmente, se realizó una discusión grupal sobre los posibles ámbitos de uso de la aplicación.

Aunque inicialmente la aplicación tenía como objetivo ayudar a los docentes a preparar materiales en pictogramas para sus actividades en el aula, durante la discusión los profesionales vieron también posibilidades de uso por parte de aquellos alumnos que estén trabajando la lecto-escritura. Incluso podría ser útil su uso en el hogar para reforzar las actividades realizadas en el aula.

Los escenarios de uso se abordaron desde dos puntos de vista diferentes. Desde el punto de vista del docente, la herramienta podría resultar útil para preparar material sobre cuentos o temáticas concretas, planificar y anticipar salidas fuera del centro y organizar la agenda diaria. Desde el punto de vista de los alumnos, se podría usar la herramienta en aquellos casos en los que se está trabajando la lecto-escritura. Por ejemplo, los alumnos podrían usarla para contar lo que han hecho el fin de semana, expresar recados, transmitir estados de ánimo, etc. Los expertos comentaron que para que la mayoría de sus alumnos pudieran usar la herramienta de esta manera sería necesaria una preparación previa por parte del docente del vocabulario a utilizar.

Entre los beneficios que se podrían obtener con el uso de la aplicación, los expertos valoraron que se podrían fomentar habilidades de sus alumnos tales como la secuenciación de acciones/hechos, la planificación de eventos, la anticipación, y la comprensión. Desde el punto de vista del docente, los expertos consideraron que la posibilidad de traducir textos y la flexibilidad a la hora de elegir y colocar

los pictogramas en el editor podrían reducir significativamente el tiempo empleado a la hora de elaborar materiales.

Además, durante las pruebas de la aplicación se identificaron posibles mejoras a realizar. Por ejemplo, sería muy útil para los usuarios poder cargar pictogramas o imágenes propias para su posterior uso en los materiales, ya que ayudaría a los alumnos a identificar actividades o personas concretas. También podría ayudar tener un registro de usuarios por perfiles que permitiera guardar el material, las frases y las búsquedas realizadas. Finalmente, en los casos en los que una palabra no se encuentra en ARASAAC durante la traducción, podría ser útil buscar en la base de datos de pictogramas sus sinónimos o hiperónimos.

#### 5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado la herramienta PICTAR, que tiene como objetivo el facilitar el trabajo con pictogramas en el ámbito educativo, desde tareas como la edición de materiales por parte de los docentes, como su uso por parte de los alumnos en las actividades dentro del aula cuando sea posible. La evaluación preliminar realizada con expertos demuestra que la herramienta puede resultar útil no sólo para los profesionales que tienen que preparar materiales con pictogramas, sino para los alumnos con TEA como apoyo en el trabajo de competencias de lecto-escritura.

En el marco del proyecto la aplicación está siendo usada en los distintos centros para poder ser validada por los usuarios finales, proponiendo para ello distintas tareas para fomentar las competencias de comunicación, comprensión lectora y motivación. Con este uso en el aula podremos evaluar la aplicación con usuarios finales en sesiones concretas de trabajo con objetivos marcados específicamente para ellos. Además, se está preparando una evaluación más extensa desde el punto de vista de la experiencia de usuario, tanto para mejorar la herramienta como plantear la extensión de su uso fuera del ámbito escolar.

#### ACKNOWLEDGMENTS

PICTAR se enmarca dentro del proyecto IDiLyCo – Inclusión Digital, Lenguaje y Comunicación (TIN2015-66655-R), financiado por el MINECO/FEDER. Los autores agradecen a la Confederación Autismo España su colaboración en el marco del proyecto “Aulas TIC de Autismo España. Validación e implementación de recursos TIC”.

#### REFERENCIAS

- [1] S. Baldassarri, P. Peña, E. Cerezo, and J. Marco. 2014. Estado del Arte en Sistemas de Comunicación Alternativa y Aumentativa. *Revista AUTI: Aplicaciones y Usabilidad de Televisión Digital Interactiva* 1, 1 (2014), 10–16.
- [2] S. Baldassarri, J. M. Rubio, M. G. Azpiroz, and E. Cerezo. 2014. AraBoard: A Multiplatform Alternative and Augmentative Communication Tool. *Procedia Computer Science* 27 (2014), 197–206.
- [3] S. Bautista, R. Hervás, A. Hernández-Gil, C. Martínez-Díaz, S. Pascua, and P. Gervás. 2017. AraTranslator: Text to Pictogram Translation using Natural Language Processing Techniques. In *Proceedings of the 18th International Conference of the Spanish Human Computer Interaction Association (Interacción 2017)*.
- [4] L. Sevens, V. Vandeghinste, I. Schuurman, and F. Van Eynde. 2015. Extending a Dutch Text-to-Pictograph Converter to English and Spanish. In *Proceedings of SLPAT 2015: 6th Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies*. Dresden, Germany, 110–117.
- [5] V. Vandeghinste, I. Schuurman, L. Sevens, and F. Van Eynde. 2015. Translating Text into Pictographs. *Natural Language Engineering* (2015), 1–28.

# InfoState: Visualización Interactiva del Entorno mediante el uso de Sensores

Marlon Cárdenas Bonnet  
Universidad Complutense de Madrid  
Madrid, Spain  
marlonca@ucm.es

Susana Bautista  
Universidad Francisco de Vitoria  
Madrid, Spain  
susana.bautista@ufv.es

## ABSTRACT

Hoy día vivimos en la sociedad de la información en tiempo real, rodeados de aplicaciones que nos permiten acceder a suficiente información que, según nuestras preferencias, influyen en las decisiones que tomamos. En este trabajo se presenta una aplicación que visualiza de manera interactiva las condiciones de un entorno cerrado en tiempo real. Las condiciones del entorno se obtienen a partir de las características físicas que existen y son leídas por sensores ambientales. Visualizar con anterioridad esta información nos permite condicionar las decisiones que tomamos, por ejemplo conocer el nivel de ruido o la cantidad de gente que hay en un lugar concreto puede ayudarnos a decidir si vamos o no a un determinado lugar. Cuando hablamos de un entorno cerrado nos referimos a un establecimiento controlado, el cual puede ser un centro comercial, aeropuerto o una estación de tren. El objetivo es ofrecer esta información al usuario en tiempo real para que tome sus decisiones en función del entorno en el que se encuentra.

## CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → *Systems and tools for interaction design; Empirical studies in HCI; Systems and tools for interaction design;*

## KEYWORDS

sensores ambientales, información, tiempo real, entorno cerrado, mapas de calor

### ACM Reference Format:

Marlon Cárdenas Bonnet and Susana Bautista . 2018. InfoState: Visualización Interactiva del Entorno mediante el uso de Sensores. In *Interacción 2018: XIX International Conference on Human Computer Interaction, September 12–14, 2018, Palma, Spain*. ACM, New York, NY, USA, Article 4, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/3233824.3233863>

## 1 INTRODUCCIÓN

Vivimos en una sociedad interconectada por un sin número de dispositivos que se hayan a nuestro alrededor y de los que no somos totalmente conscientes. Estos dispositivos generan y consumen información que en muchos casos permite medir y reconocer las características del entorno en el que nos movemos. Los sensores son un buen ejemplo de este tipo de dispositivos porque además de que

su función principal es la de recoger información del medio, ya se encuentran inmersos en muchos lugares y son usados en diversos contextos.

En este trabajo se presenta una aplicación que recoge y centraliza información de las condiciones de un entorno cerrado mediante el uso de sensores ambientales en tiempo real. Las características físicas del entorno es lo que se considera como condiciones y se usan para que los usuarios de la aplicación puedan tomar decisiones sobre el mismo entorno. Esta información cambia y se mueve a una velocidad que los usuarios no perciben, pero que ellos mismos demandan cada vez más para usarla como referencia a la hora de tomar sus decisiones. Conocer de ante mano, por ejemplo el nivel de ruido en determinadas zonas, la temperatura que hay en puntos concretos, la presencia o no de multitudes, entre otras, puede ser un factor a tener en cuenta a la hora de decidir si se accede o no a determinados lugares.

Dado que las condiciones en un momento determinado de un entorno cerrado (un centro comercial, un aeropuerto o una estación de tren) pueden influir a la hora de tomar decisiones sobre el uso de dicho entorno, es importante que esta información este disponible para el usuario desde el mismo momento en que llega. En tiempo real el usuario puede conocer el estado de las distintas zonas del recinto, y generarse así rutas alternativas que le lleven a evitar determinadas situaciones desagradables para él. Una persona o un grupo pueden usar esta información si por ejemplo llevan consigo niños o recién nacidos, si tienen alguna necesidad especial como es el caso del uso de sillas de rueda o si tienen alguna discapacidad.

Existen ciertos colectivos de la sociedad a los que determinadas condiciones del entorno no les favorece, todo lo contrario, les dificulta la interacción y la relación con el entorno. Por ejemplo, las personas que padecen fobia a la oscuridad, personas que sufren de mal estar por la presencia de fuertes olores en el aire o las personas con el trastorno del espectro autista (TEA) que tienen hipersensibilidad al sonido: ruidos fuertes, ruidos inesperados, el ruido de muchas personas; los cuales pueden generarles molestia, miedos e incluso angustia.

Actualmente, todas estas condiciones del medio se puede conocer por medio de redes de sensores ambientales que, al ser distribuidas en entornos cerrados, son capaces de medir diferentes elementos como gases, sonidos, temperatura, entre otros. El trabajo que aquí se presenta recoge y centraliza esta información y la muestra al usuario en tiempo real en una aplicación web para que en función de sus preferencias, tome sus decisiones y pueda evitar zonas del entorno donde las condiciones en ese momento no le interese o le pueda molestar.

Nuestra propuesta de trabajo se sitúa en el marco de investigación de los *Ambientes Inteligentes* (AmI) también conocidos como

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 2018, September 12–14, 2018, Palma, Spain*

© 2018 Copyright held by the owner/author(s).

ACM ISBN 978-1-4503-6491-1/18/09.

<https://doi.org/10.1145/3233824.3233863>

*Entornos Inteligentes.* Las herramientas que utilizan la Inteligencia Ambiental se basan en una red de dispositivos que miden y permiten interactuar con el entorno, dotándolo de ciertos comportamientos que son considerados como inteligentes mediante el uso de técnicas de inteligencia Artificial (IA).

Al rededor de este paradigma hay muchas variantes [15][9][2] que describen el uso que se da a estas soluciones como por ejemplo el reconocimiento de patrones de comportamiento [3, 13], el uso de reglas para describir el entorno [5], aplicaciones en el Internet de las Cosas [6, 8] (IoT por sus siglas en inglés). Sin embargo, estas soluciones se centran en aspectos de hardware e interacción de usuarios con cierto nivel de conocimiento sobre las herramientas.

Las soluciones AmI se orientan a diferentes públicos, por lo que se debe trabajar en paradigmas HCI que faciliten el uso y la configuración por parte de usuarios finales sin ningún conocimiento sobre ambientes inteligentes y sensores ambientales. Algunas investigaciones por su parte se centran en colectivos específicos como adultos mayores [16], personas con lesiones cerebrales [14] u otros dominios de la salud [12][1].

Hay estudios que analizan el diseño y la evolución de entornos de inteligencia ambiental [4] centrados al usuario, los cuales brindan pautas para diseñar herramientas como la que hoy proponemos. A partir de la arquitectura general presentada en el trabajo de Augusto [2], se ha definido la arquitectura propuesta de la aplicación centrada en un entorno específico de actuación y usando los sensores ambientales como elementos de interacción con el entorno.

El resto del trabajo está organizado como sigue. En la sección 2 se describe la arquitectura a alto nivel de la aplicación propuesta, con los diferentes sensores ambientales que se han utilizado y el servidor que procesa la información de estos. La sección 3 describe la interfaz de la aplicación y los mapas de calor que se adaptan a las preferencias del usuario. La discusión del trabajo propuesto es presentada en la sección 4. Finalmente, en la sección 5 se describen los siguientes pasos a seguir y algunas de líneas de trabajo futuro planteadas.

## 2 ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN

En esta sección, se proporciona una descripción a alto nivel de la aplicación que se propone. En la Figura 1 se pueden apreciar los principales elementos que conforman la arquitectura de la aplicación, los cuales son descritos a continuación:

- (1) Un *Ambiente inteligente*: conformado por el entorno o la superficie que se quiere monitorizar y por la red de sensores [2] que midan las condiciones físicas de dicha superficie.
- (2) Un *Servidor*: que centraliza toda la información recogida del ambiente mediante los sensores y aplica, en tiempo real, un conjunto de técnicas que procesan la información de estado del ambiente para posteriormente ofrecer al usuario una visualización general e interactiva del entorno. El *Servidor* se compone de los siguientes elementos:
  - (a) *Gateway*: este componente centraliza la conexión de los diferentes sensores y estandariza en forma de **Eventos E**, la información que estos generan para que pueda ser explotada por el motor de reglas.
  - (b) *Motor de reglas*: utiliza como base el procesamiento de eventos complejos (CEP) [10, 11]. CEP es una herramienta

que permite analizar y controlar flujos de eventos relacionados entre si y que provienen de diferentes sensores en streaming. En tiempo real, el motor aplica dos procesos importantes sobre los eventos: (i) un proceso de *Etiquetado* en el que se identifican características técnicas del sensor y (ii) un proceso de *Filtrado* que como su nombre lo indica, filtra los eventos en función de los umbrales estándares de cada sensor. Los umbrales estándar (ver Tabla 1) son usados como filtros por defecto y estos pueden ser modificados de forma interactiva por el usuario en función de sus necesidades. En el apartado 2.2 se brinda mayor detalle de este componente de la arquitectura.

- (c) *Web*: es la interfaz web *adaptativa* que permite al usuario interactuar con la visualización de estado del entorno. La técnica de visualización utilizada para mostrar al usuario el estado del entorno son los *Mapas de calor*, los cuales se pueden configurar a través del uso de *indicadores pre-definidos* (filtros) y mediante el uso controles web que permiten al usuario modificarlo en tiempo real. En el apartado 3 se brinda mayor información de este componente.

### 2.1 Sensores Ambientales

El entorno cuenta con una red de sensores que dispone de seis tipos de sensores: *luminosidad, temperatura, humedad, sonidos, olores y calidad del aire*. Como se puede observar en la Tabla 1, cada sensor cuenta con una especificación base y unos umbrales estándares<sup>1</sup> que determinan la configuración que usará por defecto para procesar sus respectivas mediciones.

Sensor	Especificación	Umbral Estándar
Luminosidad	0.008-65535lx 50-60Hz	luminosidad emitida: 50-100 lux (bajo) 200-500 lux (medio)* 750 lux o superior (alto)
Temperatura	°C	0-19° (bajo) 20-27° (medio)* 28° o superior (alto)
Humedad	%	0-39RH (bajo) 40-60RH (normal)* 61RH o superior (alto)
Sonido	dB	0-55dB (normal)* 60-70dB (alerta) 71dB- o superior (peligro)
Olores	Metano, Benceno, Alcohol	Nivel de intensidad [7]: 1-3 (bajo) 4-5 (medio)* 5-6 (alto)
Calidad del Aire	CO (ppm) NO <sub>2</sub> (ppb)	

**Tabla 1: Especificación de los sensores de ambiente y sus respectivos umbrales**

Las descripciones de los sensores que se utilizan en esta aplicación son las siguientes:

<sup>1</sup>Los valores marcados con \* son las referencias a los valores normales o aceptables para cada sensor.

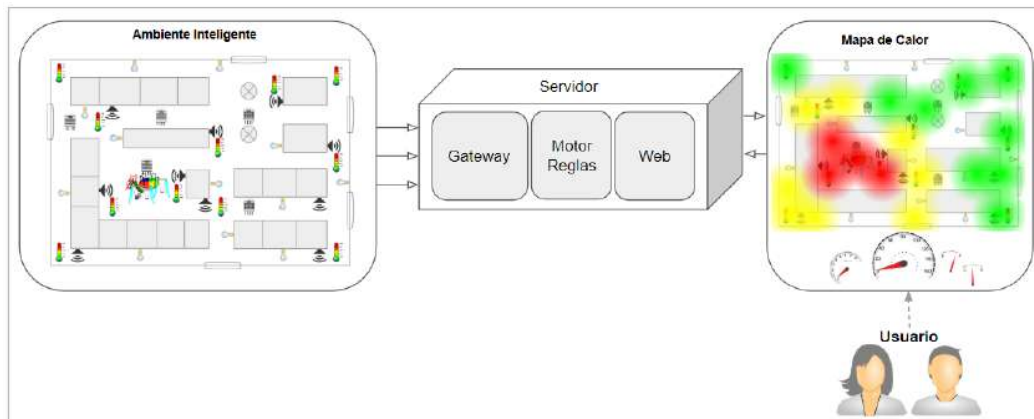


Figura 1: Arquitectura de la aplicación

- *Sensores de luminosidad*: miden la intensidad de luz de puntos concretos del entorno.
- *Sensores de temperatura*: recogen los cambios de temperatura que pueden presentarse en distintas zonas del entorno.
- *Sensores de humedad*: miden la humedad relativa en un área dada.
- *Sensores de sonido*: miden el nivel de ruido que puede generarse en zonas específicas del entorno (zonas infantiles, locales con megafonía, establecimientos con música, etc.).
- *Sensores de olor*: miden el nivel de diferentes gases que estén presentes en el aire y que puedan de una forma u otra incomodar al usuario (CO, alcoholes, metano, etc.). Los sensores de olor básicos suelen tener problemas de interferencia con algunos factores del medio como son la humedad y la temperatura. Por ello, es recomendable que la red disponga de estos sensores cerca para poder identificar posibles falsos positivos y falsos negativos cuando el objetivo sea medir el olor.
- *Sensores de calidad del aire*: detectan la presencia de múltiples gases contaminantes o peligrosos como butano, metano, humo, gas o sensibles a compuestos como amoníaco, sulfuros y bencenos. La presencia de estos compuestos, aún en bajos niveles, podría ser desagradable para el usuario.

Para interpretar las medidas de los sensores se usa como referencia los umbrales estándares de cada sensor y luego estos valores son ajustados a la escala de colores que utiliza la aplicación:

- Verde: indica que las medidas del sensor están en umbrales medio o normal.
- Amarillo: indica que las medidas del sensor están en umbrales bajo o de alerta.
- Rojo: indica que las medidas del sensor están en umbrales alto o de peligro.

## 2.2 Motor de reglas

Las reglas, son consultas creadas con el lenguaje de procesamiento de eventos (EPL) el cual se aplica sobre flujos de eventos de sensores. EPL es un lenguaje estándar SQL que incluye cláusulas comunes

de tipo *SELECT*, *FROM*, *WHERE*, *GROUP BY*, *HAVING* y *ORDER BY*. Los flujos de eventos del entorno son la fuente de datos y éstos se utilizan como si fuesen tablas relacionales. Este lenguaje también permite el uso de combinaciones, subconsultas y agregaciones a través de la agrupación de los eventos.

Para poder utilizar las reglas sobre los datos de los sensores, es necesario que dicho flujo de información sea normalizado en forma de *eventos E*, donde un evento se puede definir como  $E = (id, a, t)$ , donde cada tipo de evento está identificado de forma única con un id; éste tendrá una serie de atributos  $a$  que lo caracterizarán  $a = \{attr_1, attr_2, \dots, attr_n\}$ ,  $n \geq 0$  y un tiempo  $t$ .

Una vez son formalizados los flujos de eventos, los pasos siguientes son etiquetar, filtrar y aplicar las reglas del entorno sobre los flujos de eventos.

**2.2.1 Etiquetar Eventos.** Cada evento es *etiquetado* con la información técnica o de configuración del sensor que lo genera, permitiendo luego combinar los flujos de eventos entre sí. La combinación de flujos es necesaria porque en muchos casos no es suficiente procesar la información de cada sensor por separado. En algunos contextos, es necesario combinar la información de sensores distintos (unir los flujos de eventos) para poder determinar o identificar una condición del entorno. La información técnica hace posible unir de forma coherente la información de diferentes sensores, teniendo en cuenta por ejemplo, la frecuencia de muestreo, la ventana temporal, unidades de medida, márgenes de error, entre otros.

**2.2.2 Filtrar Eventos.** El paso siguiente es filtrar los eventos bien por tipo de sensor, por las características o atributos del sensor o por la combinación de éstos. El motor permite utilizar funciones que abstraen la implementación de los filtros mediante el uso del lenguaje EPL. El filtro por defecto se basa en el uso de los umbrales de cada sensor. Es decir, si se consulta la información del entorno sin aplicar ningún criterio de filtro, por defecto la escala de colores 2.1 de visualización aplicará los valores de los umbrales para determinar el estado del entorno.

Los filtros se pueden modificar en función de las preferencias del usuario. Cuando el filtro cambia, se actualiza la visualización

cambiando los umbrales a los nuevos rangos establecidos por el usuario. Para que los nuevos rangos persistan, el usuario debe registrarse en la aplicación y evitar de esta forma tener que repetir los filtros.

2.2.3 *Reglas del entorno.* Las reglas definen los patrones que se identifican en el entorno. En la Tabla 2 se muestran varios ejemplos de reglas que buscan patrones de medidas de los sensores<sup>2</sup> para determinar la información que se visualizará al usuario.

Regla	Sensor	SQL
ruler1	*	select "Bajo" from flujoEventos where[ $bajo_{min} \leq value \leq bajo_{max}$ ]
ruler2	*	select "Normal" from flujoEventos where[ $medio_{min} \leq value \leq medio_{max}$ ]
ruler3	*	select "Alto" from flujoEventos where[ $alto_{min} \leq value \leq alto_{max}$ ]
ruler4	olor	select "Bajo" from flujoEventos where[ruler1:temp="Bajo" AND ruler_1:humedad="Bajo" AND $bajo_{min} \leq value \leq bajo_{max}$ ]
ruler5	olor	select "Normal" from flujoEventos where[ruler2:temp="Normal" AND ruler_2:humedad="Normal" AND $medio_{min} \leq value \leq medio_{max}$ ]
ruler6	olor	select "Alto" from flujoEventos where[ruler3:temp="Alto" AND ruler_2:humedad="Alto" AND $alto_{min} \leq value \leq alto_{max}$ ]

Tabla 2: Definición de las reglas básicas del motor

El usuario modifica los filtros mediante el uso de criterios o indicadores de entorno. Los indicadores son referencias que le permiten reconocer el estado del entorno, como por ejemplo "poco iluminado", "ruidoso", "caluroso", etc. Para poder aplicar las reglas en función de los indicadores, el motor asocia a cada criterio un conjunto de reglas que debe usar sobre el flujo de eventos. Los valores específicos de cada sensor, tal y como se describe en el apartado 2.2.2, se toman o bien del umbral estándar o bien de la modificación del usuario. En la Tabla 3 se muestra como cada indicador tiene asociado una o más reglas que se ejecutarán en el momento que el usuario los seleccione para su visualización.

### 3 INTERFAZ WEB DE LA APLICACIÓN

La aplicación dispone de una interfaz web adaptativa que permite al usuario visualizar el estado del entorno. La visualización del entorno se puede consultar de dos formas: libremente desde un navegador o mediante un sistema de registro de usuario anónimo donde el usuario puede indicar algunas de sus preferencias que puedan ser útiles para filtrar la información de los sensores.

Este sistema de registro está pensado para aquellos usuarios que visiten de manera regular el entorno y que por sus condiciones de salud o discapacidad, requieran de la información del ambiente para tomar decisiones a la hora de moverse de un lugar a otro. En

<sup>2</sup>Las reglas marcadas con \* son útiles para cualquier tipo de sensor.

Indicador	Reglas
Zona Poco Iluminada	ruler1:luminosidad
Zona Calurosa	ruler3:temperatura
Zona Ruidosa	ruler3:sonido
Zona Música alta	ruler3:sonido
Zona Húmeda	ruler3:humedad
Zona Aire Peligroso	ruler2:calidadAire
Zona con Multitudes	ruler3:sonido,ruler3:humedad, ruler3:humedad,ruler3:olor

Tabla 3: Asociación de las reglas sobre los indicadores de la aplicación

el proceso de registro se asignará un identificador único a cada usuario, no se hará uso de información personal o sensible del usuario o de su dispositivo de navegación web.

La salida de la aplicación es un mapa de calor del entorno de entrada, donde se muestra la información en la escala de colores del semáforo:

- Verde: zona favorable
- Amarillo: zona de precaución
- Rojo: zona de peligro

Para generar el mapa de calor correspondiente a la información de las condiciones del entorno se utilizan los indicadores que se corresponden con los filtros que hay que aplicar y los modificadores de los umbrales basados en las preferencias del usuario. Dependiendo de la interacción o no del usuario, hay dos opciones de visualizar el mapa de calor de salida generado por la aplicación presentadas en la Sección 3.3.

#### 3.1 Indicadores: filtros de la aplicación

En la interfaz de la aplicación, se le pregunta al usuario si quiere adaptar la información que se recoge de los sensores ambientales colocados en el entorno.

Si el usuario decide que no quiere adaptar la información, el sistema no aplica ningún filtro y genera un mapa de calor con la información de carácter general, usando los valores umbrales, que se ha recogido de los sensores.

En cambio, si el usuario decide que si quiere adaptar la información, se le plantean unas condiciones del entorno, que son los indicadores que se usan para los filtros de la aplicación, para que seleccione la información que quiere conocer. Se le muestra sobre el entorno como salida el mapa de calor adaptado a sus preferencias.

Los indicadores sobre los que se trabaja son los siguientes:

- Zona poco iluminadas
- Zona de niños
- Zona de altas temperaturas
- Zona de mucha gente
- Zona de mucho ruido
- Zona de restauración
- Zona de música alta
- Zona del mercado: pescadería, carnicería, frutería...
- Zona de alta humedad
- Zona de baja calidad del aire

Dependiendo de las condiciones seleccionadas por el usuario en la interfaz de la aplicación, se aplican las reglas correspondientes del motor de reglas y se genera la salida de la aplicación con la información del entorno correspondiente a ese momento.

### 3.2 Modificadores de los umbrales

Teniendo en cuenta que cada persona tiene una tolerancia diferente a las condiciones del entorno: ruido, temperatura, olores, multitudes, etc. En la aplicación se ha considerado que los umbrales de cada una de estas condiciones se puedan adaptar en tiempo real siendo el usuario el responsable de decidir esto. La Figura 2 muestra un ejemplo de la interfaz de la aplicación donde el usuario puede modificar los umbrales de los sensores.

Siguiendo las preferencias del usuario, la información del entorno es adaptada a partir de los umbrales que el usuario determina usando la interfaz de la aplicación.

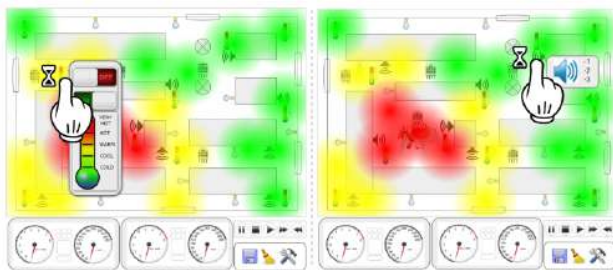


Figura 2: Interacción del usuario con la visualización del entorno

### 3.3 Visualización de los mapas de calor del entorno

La aplicación web visualiza los mapas de calor del entorno con la información que se ha recogido de los sensores ambientales, aplicando las reglas correspondientes y adaptándose en tiempo real a las preferencias del usuario.

**3.3.1 Visualización estándar.** Si el usuario de la aplicación no ha querido registrarse en la aplicación, la información recogida por los sensores del entorno es procesada y un mapa de calor del entorno es generado usando los valores de los umbrales normalizados de los sensores.

En la Figura 3 se presenta un ejemplo de la interfaz diseñada para mostrar el mapa de calor sin aplicar filtros de los sensores ambientales. Se puede ver cómo hay zonas tranquilas identificadas con el color verde, zonas de precaución en color amarillo y zonas de peligro en color rojo.

**3.3.2 Visualización adaptada.** Si el usuario de la aplicación se registró, seleccionó una serie de indicadores y modificadores que permitió a la aplicación generar el mapa de calor adaptado a sus preferencias. Además en la interfaz de la aplicación se muestran los controles de los indicadores para que en tiempo real puedan ser modificados y el mapa de calor se vaya adaptando según los umbrales que se van cambiando.

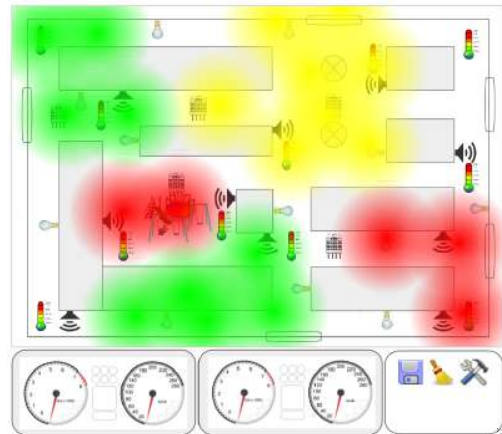


Figura 3: Mapa de calor sin filtros

La Figura 4 muestra un ejemplo de la interfaz de la aplicación donde se puede ver el mapa de calor con filtros generado a partir de las preferencias del usuario junto con los controles de los distintos indicadores que se pueden modificar para adaptar el mapa en tiempo real.

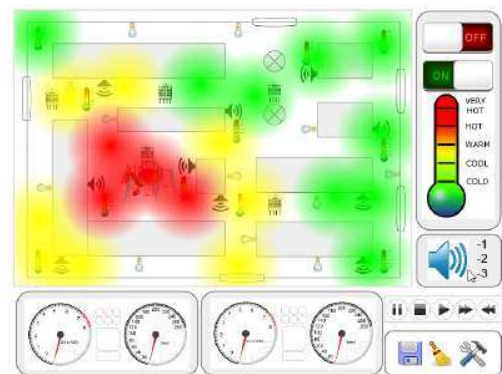


Figura 4: Mapa de calor con filtros

## 4 DISCUSIÓN

En el dominio de los *Ambientes Inteligentes* (AMI) o *Entornos Inteligentes* el mundo de los sensores considerados es un punto de discusión en cualquier propuesta. El trabajo presentado se centra en un subconjunto de sensores ambientales, que nos permiten recoger las condiciones del entorno cerrado en el que se quiere trabajar. Dentro de las características de los sensores cabe destacar: calibrage, batería, potencia, duración y tiempo de uso de cada uno de ellos. Estas variables hay que controlarlas dentro del entorno para poder recoger datos fiables y coherentes que nos permitan ofrecer al usuario una información en tiempo real lo más cercana a la situación que se vive en ese momento en el entorno.

Somos conscientes que ampliando el tipo de sensores y la cantidad de ellos usada en el entorno, nos brindará la oportunidad de



recoger diferente tipo de información mejorando así la capacidad de adaptar nuestra salida de la aplicación a las preferencias del usuario establecidas.

Ampliar el motor de reglas con la información recogida por los nuevos sensores considerados, también hará que la adaptación de la salida sea mejor y seamos capaces de ampliar la información mostrada en la salida de la aplicación.

Se ha querido dar la libertad al usuario de registrarse o no en la aplicación. Con esto se pretende normalizar el uso de estos sistemas que recogen información de manera automática y casi de manera inconsciente para el usuario, independientemente del perfil del usuario, siendo lo menos invasiva que se pueda. El sistema propuesto es capaz de inferir conocimiento a partir de los sensores generando una salida estándar y además es capaz de adaptar la salida usando la información de los indicadores y modificadores que el usuario puede configurar.

## 5 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La aplicación presentada recoge, centraliza, procesa y visualiza en tiempo real las condiciones de un entorno cerrado mediante el uso de sensores ambientales. Gracias a su interfaz, el usuario puede consultar las características físicas del entorno y adaptarlas a sus necesidades o preferencias para poder elegir qué zonas le conviene más visitar.

Las preferencias de usuario son modificadas mediante un conjunto de indicadores, los cuales habilitan diferentes controles web para adaptar la visualización. El entorno y sus condiciones se visualizan mediante mapas de calor que clasifican las distintas zonas del entorno y las diferencia gracias al uso de una escala de colores.

El paso siguiente de esta propuesta es llevar a cabo un caso de estudio real monitorizando un entorno cerrado que permita recoger datos para comprobar la cobertura de los sensores propuestos y el tipo de información recogida.

Realizar un análisis de la adaptación de la información en tiempo real usando la interfaz diseñada para identificar posibles errores, tanto de los sensores, como de los indicadores especificados y los modificadores presentados a los usuarios.

Otra posible mejora planteada como trabajo futuro es generar recomendaciones automáticas de rutas dentro del entorno a partir de las preferencias del usuario y aprender de éstas para futuras visitas al mismo entorno o entornos con condiciones similares. Esto implica una monitorización de diferentes entornos, usuarios registrados y un sistema de recomendación de rutas basado en la información que la aplicación almacena.

## ACKNOWLEDGMENTS

Esta investigación está parcialmente financiada por el proyecto IDiLyCo (TIN2015-66655-R) financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Gobierno de España y por el proyecto Rise Women with disabilities In Social Engagement (RISEWISE) financiado por la Comisión Europea H2020-MSCA-RISE-2015-690874 (2016-2020).

## REFERENCES

- [1] Giovanni Acampora, Diane J Cook, Parisa Rashidi, and Athanasios V Vasilakos. 2013. A survey on ambient intelligence in healthcare. *Proc. IEEE* 101, 12 (2013), 2470–2494.
- [2] Juan Carlos Augusto. 2007. Ambient intelligence: the confluence of ubiquitous/pervasive computing and artificial intelligence. In *Intelligent Computing Everywhere*. Springer, 213–234.
- [3] Shahram Bahadori, Amedeo Cesta, Giorgio Grisetti, Luca Iocchi, Riccardo Leone, Daniele Nardi, Angelo Oddi, Federico Pecora, and Riccardo Rasconi. 2004. RoboCare: pervasive intelligence for the domestic care of the elderly. *Intelligenza Artificiale* 1, 1 (2004), 16–21.
- [4] Federico Cabitza, Daniela Fogli, Rosa Lanzilotti, and Antonio Piccinno. 2015. End-user development in ambient intelligence: a user study. In *Proceedings of the 11th Biannual Conference on Italian SIGCHI Chapter*. ACM, 146–153.
- [5] Federico Cabitza, Daniela Fogli, Rosa Lanzilotti, and Antonio Piccinno. 2017. Rule-based tools for the configuration of ambient intelligence systems: a comparative user study. *Multimedia Tools and Applications* 76, 4 (2017), 5221–5241.
- [6] A. Demeure, S. Caffiau, E. Elias, and C. Roux. 2015. Building and Using Home Automation Systems: A Field Study. In *End-User Development*, Paloma Díaz, Volkmar Pipek, Carmelo Ardito, Carlos Jensen, Ignacio Aedo, and Alexander Boden (Eds.). Springer International Publishing, Cham, 125–140.
- [7] Jesús Carlos Arenaz Erburu. [n. d.]. NTP 320: Umbrales olfativos y seguridad de sustancias químicas peligrosas. ([n. d.]).
- [8] Jorge J Gómez-Sanz, Marlon Cardenas, Rafael Pax, and Pablo Campillo. 2016. Building prototypes through 3D simulations. *PAAAMS* (2016), 299–301.
- [9] Iiro Jantunen, Hannu Laine, Pertti Huuskonen, Dirk Trossen, and Vladimir Ermolov. 2008. Smart sensor architecture for mobile-terminal-centric ambient intelligence. *Sensors and Actuators A: Physical* 142, 1 (2008), 352 – 360. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2007.04.014> Special Issue: Eurosensors XX The 20th European conference on Solid-State Transducers.
- [10] David Luckham. 2002. *The power of events*. Vol. 204. Addison-Wesley Reading.
- [11] David C Luckham and Brian Frasca. 1998. Complex event processing in distributed systems. *Computer Systems Laboratory Technical Report CSL-TR-98-754*. Stanford University, Stanford 28 (1998).
- [12] Douglas McIlwraith, Julien Pansiot, and Guang-Zhong Yang. 2010. Wearable and ambient sensor fusion for the characterisation of human motion. In *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2010 IEEE/RSJ International Conference on*. IEEE, 5505–5510.
- [13] Rafael Pax, Marlon Cárdenas Bonett, Jorge J Gómez-Sanz, and Juan Pavón. 2017. Virtual Development of a Presence Sensor Network Using 3D Simulations. In *International Conference on Smart Cities*. Springer, 154–163.
- [14] Cristina Roda, Arturo C Rodríguez, Víctor López-Jaquero, Elena Navarro, and Pascual González. 2017. A multi-agent system for acquired brain injury rehabilitation in ambient intelligence environments. *Neurocomputing* 231 (2017), 11–18.
- [15] Alexandru Sorici, Gauthier Picard, Olivier Boissier, and Adina Florea. 2015. Multi-agent based flexible deployment of context management in ambient intelligence applications. In *International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems*. Springer, 225–239.
- [16] Goshiro Yamamoto, Jaakko Hyry, Max Krichenbauer, Takafumi Taketomi, Christian Sandor, Hirokazu Kato, and Petri Pulli. 2015. A user interface design for the elderly using a projection tabletop system. In *Virtual and Augmented Assistive Technology (VAAT), 2015 3rd IEEE VR International Workshop on*. IEEE, 29–32.

# El proyecto “Una ingeniera en cada cole”

Eva Cerezo, Natalia Ayuso, Raquel Trillo,  
Belén Masiá, Ana Cristina Murillo, Lola  
Mariscal, Laura Ruberte,  
Sandra Baldassarri, María Villarroya  
Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
Universidad de Zaragoza, Spain  
{ecerezo, nayuso, raqueltr, bmasia, acm, lola.mariscal,  
lruberte, sandra, Maria.Villarroya}@unizar.es

Manuela Delgado  
AMIT, Spain  
manueladelgadocruz  
@gmail.com

Carmen Mayoral  
Instituto de  
Carboquímica  
CSIC, Zaragoza, Spain  
mayoral@icb.csic.es

## RESUMEN

Este trabajo presenta una iniciativa llevada a cabo en Aragón durante los últimos tres años con el objetivo de dar a conocer la ingeniería y promover vocaciones entre los niños, y muy especialmente niñas, de primaria. Otro objetivo de la iniciativa es visibilizar el papel de las mujeres en dicho campo y poner en valor sus contribuciones. Para ello, mujeres ingenieras, tanto del campo académico como profesional, visitan las escuelas de primaria para sensibilizar a los maestros y dar una pequeña charla y realizar un taller con los niños. Los talleres son creativos, colaborativos, de desarrollo, no son talleres con un resultado final cerrado, sino que cada grupo crea sus diseños o propone sus soluciones. De esta forma, se pretende ofrecer a las niñas una experiencia positiva que fomente su eficacia autopercebida acompañadas por mujeres que representen modelos cercanos a los que seguir. La iniciativa, que ha ido evolucionando a lo largo de sus tres años de existencia, pretende revertir el descenso de vocaciones en el ámbito de las carreras STEM y aumentar la presencia de mujeres en dichos estudios.

## CONCEPTOS CCS

• **Education; Engineering**

## PALABRAS CLAVE

Attracting women, STEM, engineering studies

### ACM Reference format:

*Interacción 2018*, September 12–14, 2018, Palma, Spain

© 2018 Copyright is held by the owner/author(s).

ACM ISBN 978-1-4503-6491-1/18/09.

<https://doi.org/10.1145/3233824.3233847>

## 1 INTRODUCCIÓN

Dentro de 10 años, al menos 1 de cada 3 profesiones estará relacionada con la Ciencia, la Tecnología o la Ingeniería (Fundación Lóreal, datos UE); sin embargo, el número de

estudiantes del Bachillerato Científico-Tecnológico está decreciendo. Ese decrecimiento está teniendo un impacto en las carreras técnicas universitarias, especialmente en algunas ingenierías. En la figura 1 se muestra cómo el número de estudiantes en estudios de ingeniería y arquitectura han ido disminuyendo en los últimos años en la Universidad de Zaragoza. El porcentaje de mujeres se mantiene estable en torno al 25%. Sin embargo este porcentaje varía mucho de unos grados a otros. En el caso de Ingeniería Informática, el porcentaje ha ido disminuyendo en los últimos años y actualmente está en torno al 10%. Ante esta situación, un grupo de profesoras de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA) de la Universidad de Zaragoza, todas ellas pertenecientes a AMIT-Aragón (Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas, <http://www.amit-es.org>) lleva años trabajando en la captación de chicas para las carreras tecnológicas con diversas iniciativas. Entre ellas destaca el GirlsDay, un día en el que estudiantes de Secundaria y Bachillerato acuden a conocer la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la mano de profesoras, becarias y alumnas de la escuela, y que fue el primero en llevarse a cabo en una universidad española en 2008. La información recogida en esa experiencia, ha permitido hacer estudios sobre el perfil de las chicas que se interesan por la Ingeniería y el impacto de la actividad [2,3]. Otra iniciativa es el concurso Wikinformática [4], que busca visibilizar en la red el papel de las mujeres tecnólogas destacadas en el ámbito de las nuevas Tecnologías y de la Información y la Comunicación (TIC) mediante la elaboración de una Wiki. Sin embargo, en dichas experiencias se llegó a la conclusión de que eran iniciativas interesantes pero que llegaban tarde en la gran mayoría de los casos: al encuestar al alumnado se encontraba que las chicas en secundaria habían desechado ya las carreras científico-tecnológicas como posible opción. De hecho, hay estudios que muestran que la brecha de género con respecto a estudios tecnológicos aparece en la temprana edad de seis [4].

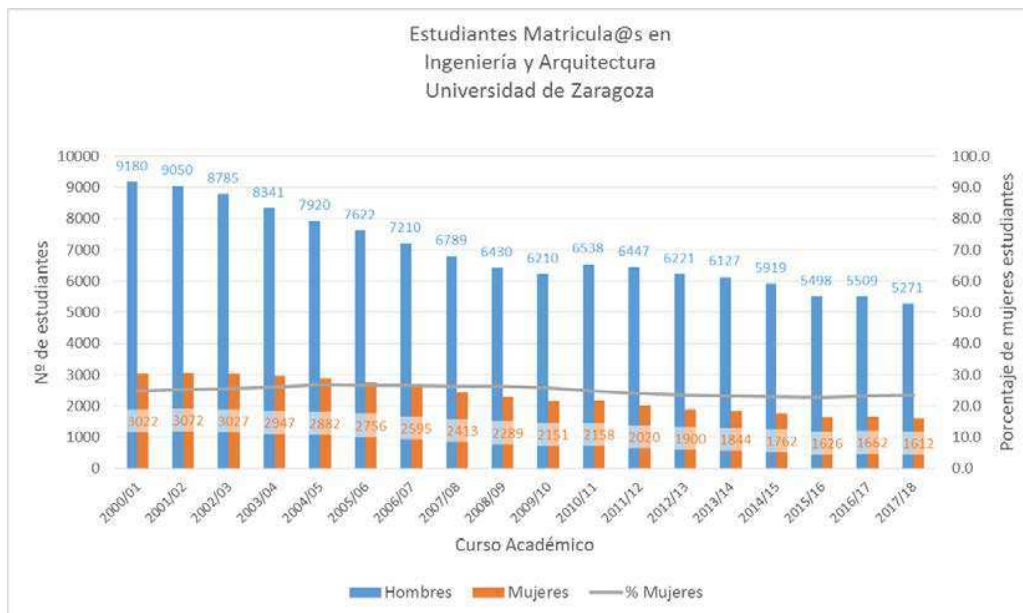


Figura 1: Estudiantes matriculados en los grados de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza.

Ante esta situación, en diciembre de 2015 dicho grupo de profesoras ideó el proyecto “Una ingeniera en cada cole” orientado a niñas de primaria. El objetivo que se planteó fue doble. Primero, acercar la ingeniería a las escuelas, para fomentar los estudios de ingeniería, y segundo, dar a las alumnas referentes y modelos femeninos en dicho ámbito. La idea surge del convencimiento de que conocer el trabajo de las ingenieras y tecnólogas puede acercar a más chicas a estudiar ingeniería y cuanto antes se conozca, más fácil es que les guste. En la siguiente sección se detalla cómo se propuso hacerlo.

## 2 LA IDEA DE “UNA INGENIERA EN CADA COLE”

Con ese doble objetivo de dar a conocer la ingeniería y las mujeres que trabajan en ella, el reto era implicar a ingenieras en el proyecto (ver el logo en la Figura 2). Porque la idea es que fueran las propias ingenieras las que mostraran su trabajo en las escuelas de primaria, en especial a las niñas, de forma práctica y participativa. En cuanto a qué colegios ir, se plantea el que las ingenieras voluntarias vayan al centro con el que tengan algún tipo de contacto personal, para facilitar que los centros respondan de forma positiva al plantearles la actividad: al colegio donde estudiaron, al de su lugar de origen, al de su barrio o al de sus hijas o hijos... La idea de hacer talleres, y no simplemente una

charla, surge del convencimiento de que todo lo que supone un reto puesto en práctica, mejora enormemente la eficacia autopercibida y, por ende, tiene un mayor impacto. De hecho, hay estudios que indican que las niñas se sienten menos competentes que sus compañeros en Matemáticas y Ciencias, y se ha demostrado que los talleres participativos fomentan la percepción de la autoeficacia y mejoran la predisposición a las Ciencias Experimentales del alumnado en general y de las chicas en particular. Para aumentar el impacto y enmarcarlo en el calendario académico, los talleres se plantean para realizarlos entre el 8 de marzo, Día Internacional de la Mujer y el Día Internacional de las Niñas y las TIC, que se celebra cuarto jueves del mes de abril.



Figura 2: Logo de “una ingeniera en cada cole” (creado por Teresa Blanco Bascuas).

Las voluntarias son contactadas por AMIT y cuentan con todo el apoyo de la asociación, pero son ellas mismas las encargadas del contacto con los centros educativos. De igual forma, los talleres los elige cada tecnología en función de su disciplina.

En cuanto a la actividad, que se lleva a cabo en el aula, su estructura es la siguiente:

- se empieza con una pequeña presentación para reflexionar sobre la profesión de la ingeniería y dar ejemplos de mujeres ingenieras (Figura 4); se hace hincapié en el papel transformador de la sociedad de la ingeniería, en su capacidad de resolver problemas y de contribuir al bienestar y avance de la sociedad. Se ponen ejemplos de ingenieras cuyo trabajo ha tenido impacto, como el de Stephanie Kwolek descubridora de la fibra kevlar con la que se fabrican los chalecos antibalas, el de Hedy Lamarr, inventora de la primera versión del espectro ensanchado, sistema precursor de la Wifi o el trabajo de Ángela Ruiz Robles maestra, escritora e inventora de un precursor del libro electrónico (ver Figura 4).
- se presenta el taller que van a realizar. Los talleres se hacen en grupos de 4 ó 5 alumnos para fomentar el trabajo colaborativo. Se aprovecha para reflexionar sobre la importancia de los equipos de trabajo diversos (si un equipo mixto ha funcionado muy bien se destaca este aspecto) a la hora de llegar a soluciones que sean útiles para todos.



Figura 3: Voluntaria en la charla inicial

Los talleres son creativos, colaborativos, de desarrollo, no son talleres con un resultado final cerrado, sino que cada grupo crea sus diseños o propone sus soluciones, fomentando la eficacia auto-percibida del alumnado, llegando a la confirmación de “soy capaz de”. Este fin pedagógico es de especial relevancia para las niñas, ya que los estudios muestran que en parte su desafección por los estudios científico-técnicos tiene su origen en una menor percepción de la autoeficacia respecto a sus compañeros varones. La jornada es lúdica, se hacen fotos y se ruedan videos, se disfruta del trabajo en equipo con materiales y métodos muy diferentes a las tareas habituales en la escuela.

### ¿En qué trabajan?








Fuente: pixabay.com

---

### Hedy Lamarr

(Viena, 9 /XI/1914 – Orlando, 19 /I/2000) Actriz, inventora e ingeniera de telecomunicaciones austriaca. Es conocida como la mujer más hermosa de la historia del cine y también como la inventora de la primera versión del espectro ensanchado, sistema que permitió control remoto de boyas rastreadoras marinas.

El Día del Inventor se celebra el 9 de noviembre en su honor.


Fuente Wikimedia commons



---

### Pero no todas están tan lejos...











Figura 4: Ejemplos de transparencias de la charla inicial.

Los talleres que se organizan son muy variados, dependiendo de la especialidad de la ingeniera y del grupo al que va dirigido, por ejemplo: “Estructuras resistentes con materiales ricos y bonitos”, “Termocortadora de polispán”, “¿Cómo depuramos el agua?”, “Realidad aumentada”...

Uno de los talleres más populares es el taller “¿Cómo almacena las imágenes un ordenador? [5]. En el taller, una imagen se divide en grandes píxeles cuadrados de colores y se codifica línea por línea: se codifica el color del píxel seguido por el número de píxeles consecutivos de ese color (ver Figura 5). El primer paso es la codificación de una imagen de muestra (una diferente en cada grupo) para que construyan la imagen. A continuación, los grupos diseñan y construyen su propia imagen con los píxeles (gomets) y escriben entonces su codificación según el patrón que se les ha enseñado (ver Figura 6). Como esta actividad involucra conceptos

simples de matemáticas, se puede hacer por los niños hasta 6 años de edad adaptando el ritmo de los ejercicios.

¿Cómo pinta el ordenador?



		■	■	■	
					■
		■	■	■	■
■					■
■					■
	■	■	■	■	

0-1, 2-3, 0-1  
 0-4, 1-1  
 0-1, 1-4  
 2-1, 0-3, 1-1  
 1-1, 0-3, 2-1  
 0-1, 1-4

Blanco = 0, Negro = 1, Rojo = 2

Una ingeniera en todos Cole  
 Activity 2. Colour by Numbers—Image Representation www.csunplugged.org

Figura 5: Transparencias de presentación del taller “Cómo almacena las imágenes el ordenador”



Figura 6: Niños y niñas desarrollando el taller “Cómo almacena las imágenes el ordenador”.

Para echar a andar el proyecto se contó inicialmente con una pequeña financiación de la Cátedra sobre Igualdad y Género de la Universidad de Zaragoza y del Instituto de la Mujer, así como con el apoyo del Departamento de Educación del Gobierno de Aragón. Pero, sobre todo, con el entusiasmo de las ingenieras participantes. En su origen se propuso como objetivo llegar a 8 colegios. Actualmente el objetivo marcado es llegar a todos los colegios de Aragón. En el siguiente apartado de detalla cómo ha evolucionado el proyecto para intentar conseguirlo.

### 3 LA EVOLUCIÓN

Ya en la primera edición se implicaron más de 40 ingenieras y tecnólogas, que realizaron talleres en 20 colegios de educación infantil y primaria de todo Aragón. Eso supuso una participación de más de 1000 estudiantes, todo un éxito para las organizadoras. Especial esfuerzo se puso en llegar no solo a colegios de Zaragoza capital, sino de todo Aragón, y en especial de Teruel, donde la despoblación y dispersión de la población es un rasgo consustancial al territorio. En la Figura 2 se muestran los porcentajes de estudiantes participantes según el emplazamiento de su colegio. El evento se difundió en twitter con el hashtag #1ingenierAxcole, Facebook con 1ingenierAxcole y tuvo impacto en los medios de comunicación aragoneses (Figura 7). La actividad también se presentó en actividades de divulgación científica como las jornadas de Divulgación Innovadora 2016. Y está también registrada en el proyecto “Girls in TIC” de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

En la segunda edición, en 2017, se decidió estudiar sobre el terreno los diferentes intereses de niñas y niños ya en las etapas de primaria mediante encuestas al alumnado y al profesorado. Investigamos diferentes estudios internacionales publicados (PISA, ETAM) y elaboramos un cuestionario sencillo para profesores y estudiantes. Con este planteamiento, llegamos entre febrero y mayo de 2017 a unos 15 centros educativos y 500 estudiantes de primaria, de todas las provincias aragonesas. Especial esfuerzo se hizo para llegar al ámbito rural también (ver Figura 8), en especial a las zonas rurales de Huesca y Teruel. Se vuelve trabajar intensamente en su divulgación y así se presenta en “Divulgación para otros públicos 2017”, y en foros especializados internacionales como el ACM womENcourage, celebrado en septiembre de 2017 en Barcelona. En 2017, el proyecto recibe el Premio Tercer Milenio de Divulgación en Aragón concedido por el periódico el Heraldo de Aragón. De los cuestionarios desgraciadamente no se obtuvieron suficientes respuestas para obtener resultados estadísticamente significativos pero se detectaron algunas cuestiones interesantes, como que chicos y chicas piensan por igual que se les dan bien las matemáticas a los 6-8 años, empeorando esta percepción en el caso de las chicas a los 10-12 años. Se ve la necesidad de incidir en el tema de las encuestas en la siguiente edición.



## Experiencias

### ¡Decídetle! Tú también puedes llegar a ser una gran ingeniera

El programa 'Una ingeniera en cada cole' llega a los centros aragoneses de la mano de cinco ingenieras de la Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia



■ Taller con los alumnos del CEIP Gil Tarín de La Muela (Zaragoza).

#### ELOÍSA GAYÁN

■ La iniciativa 'Una ingeniera en cada cole', promovida por la Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas en Aragón, con el apoyo de la DGyT de la Universidad de Zaragoza, está siendo todo un éxito. Quieren fomentar la presencia de las chicas en los estudios de ingeniería, que en la actualidad no llega al 30%, y en las carreras tecnológicas. Y lo van a conseguir.

De momento, ya han impartido sus talleres a escolares de Primaria de 15 colegios aragoneses; es el caso, por ejemplo, de los CEIP Florán Rey y Nertróbiga, de la Almunia, del Gil Tarín de La Muela, de Salesianos Ntra. Sra. del Pilar de Zaragoza o del Joséfa Armar y Bobón; también en la capital, donde cinco ingenieras de la Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia (Eupla): Sagrario, Mónica, Ana, Rosa y Cristina han impartido



■ Los escolares de 1º de Primaria del Colegio Las Viñas de Teruel siguieron con atención las explicaciones de Piedad.

los talleres de scratch - lenguaje de programación visual mediante la creación de juegos -, de estructuras, con elementos tan sencillos como espaguetis o chucherías; de informática, de diseño, programación y de construcción o funcionamiento de impresoras 3D, etc. Los niños - explican - se dan cuenta de lo que son capaces de lograr mientras disfrutamos. Están muy entusiasmadas con su

proyecto y animan a otras ingenieras a participar en esta iniciativa tan lograda para llegar a más colegios de nuestra Comunidad.

En el Colegio Las Viñas de Teruel, Piedad, ingeniera y madre de una de las alumnas, dio a conocer su trabajo a los escolares de 1º de Primaria con los que realizó varios talleres, donde tocaron y manipularon para después concluir y aprender.

Figura 7: Ejemplo de difusión de la actividad en los medios de comunicación.

Así mismo, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Se necesitan más referencias actuales de mujeres en ingeniería.
2. El profesorado de primaria no ha desarrollado competencias en STEM y desconoce el problema de la escasez de mujeres en ingeniería informática.
3. La experiencia es muy positiva para todos los implicados y las familias tienen noticia de la misma, consiguiendo por tanto, el impacto social pretendido para romper estereotipos.

Además se decidió involucrar a mujeres de fuera del ámbito universitario, ya que las mujeres de las dos primeras ediciones fueron mayoritariamente del ámbito académico.

Con todos los resultados obtenidos a través de las encuestas y de la experiencia personal de cada ingeniera, se desarrolló la idea para la siguiente edición 2018, edición que todavía está en marcha a la hora de escribir este artículo. En esta tercera edición se hace especial hincapié en la formación del profesorado: la visita de la ingeniera a cada cole es de una hora por clase, pero llegando al profesorado podemos extender el mensaje y eliminar los sesgos inconscientes. El compromiso con los profesores es otro factor importante: la responsabilidad de la educación en igualdad de oportunidades entre niñas y niños está en sus manos. A veces los profesores, en su mayoría mujeres, tienen dificultades para transmitir la importancia y la aplicabilidad de las matemáticas y física en la vida real y en la mejora de la sociedad. Contar con mujeres modelo puede serles también de ayuda para poder trabajar en igualdad. Y para nosotras, contar con el apoyo de la retroalimentación de los maestros se configura como otro objetivo esencial.

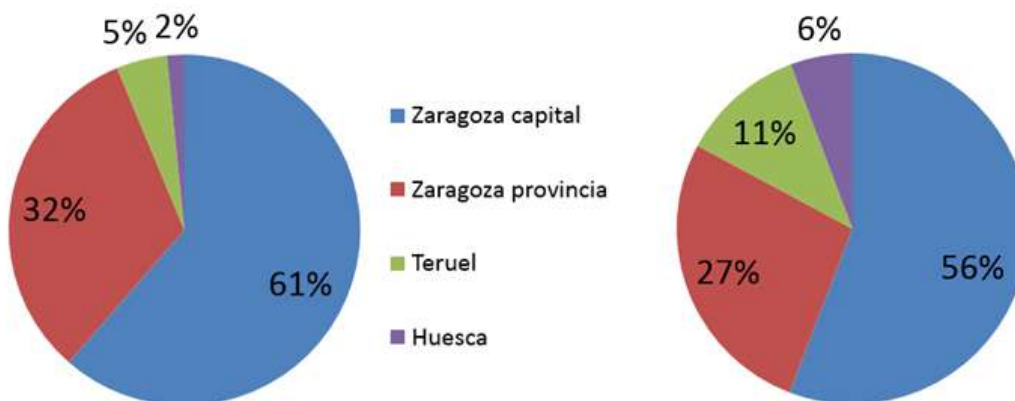


Figura 8: Distribución geográfica del alumnado en las ediciones de 2016 (izqda) y 2017 (dcha).

Pero además, y gracias al apoyo de los colegios profesionales (en particular del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón" y del "Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación de Aragón), se ha producido un salto cualitativo, pudiendo llegar a muchas ingenieras del sector privado para involucrarlas en el proyecto. Eso ha producido cambios en la organización del propio evento. Así:

1) Se han enviado a través de los colegios profesionales cartas para la promoción de la actividad. En dichas cartas, la organización anima a las mujeres afiliadas a que participen en la iniciativa y a asistir a una sesión informativa presencial para obtener más información.

2) Se desarrollado una sesión con el objetivo de apoyo y formación a mujeres interesadas en participar en la tercera edición de la iniciativa. En esa sesión se explican los objetivos de la actividad, ideas y enfoques para contactar a las escuelas primarias, para organizar la sesión con los maestros y los niños y detalles de algunos de los talleres. Además, algunas ingenieras presentan los trabajos que había realizado en ediciones anteriores y lo compartió con los participantes.

3) Se han diseñado y publicado en la Web diversas encuestas con el fin de obtener retroalimentación de las diferentes partes interesadas: maestras, niños y niñas, voluntarias...



**Figura 8: Imágenes de la segunda edición de “Una ingeniera en cada cole”**

De esta forma, en 2018 más de 120 ingenieras están visitando centros de primaria. A través de más de sesenta sesiones, se espera llegar en a más de 3000 estudiantes en una base de asistencia del 50% de niñas.

## 4 CONCLUSIONES

El proyecto “Una ingeniera en cada cole”, surge ante el deseo de revertir la disminución de estudiantes mujeres en las carreras de ingeniería, especialmente en algunas ramas como la Ingeniería Informática. La iniciativa ha ido creciendo gracias a la involucración de ingenieras no solo del mundo académico sino del sector empresarial que son conscientes del problema y viven su carrera profesional en clara minoría. Sus señas de identidad son:

- Son mujeres ingenieras las que se acercan a los colegios a mostrar su trabajo a los niños y niñas.
- Se lleva a cabo una sesión con el profesorado para que entiendan el sentido de la actividad y ayuden a trabajar los objetivos.
- Se muestra a mujeres tecnólogas y sus inventos
- Se hace un taller abierto y participativo que fomente el trabajo en equipo.
- Se encuesta al profesorado y al alumnado.
- Se dialoga con el profesorado para conocer su opinión sobre las materias STEM, la educación de sus alumnos y la actividad desarrollada.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a todas las voluntarias y los colegios que nos han abierto sus puertas.

El proyecto “Una ingeniera en cada cole” ha contado con la financiación del Instituto de la Mujer del Gobierno de Aragón, a través de la Cátedra sobre Igualdad y Género de la Universidad de Zaragoza y del Fondo Social Europeo. Y con el apoyo de AMIT, Universidad de Zaragoza, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, CSIC, Colegios Profesionales de Ingeniería de Aragón y Departamento de Educación del Gobierno de Aragón.

## REFERENCIAS

- [1] Wikinformática. <http://www.wikinformatica.unizar.es>.
- [2] María Villarroya, Sandra Baldassarri, Pilar Molina. 2014. El mundo necesita ingenieras, ¿quieres ser una? Pressas de la Universidad de Zaragoza, España.
- [3] Pilar Molina, Sandra Baldassarri, María Villarroya, Eva Cerezo. Perception and intention in relation to engineering: a gendered study based on a one-day outreach activity. IEEE Transactions on Education, vol 53(1), 61-70 (2010)
- [4] Lin Bian, Sarah-Jane Leslie, and Andrei Cimpian. 2017. Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. Science 355, 6323 (2017), 389–391. DOI:[h.p://dx.doi.org/10.1126/science.aah6524](https://doi.org/10.1126/science.aah6524) arXiv:[h.p://science.sciencemag.org/content/355/6323/389.full.pdf](https://arxiv.org/abs/1705.02547)
- [5] Image representation <https://classic.csunplugged.org/image-representation/>

# Las emociones académicas en las mujeres que aprenden a programar: un factor de alta relevancia en el sector software

Beatriz Grass  
Universidad de San Buenaventura  
Colombia  
beagrass@usbcali.edu.co

Mayela Coto  
Universidad Nacional de Costa Rica  
Costa Rica  
mayela.coto.chotto@una.cr

Cesar Collazos  
Universidad del Cauca  
Colombia  
ccollazo@unicauca.edu.co

Patricia Paderewski  
Universidad de Granada  
España  
patricia@ugr.es

## ABSTRACT

A las emociones en el contexto de la educación se las han denominado, por un grupo representativo de autores, emociones académicas, las cuales han sido estudiadas desde diferentes ámbitos, teniendo en cuenta la repercusión de las mismas en el proceso de aprendizaje. En este artículo se propone una reflexión que parte de una revisión sistemática llevada a cabo sobre los temas relacionados con las emociones académicas que más prevalecen en los estudiantes cuando toman cursos iniciales o introductorios de programación. Consideramos importante la identificación de estas emociones académicas con el fin de generar mayores probabilidades de disminuir los índices de deserción en las mujeres que deciden formarse en las áreas relacionadas con la computación y la ingeniería de software.

## CCS CONCEPTS

- **Emociones Académicas** → En contextos de la enseñanza de la programación
- **Género** → Mujeres en Ingeniería

## KEYWORDS

Emociones académicas, motivación, enseñanza de la programación, mujeres en ingeniería

## 1 INTRODUCCIÓN

El impacto de las emociones en los procesos académicos trasciende hasta el punto de afirmarse que las emociones desencadenan la motivación necesaria para que se lleve a cabo el proceso de aprendizaje, cualquiera que sea el tema que se vaya a aprender [1]. Las emociones se constituyen, entonces, como un factor que propicia la motivación para el aprendizaje [2]. Un estudiante

motivado, no tendrá razones para abandonar su proceso de formación [3].

En el ámbito educativo, los gobiernos de todos los países, inclusive el Gobierno colombiano desde hace algunos años, se preocupan por los índices de deserción académica. La situación es más crítica de lo normal en profesiones del área de conocimiento de las ingenierías [4], sin que la computación y carreras afines con el desarrollo de software se comporten de manera muy diferente [5]. Esto ha impactado directamente en la industria de software, ratificando que cada día se hace más grande la brecha entre la oferta y la demanda porque no le brindamos al mercado la cantidad suficiente de ingenieros que puedan desarrollar software en el mundo [6].

La deserción académica tiene una relación directa con la falta de motivación y los procesos frustrados o interrumpidos de aprendizaje en el periodo de formación de los estudiantes que buscan convertirse en profesionales [7]. La falta de motivación genera que los estudiantes consideren la posibilidad de abandonar su carrera [8], que se desmotiven y que busquen otras opciones profesionales que les proporcionen mayor motivación a lo largo de su carrera académica [4] [9].

Adicionalmente, la baja participación de las mujeres en profesiones relacionadas con el sector software, cuando ellas ya han tomado la decisión de emprender su formación en estas áreas, es debido, principalmente, a la alta deserción de las mismas [10]. Esto ocurre por la falta de motivación en el aprendizaje de sus cursos y en la apropiación de conocimientos de alta relevancia, como los de la programación. Esto se ha identificado en un número importante de investigaciones [11]–[15].

El presente artículo se ha organizado de la siguiente manera: en la sección 2, se presenta de manera detallada la importancia de la programación en la formación como ingenieros. En la sección 3, nos centramos en la literatura relacionada con las emociones académicas, así como en las investigaciones encontradas sobre la



evaluación de emociones académicas en los cursos de programación en diferentes universidades del mundo. En la sección 4, se exponen las conclusiones y el trabajo futuro. Finalmente, se presentan las referencias bibliográficas consultadas.

## 2 EL PAPEL DE LA MUJER EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE

El desarrollo de software se constituye a nivel mundial en un renglón importante de las economías de los países. Los países en los que el sector concentró sus exportaciones en 2016 fueron: Estados Unidos (26 por ciento), Ecuador (12 por ciento), España (12 por ciento), México (9 por ciento), Chile (4 por ciento), Perú (4 por ciento) y demás países (20 por ciento) [16].

Colombia no es la excepción, ya que tiene un comportamiento similar. Los ingresos captados superaron los 9,6 billones de pesos en el 2015. Además, las ventas aumentaron 3,69 veces entre el 2010 y el 2015. Las cifras demuestran que la industria de software en Colombia está creciendo a pasos acelerados [17] y, por tanto, comienza a constituirse como un sector al que se le debe dar mayor relevancia [16].

Sin embargo, a pesar de estos datos tan optimistas, los jóvenes no deciden formarse como ingenieros, tampoco en las áreas de desarrollo de software. Esta cifra es aún más penosa cuando se evalúa la participación de las mujeres en la industria de software. Aun así, se han identificado áreas de protagonismo de las mujeres ingenieras, descubriendo que las mujeres tienen un papel primordial en el sector en áreas como calidad de software, pruebas, gestión, gerencia de proyectos de TI, análisis, ingeniería de requisitos, entre otros [16]. Cuando se identifican las razones por las que los estudiantes deciden no estudiar estas profesiones, éstos argumentan que es debido a las dificultades inherentes en los cursos de matemáticas y de programación [2]. De la misma manera, indagadas a partir de grupos focales [18] con instrumentos semiestructurados, las estudiantes exponen que sus dificultades principalmente las tienen en los cursos de programación iniciales.

Los cursos de programación generan un abanico de emociones académicas en todos los niveles [19]. Históricamente son cursos que generan altos niveles de deserción y de pérdida. Al revisar la literatura existente relacionada con las emociones académicas, las cuales han sido el centro de numerosas investigaciones, se ha indagado en aspectos tales como: en qué temas se determinan las mayores dificultades, los lenguajes de programación que causan mayores preocupaciones, las estrategias para enseñar a programar y los mecanismos para aprender sobre programación [20]. Adicionalmente, se ha identificado la motivación, como un factor decisivo para que un estudiante aprenda. Si un estudiante está motivado, aprenderá [21]. Esta premisa es aplicable para contextos de aprendizaje de la programación; es decir, si un estudiante está motivado, aprenderá a programar [22].

Teniendo en cuenta que los cursos de programación generan altos índices de pérdida, se hace necesario buscar alternativas para la enseñanza de estos cursos [9]. La colaboración se constituye una estrategia alternativa para la enseñanza de la programación. El aprendizaje colaborativo es una teoría educativa que involucra a dos o más personas que trabajan juntas para aprender algo. Es una

teoría que surgió hace varios años y que vuelve a cobrar vigencia desde la aparición de los modelos educativos en línea y con el hecho de que los estudiantes actuales son nativos digitales. Se basa en la idea general de que las personas pueden aprender más unos de otros mediante el intercambio de experiencias y de conocimientos y la interacción social. Muchos autores, que defienden esta teoría, argumentan que el intercambio de forma activa, el debate y la negociación de ideas entre pares, aumenta el interés en el aprendizaje [23].

Los elementos relevantes de colaboración han sido evaluados como positivos para ser incorporados en estrategias de enseñanza, teniendo en cuenta que prácticas y actividades colaborativas generan confianza en los miembros de los grupos y propenden por la motivación. Situación similar causa la incorporación de elementos de juego y/o gamificación, los cuales se han probado y se ha demostrado que mejoran la motivación cuando se usan y aplican en ambientes educativos [24].

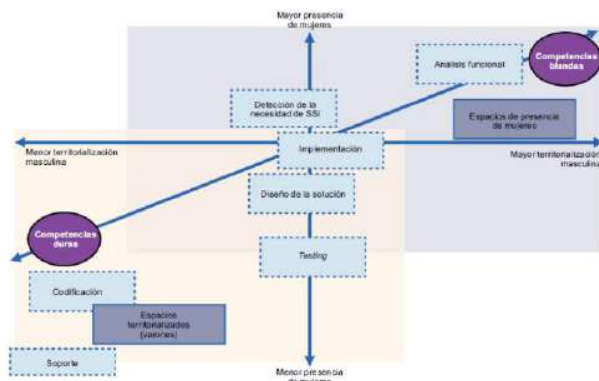
De manera global, se identifica una problemática relacionada con la participación de las mujeres en la industria de software, lo cual se constituye en una preocupación de orden mundial. Las cifras de participación de mujeres ingenieras en la industria de software es alarmante, en algunos países con cifras más bajas que otros pero en general, se hace evidente ya que existen múltiples esfuerzos gubernamentales y de las grandes empresas de software en el mundo orientado a propiciar la participación de mujeres en estas organizaciones [25], [26], [27].

En estudios llevados a cabo por organizaciones tales como Naciones Unidas (2015), denominado “La industria de Software y los servicios informáticos: un sector de oportunidad para la autonomía económica de las mujeres latinoamericanas [16]”, y por McKinsey Global Institute (2015), denominado “The power of parity: How advancing women’s equality can add \$12 trillion to global growth [28]”, se hace evidente la necesidad de una participación más igualitaria de ambos géneros con el fin de garantizar el crecimiento económico de los países, haciendo énfasis en las habilidades propias de las mujeres que son requeridas para mejorar las economías de los países.

En el primer estudio, además, se identifican los roles de mayor y mejor desempeño por parte de las mujeres que, por su baja participación en la industria de software, son asumidos con menor eficiencia, generando re-procesos que incrementan los costos en el desarrollo de software [16]. En la figura 1 se evidencia que la mayor presencia de las mujeres se identifica en roles tales como análisis funcional, detección de necesidades del sector software, implementación y diseño de soluciones (competencias blandas) e interacción con otras personas, tales como clientes, equipos de desarrollo, entre otros; mientras que los hombres se concentran en mayor cantidad en los roles de codificación y soporte, entre otras (competencias duras).

Como parte del análisis de la problemática detectada relacionada con la baja participación de las mujeres en la industria de software, se identifica que cuando los estudiantes se están formando como ingenieros, los cursos que mayor deserción causan, son los cursos de programación [9]. Se identifica que la mayor de las causas de la deserción de las mujeres, se da en los cursos de

programación, por encima incluso de los cursos de matemáticas, enfocándose en el aprendizaje de los primeros cursos de la programación [29]. En los grupos focales realizados con las mujeres de cinco universidades de Cali, ellas manifiestan que al lograr superar los primeros niveles de programación, hay mayores probabilidades de que culminen su proceso de formación [18].



**Figura 1. Territorialización de género en la industria de software en Latinoamérica.** Fuente: La industria de software y los servicios informáticos: Un sector de oportunidad para la autonomía económica de las mujeres latinoamericanas (2013) [16].

### 3 EMOCIONES ACADÉMICAS Y SU RELACIÓN CON EL GÉNERO

Las emociones son incorporadas en el campo de la computación a partir del concepto de computación afectiva, el cual fue introducido por Rosalind Picard, del MIT, en el año 1995. Picard definió la computación afectiva como el estudio y desarrollo de sistemas y dispositivos que pueden reconocer, interpretar, procesar y estimular las emociones humanas. Es un campo interdisciplinario que abarca la ciencia, la psicología y la ciencia cognitiva de la computación. Los orígenes de este campo se pueden remontar al estudio filosófico de la emoción (“afecto” es, básicamente, un sinónimo de “emoción”) [30].

#### 3.1 Definición de emoción y emoción académica

En el siglo XXI, las emociones se convierten nuevamente en un tema de interés, que es abordado desde diferentes disciplinas [9]. El área de conocimiento de la computación reconoce las emociones como un tema de interés para contribuir desde esta disciplina a la evaluación de las emociones, a medirlas o no en tiempo real y a construir software que permita la toma de decisiones en relación a las emociones que se identifican en circunstancias puntuales. En general, el aporte al campo de la educación es amplio.

En la literatura analizada se identifican elementos y mecanismos que permiten la medición de las emociones, que pueden ser tenidos en cuenta para la presente investigación. Estos mecanismos pueden

consistir en el uso de herramientas tecnológicas, que involucran dispositivos hardware, como por ejemplo el Subtle Stone [32], un dispositivo hardware que cuando entra en contacto con los estudiantes (toman el dispositivo con las manos) les proporciona una información a través de unos colores que se configuran de forma personalizada para cada estudiante y que permite al profesor, de manera visual, identificar las emociones que cada estudiante experimenta en tiempo real durante el tiempo de la evaluación de las emociones percibidas por dichos estudiantes [31].

Otros mecanismos se basan en el uso de tests de percepción de emociones [31], como el propuesto en [32] que evalúa las emociones, la motivación y el logro de los estudiantes a través de test estructurados que fueron aplicados a 5800 estudiantes de programas de pregrado. Estos pueden proporcionar información en tiempo real a los profesores, con el fin de permitir la toma de decisiones, orientadas a promover la motivación en el aprendizaje de la programación. Pero existe otro grupo de herramientas para la medición de las emociones, que se basa en la aplicación de instrumentos para identificar las emociones que surgen en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. En [33] se presenta una investigación de evaluación de emociones muy positivas mientras se aprende a programar con el apoyo de la herramienta ARDUINO e una interfaz para que el estudiante interactúe y retroalimente la emoción experimentada. En [34] se evalúan las emociones a través de un cuestionario de emoción del logro en matemáticas en estudiantes universitarios.

En diversas investigaciones [3], [35] se afirma que los estudiantes experimentan una rica diversidad de emociones por el hecho de encontrarse en entornos académicos. El aprendizaje y los logros académicos se encuentran entre los temas más importantes en la vida actual de nuestra sociedad, especialmente en lo que se refiere a las profesiones, las relaciones sociales y la asignación de muchos tipos de recursos, que en gran medida no dependen de los logros individuales [36]. Esto implica que el aprendizaje y el logro son fuentes singulares e importantes de emociones humanas hoy en día, instigando una variedad de emociones auto-referenciadas, relacionadas con las tareas y emociones sociales [37]. Además, a juzgar por las funciones generales de las emociones para las personas, puede asumirse que las emociones influyen en los procesos cognitivos [38] y en el rendimiento de los estudiantes, así como en su psico-lógica, incluso las investigaciones sustentan que las emociones académicas se relacionan de manera significativa con las variables de aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes [36].

Por tanto, para mantener un estudiante motivado, se debe hacer alusión a las emociones y, para ello, si nos centramos en contextos educativos, tendremos en cuenta las investigaciones que estudian las emociones académicas. Una emoción académica es aquella relacionada directamente con las actividades de logro o los resultados del logro de los estudiantes o aprendices [39]. Se identifican 17 artículos relacionados con las emociones en el aprendizaje de la programación, fruto de varias revisiones y aplicando criterios de inclusión o exclusión para tener en cuenta

sólo aquellos que estuvieran relacionados con las emociones en el aprendizaje de la programación.

Se retoma el concepto de emoción, el propuesto por Scherer, (1984), donde se ven las emociones como conjuntos de procesos psicológicos interrelacionados [36]. En la totalidad de las investigaciones analizadas se identifican, además de las categorías de las emociones positivas o negativas, un adjetivo que aumenta el espectro en relación a la clasificación en cuatro grupos con el fin de dar un mayor nivel de detalle, así tenemos:

- Emociones positivas activadoras (disfrute, la esperanza de éxito o el orgullo);
- Emociones positivas que desactivan (alivio, relajación después del éxito, satisfacción);
- Emociones activadoras negativas (tales como ira, ansiedad y vergüenza); y
- Emociones desactivadoras negativas (aburrimiento, desesperanza) [31].

Estas emociones académicas que se identifican en la mayoría de las publicaciones analizadas, son flow, compromiso, ansiedad, aburrimiento y frustración (las dos primeras identificadas como positivas en el proceso de aprendizaje y las tres últimas, identificadas como emociones negativas). En algunos textos analizados con mayor detalle alguna de las emociones mencionadas. Así por ejemplo en [40] se nombra el aburrimiento, como elemento relevante para el logro del aprendizaje, En [41], se identifica la frustración, como una emoción que complejiza las dinámicas del aprendizaje.

Las emociones académicas que se identifican en una cantidad significativa (14) de artículos relacionados con las emociones en ámbitos de educación se proponen en la siguiente tabla (tabla 1). Esta clasificación se hace sin distinción de género, es decir, en las investigaciones se podría asumir que cualquier estudiante, hombre o mujer, experimenta las mismas emociones académicas [42]. Seguramente por las particularidades de cada ser humano, la combinación de emociones académicas en un lapso de tiempo en que están aprendiendo conceptos relacionados con la programación, será diferente por cada estudiante, con algunas tendencias y elementos comunes [43].

**Tabla 1. El dominio de las emociones académicas**

	Positivas	Negativas
Procesos relacionados con tareas	Disfrute Alegria anticipada Esperanza Alegria por el éxito Satisfacción Alivio Flow  Gratitud	Aburrimiento Desesperanza Ansiedad Tristeza Decepción Vergüenza y culpa Ira  Ira

Social	Empatía Admiración Simpatía y amor	Celos y envidia Desprecio Antipatía y odio
--------	--	--

Fuente de clasificación: [36]

### 3.2 Emociones y género

Se considera un tema de gran relevancia un estudio que permita investigar si las estudiantes de género femenino experimentan las mismas emociones académicas que los estudiantes de género masculino, cuáles de esas emociones experimentan con mayor y con menor frecuencia y si hay algunas combinaciones de emociones que experimenten más que otras. Lo importante es identificar qué hacer con las emociones negativas, de tal manera que puedan minimizarse o ser usadas para mejorar la motivación y, posteriormente, el aprendizaje de las estudiantes, específicamente en los cursos de programación [44].

La ansiedad es una de las emociones académicas, que sin distinción de género y que, de manera reiterada, aparece en los momentos del aprendizaje de la programación, con intervalos de representación entre el 15% y el 25% de los análisis realizados [36]. Esta emoción se clasifica como negativa, aunque en un número importante de situaciones puede propiciar otras emociones positivas que desencadenan el aprendizaje; otras emociones que afectan de manera negativa el aprendizaje son la frustración o el aburrimiento [38], [45]–[47]. Las emociones académicas son estudiadas en momentos posteriores a la instrucción del profesor, además de la identificación de esas emociones en momentos de pruebas académicas, que implican una evaluación cualitativa o cuantitativa [33], [40], [48].

Las emociones que aparecen de manera repetitiva en todos los artículos analizados son con mayor frecuencia: el disfrute del aprendizaje, la esperanza, el orgullo y el alivio, así como la ira, el aburrimiento, la frustración y la vergüenza[3].

Al indagar con las mujeres la presencia de estas emociones, se identifican las mismas emociones nombradas, apareciendo en momentos diferentes de su proceso de aprendizaje. Con algunas emociones como la frustración y el aburrimiento en momentos propios de su aprendizaje [20].

Como parte de una investigación preliminar, se realizó una experiencia con grupos focales constituidos con estudiantes de género femenino de cinco universidades de la región suroccidente de Colombia. Esta experiencia tenía como objetivo conocer las razones por las cuales las estudiantes deciden formarse como ingenieras e identificar las dificultades y oportunidades en su proceso de formación. Como resultado se consiguió identificar fuertes dificultades relacionadas con su proceso de formación, al sentirse inseguras y en desventaja frente a los hombres en algunos cursos, específicamente en cursos que requieren habilidades fuertes de programación [18]. Así mismo, se pudo comprobar que, al poner en marcha actividades y prácticas académicas con elementos de colaboración, se elevaba el compromiso de las estudiantes y se mejoraba su aprendizaje. La implementación de los grupos focales con las estudiantes, permitió identificar que es fácil la comunicación con ellas cuando, quien ha orientado el ejercicio, ha sido también una mujer ingeniera [18].

## 4 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este artículo se ha identificado un número importante de publicaciones relacionadas con las emociones académicas, en las cuales puede identificarse principalmente cinco emociones académicas que pueden ser tenidas en cuenta: flow, compromiso, ansiedad, aburrimiento y frustración (las dos primeras identificadas como positivas en el proceso de aprendizaje y las tres últimas, identificadas como emociones negativas). Estas emociones tienen una relación importante entre ellas, esto es, ciertas emociones negativas posteriormente desencadenan algunas positivas, propiciando, entonces, episodios de aprendizaje en los estudiantes. Esta relación depende del contexto, siendo nuestro contexto los cursos de programación. Así mismo, algunas investigaciones han establecido que hay emociones que dependen del control que se tiene sobre la actividad a realizar, tales como el orgullo, la vergüenza, la gratitud y la ira, como en [39]. Se puede entender que las emociones académicas existen y es posible evidenciarlas en los procesos de aprendizaje.

En las primeras exploraciones se comprobó que existen diferentes mecanismos para la evaluación de las emociones en el contexto del aprendizaje de la programación. Uno de estos mecanismos son los tests que se aplican durante la instrucción de un tema por parte del docente, y su posterior evaluación al poner en marcha el desarrollo de programas en una herramienta determinada. Otro mecanismo consiste en utilizar instrumentos hardware que en tiempo real proporcionen al profesor información relacionada con las emociones que experimenta cada estudiante que usa el dispositivo en tiempo real (subtle Stone). Hay diversidad de estos mecanismos de medición de las emociones. Se podría escoger el mecanismo (prueba, dispositivo hardware, software) en la medida que se decida por una medición que invada la privacidad del evaluado, o si por el contrario, se decide por una evaluación más consensuada, pero quizás también menos objetiva.

No se encontraron artículos relacionados con las emociones particulares de estudiantes de género femenino, todos se refieren en términos generales, sin distinción de género. Se han identificado estudios de emociones surgidas en el momento de los ejercicios de programación, pero NO con distinción de género que permitan concluir respecto a las diferencias o semejanzas entre ambos. No se ha realizado análisis, involucrando esta variable.

Por tanto, resulta interesante proponer un análisis en relación a las diferencias que pueden identificarse en las emociones académicas entre hombres y mujeres, teniendo en cuenta que son importantes para que el aprendizaje se lleve a cabo. Así mismo, los mecanismos de evaluación de emociones deben tener en cuenta el género, ya que hombres y mujeres se expresan y se comunican de manera diferente y, podrían percibir sus emociones también de forma distinta. El objetivo de este análisis es poder diseñar unos mecanismos que nos ayuden a motivar adecuadamente, y bajo una perspectiva de género, a los estudiantes dentro de la materia de programación.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realiza en el marco de un proyecto de investigación doctoral en la Universidad del Cauca en Colombia, con apoyo de las Universidades Nacional de Costa Rica, Universidad de Granada de España y Universidad de San Buenaventura Cali en Colombia.

## REFERENCIAS

- [1] E. Astrolabio, "EMOCIONES ACADÉMICAS : ¿ EL ES LABÓN PERDIDO DEL PLAN DE ESTUDIOS ?," pp. 94–107.
- [2] A. Fisher, J. Margolis, and F. Miller, "Undergraduate Women in Computer Science : Experience , Motivation and Culture," *ACM SIGCSE Bull. Vol 29 No 1*, vol. 29, 1997.
- [3] E. A. Linnenbrink, "Emotion research in education: Theoretical and methodological perspectives on the integration of affect, motivation, and cognition," *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 18, no. 4, pp. 307–314, 2006.
- [4] G. Marin *et al.*, "Are women becoming extinct in the Computer Science and Informatics Program?," *Clei Electron. J. Col. 11 No 2*, vol. 11, pp. 1–11, 2008.
- [5] D. Davies, D. Jindal-Snape, C. Collier, R. Digby, P. Hay, and A. Howe, "Creative learning environments in education-A systematic literature review," *Think. Ski. Creat.*, vol. 8, no. 1, pp. 80–91, 2013.
- [6] J. Won and M. Kang, "Computers & Education The role of academic emotions in the relationship between perceived academic control and self-regulated learning in online learning," *Comput. Educ.*, vol. 77, pp. 125–133, 2014.
- [7] N. Bosch, S. D. Mello, and C. Mills, "What Emotions Do Novices Experience during Their First Computer Programming Learning Session?," *Proc. AIED 2013 Artif. Intell. Educ.*, vol. 7926, pp. 11–20, 2013.
- [8] R. Pekrun, T. Goetz, W. Titz, and R. P. Perry, "Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research," *Educ. Psychol.*, vol. 37, no. 2, pp. 91–105, 2002.
- [9] J. Chetty and D. Van der Westhuizen, "' I hate programming ' and Other Oscillating Emotions Experienced by Novice Students Learning Computer Programming," *EdMedia World Conf. Educ. Media Technol.*, no. JUNE, pp. 1889–1894, 2013.
- [10] A. Mann and T. A. DiPrete, "Trends in gender segregation in the choice of science and engineering majors," *Soc. Sci. Res.*, vol. 42, no. 6, 2013.
- [11] D. M. C. Lee, M. M. T. Rodrigo, R. S. J. D. Baker, J. O. Sugay, and A. Coronel, "Exploring the relationship between novice programmer confusion and achievement," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 6974 LNCS, no. PART 1, pp. 175–184, 2011.
- [12] C. Edmondson, "Real Women Don ' t Write Programs," *ACM SIGCSE Bull. 40 No 2*, vol. 40, no. 2, pp. 112–114, 2008.
- [13] P. Byrne and G. Lyons, "The Effect of Student Attributes on Success in Programming," *ACM SIGCSE Bull. 33 No 3*, vol. 33, pp. 49–52, 2001.
- [14] E. Lahtinen, K. Ala-Mutka, and H.-M. Järvinen, "A study of the difficulties of novice programmers," *ACM SIGCSE Bull.*, vol. 37, no. 3, p. 14, Sep. 2005.
- [15] J. B. Raley, *Factors Affecting the Programming Performance of Computer Science Students* by. 1996.
- [16] T. Pérez-Bustos and S. Marquez Gutiérrez, "La industria del software y los servicios informáticos (SSI): un sector de oportunidad para el empoderamiento económico de las mujeres latinoamericanas. Capítulo Colombia – Informe de sistematización," p. 42, 2013.
- [17] P. El Tiempo, "Preocupante déficit de ingenieros en Colombia," p. <http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/educacion/p>, 2015.
- [18] B. E. G. Ramírez, C. A. Collazos, and C. S. González, "Gender differences in computing programs: Colombian case study," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 4–6, 2016.
- [19] C. Martin, J. Hughes, and J. Richards, "Learning Experiences in Programming: The Motivating Effect of a Physical Interface," vol. 2002, 2017.
- [20] L. Murphy, S. Westbrook, B. Richards, B. B. Morrison, and T. Fossum, "Women Catch Up : Gender Differences in Learning Programming Concepts," *ACM SIGCSE Bull. Vol 38 No 1*, vol. 38, pp. 17–21, 2006.
- [21] J. M. Cohoon, "Recruiting and Retaining Women in Undergraduate Computing Majors," *ACM SIGCSE Bull. Vol 34 No 2*, vol. 34, pp. 48–52, 2002.

- [22] L. D. Thompson, C. Eney, R. Davis, T. Grady, C. Eney, and R. Davis, "Recruit and Retain Women in Undergraduate Computing: Success Stories using Research-Based Practices," in *45th ACM technical symposium on Computer Science education*, 2014, pp. 2010–2011.
- [23] M. A. Moreira, "¿Por qué conceptos? ¿Por qué aprendizaje significativo? ¿Por qué actividades colaborativas? ¿Por qué mapas conceptuales?," *Curriculum Rev. teoría, Investig. y práctica Educ.*, no. 23, pp. 9–23, 2010.
- [24] C. S. González González and F. Blanco Izquierdo, "Emociones con videojuegos: incrementando la emoción para el aprendizaje," *Educ. Knowl. Soc.*, vol. 9, no. 3, pp. 69–92, 2008.
- [25] B. Berry and A. Daughtrey, "Collaboration: Closing the Effective Teaching Gap," *Cent. Teach. Qual.*, no. December, pp. 1–10, 2009.
- [26] R. Ivanova-stenzel, "Gender Differences in Team Work and Team Competition," *Psychology*, pp. 1–22, 2014.
- [27] J. Collazos, César; Guerrero, Luis A.; Llana, Mónica; Oetzel, "El rol del género dentro del proceso de aprendizaje colaborativo," *Int. Conf. Nanotechnol. Environ. Eng.*, 2016.
- [28] J. Woetzel *et al.*, "The Power of Parity: How Advancing Women's Equality Can Add \$12 Trillion to Global Growth," *McKinsey Glob. Inst. Insights Publ.*, no. September, 2015.
- [29] A. Vitores and A. Gil-Juárez, "The trouble with 'women in computing': A critical examination of the deployment of research on the gender gap in computer science," *J. Gend. Stud.*, pp. 1–15, 2015.
- [30] A. Banafa, "¿Qué es la computación afectiva?," 2016. [Online]. Available: <https://www.bbvaopenmind.com/que-es-la-computacion-afectiva/>.
- [31] J. Good, J. Rimmer, E. Harris, and M. Balaam, "Self-Reporting Emotional Experiences in Computing Lab Sessions: An Emotional Regulation Perspective," *Proc. 23rd Annual Psychology Programming Interest Group Conference*, no. December 2014, 2011.
- [32] C. Mega, L. Ronconi, and R. De Beni, "What makes a good student? How emotions, self-regulated learning, and motivation contribute to academic Achievement," *J. Educ. Psychol.*, vol. 106, no. 1, 2014.
- [33] C. Martin, J. Hughes, and J. Richards, "Learning Experiences in Programming: The Motivating Effect of a Physical Interface," vol. 1, no. Csedu, pp. 162–172, 2017.
- [34] C. M. Kim and C. B. Hodges, "Effects of an emotion control treatment on academic emotions, motivation and achievement in an online mathematics course," *Instr. Sci.*, vol. 40, no. 1, pp. 173–192, 2012.
- [35] S. Rosas, "The Achievement Emotions Questionnaire-Argentine (AEQ-AR): internal and external validity, reliability, gender differences and norm-referenced interpretation of test scores Development and adaptation of instruments to measure test anxiety has been con," *Revista Evaluar Vol 15 No 1*, vol. 15, pp. 41–74, 2015.
- [36] R. Pekrun, T. Goetz, W. Titz, and R. P. Perry, "Academic Emotions in Students' Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research," *Educ. Psychol.*, vol. 37, no. 2, pp. 91–105, 2002.
- [37] K. R. Scherer, A. B. Summerfield, and H. G. Wallbott, "Cross-national research on antecedents and components of emotion: A progress report," *Soc. Sci. Inf.*, 1983.
- [38] L. Linnenbrink-Garcia and R. Pekrun, "Students' emotions and academic engagement: Introduction to the special issue," *Contemp. Educ. Psychol.*, vol. 36, no. 1, pp. 1–3, 2011.
- [39] R. Pekrun, T. Goetz, A. C. Frenzel, P. Barchfeld, and R. P. Perry, "Measuring emotions in students' learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ)," *Contemp. Educ. Psychol.*, vol. 36, no. 1, pp. 36–48, 2011.
- [40] R. Pekrun, N. C. Hall, T. Goetz, and R. P. Perry, "Boredom and academic achievement: Testing a model of reciprocal causation," *J. Educ. Psychol.*, vol. 106, no. 3, pp. 696–710, 2014.
- [41] S. D'Mello and A. Graesser, "Dynamics of Affective States during Complex Learning," *Learn. Instr.*, vol. 22, no. 2, pp. 145–157, 2012.
- [42] N. Robins, A., Rountree, J. and Rountree, "Learning and Teaching Programming: A Review and Discussion," *Comput. Sci. Educ.*, vol. 13, no. 2, pp. 137–172, 2003.
- [43] L. M. Daniels, T. L. Haynes, R. H. Stupnisky, R. P. Perry, N. E. Newall, and R. Pekrun, "Individual differences in achievement goals: A longitudinal study of cognitive, emotional, and achievement outcomes," *Contemp. Educ. Psychol.*, vol. 33, no. 4, pp. 584–608, 2008.
- [44] B. C. Wilson, "A Study of Factors Promoting Success in Computer Science Including Gender Differences," *Comput. Sci. Educ.*, vol. 12, no. 1–2, pp. 141–164, 2010.
- [45] J. W. You and M. Kang, "The role of academic emotions in the relationship between perceived academic control and self-regulated learning in online learning," *Comput. Educ.*, vol. 77, pp. 125–133, 2014.
- [46] F. Peixoto, L. Mata, V. Monteiro, C. Sanches, and R. Pekrun, "The Achievement Emotions Questionnaire: Validation for Pre-Adolescent Students," *Eur. J. Dev. Psychol.*, vol. 12, no. 4, 2015.
- [47] N. Bosch, S. D'Mello, and C. Mills, "What Emotions Do Novices Experience during Their First Computer Programming Learning Session?," in *Artificial Intelligence in Education: 16th International Conference, AIED 2013, Memphis, TN, USA, July 9-13, 2013. Proceedings*, H. C. Lane, K. Yacef, J. Mostow, and P. Pavlik, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp. 11–20.
- [48] S. D'Mello and A. Graesser, "Dynamics of affective states during complex learning," *Learn. Instr.*, vol. 22, no. 2, pp. 145–157, 2012.

# Algunas reflexiones sobre género en el desarrollo y uso de videojuegos\*

Nuria Medina-Medina  
Universidad de Granada  
España  
nmedina@ugr.es

P. Paderewski  
Universidad de Granada  
España  
patricia@ugr.es

Eva Cerezo  
Universidad de Zaragoza  
España  
ecerezo@unizar.es

Belén Cebrian  
Universidad de Zaragoza  
España  
646466@unizar.es

F. Gutiérrez-Vela  
Universidad de Granada  
España  
fgutierr@ugr.es

## ABSTRACT

El mercado del videojuego es uno de los más exitosos dentro de la industria del entretenimiento. Y, cada vez más, esta tecnología integra aspectos complementarios a la diversión, como puede ser la educación en conocimientos y valores o la socialización. En este artículo se revisa el modelo femenino en comparación con el masculino, desde una doble perspectiva de desarrollo y uso, y con un enfoque experimental. Para ello se ha realizado un sencillo estudio de género a partir de la experiencia de desarrollo de dos videojuegos educativos y de la evaluación de uno de ellos con una muestra de 237 niños y niñas de la edad objetivo.

## CCS CONCEPTS

• **Applied computing** → **Education** → **Interactive learning environments**

## KEYWORDS

Videojuegos, Juegos serios, Género

## 1 INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) han supuesto un cambio de paradigma a la hora de interaccionar en nuestro día a día para cubrir necesidades y satisfacer deseos. Estos medios informáticos, en continua evolución, se integran plenamente dentro de nuestros procesos educativos, nuestra actividad profesional, nuestros espacios de diversión y nuestra vida social. En principio, el carácter neutro de la tecnología no ofrece ninguna resistencia para conseguir la igualdad de género durante su uso. Es decir, no hay razón tecnológica para concebir que hombres y mujeres reciban de las TICs distintos beneficios. Dicho de otro modo, la tecnología en sí misma no hace distinción en función del sexo.

Sin embargo, en línea con la histórica brecha de género que existe en la Ciencia y la Tecnología [1], un reciente informe de la UNESCO pone de relieve las desigualdades de género que existen en la enseñanza de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las

matemáticas (STEM): el número de niñas escolarizadas en estas disciplinas es limitado, parecen perder interés en el ámbito de las materias a medida que crecen y la cantidad de mujeres que siguen abandonando las disciplinas vinculadas a las STEM es desproporcionada [2]. Asimismo, otros estudios apuntan la desigualdad de género y el sexismo que podemos encontrar en las redes sociales que facilitan actualmente un sustancial porcentaje de nuestras interacciones con otras personas. Por ejemplo, un amplio informe elaborado por el Gobierno del País Vasco [3] concluye afirmando que chicos y chicas hacen un uso distinto de las redes sociales y que las actitudes sexistas e incluso la violencia machista están presentes en las relaciones virtuales de nuestra juventud.

Centrándonos en el problema que nos ocupa, el de los videojuegos, encontramos un interesante trabajo [4] que aborda la cuestión del género en este tipo de software lúdico que, cada vez con más frecuencia, es también utilizado con un propósito serio (como puede ser la educación) [5]. El citado estudio confirma que chicos y chicas juegan a videojuegos diferentes. “Las chicas son más propensas a jugar a videojuegos de puzzle, lógica o inteligencia, mientras que los chicos prefieren juegos más orientados al combate, la violencia y los disparos.” Asimismo, y lamentablemente, también pone de relieve que la imagen de la mujer que transmiten estos juegos sigue siendo en muchos casos una representación estereotipada en la que prevalecen temáticas como la belleza, la moda o la cosmética, así como desafortunadas representaciones de la mujer convertida en objeto sexual. Aunque, también, en el estudio se alaba el esfuerzo de determinadas compañías de videojuegos por atraer con sus productos y campañas publicitarias a sectores de la población antes ignorados en esta industria, entre los que se encuentran las niñas y mujeres. No obstante, el estudio concluye sentenciando que: “el mundo de los videojuegos sigue siendo un mercado fundamentalmente dirigido por hombres, en correspondencia con la visión del mundo tecnológico como perteneciente al «dominio masculino de las matemáticas, la ciencia, la electrónica y la mecánica» [6]. La audiencia principal de este tipo de productos también sigue siendo principalmente masculina, con estudios de mercado que

demuestran que cuanto más violento es un juego más se incrementan las ventas”.

En el presente artículo se presentan tres experiencias llevadas a cabo en torno al desarrollo y al uso de videojuegos, con el fin de establecer si nuestras realidades convergen o divergen con las anteriores argumentaciones formuladas en torno al género. Consecuentemente, la estructura del resto del artículo es la que sigue: La sección 2 describe la experiencia de desarrollo de dos videojuegos educativos diferentes, centrándonos en la composición de los equipos implicados para determinar su paridad (participación equilibrada de hombres y mujeres). La sección 3 expone brevemente una experiencia de uso llevada a cabo con uno de estos videojuegos sobre una muestra de 237 escolares, a los que se sometió a continuación a una encuesta. Las diferencias más significativas respecto a la percepción de dicha experiencia de juego por parte de usuarios niños y niñas son discutidas. Finalmente, la sección 4 resume las principales conclusiones del trabajo realizado.

## 2 EXPERIENCIAS DE DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS: ¿PARIDAD DE GÉNERO EN LOS EQUIPOS?

Esta sección presenta los equipos que han conducido el desarrollo de dos videojuegos educativos diferentes. Se trata de sendos equipos multidisciplinares donde, tal y como se pone de manifiesto, se llega a cumplir (o casi) la paridad en cuanto a género. Esto ha facilitado la integración de múltiples perspectivas durante el diseño de los juegos; incluyendo la disponibilidad de un avatar de cada sexo. Un hecho que debe repercutir positivamente en la satisfacción de los usuarios (sin variaciones significativas en función de su género); tal y como se confirma en una experiencia realizada con el primer videojuego y como se espera ratificar con el segundo videojuego una vez se concluya su implementación.

### 2.1 Los Invasores del Tiempo

El videojuego *Los Invasores del Tiempo* (Fig. 1) es un juego serio educativo desarrollado dentro del proyecto de investigación P11-TIC-7486 de la Junta de Andalucía cofinanciado con fondos FEDER, concedido dentro del seno del grupo GEDES (Grupo de Investigación en Especificación, Diseño y Evolución del Software) de la Universidad de Granada. El videojuego [7] es una aventura gráfica 2D con interacción *point & clic* que permite practicar y mejorar la comprensión lectora, y ha sido especialmente diseñado para el trabajo de niños de entre 7 y 12 años.

La historia del juego plantea la aventura de un niño o niña (el avatar es adaptable) sobre quien recae el futuro del planeta Tierra. Su misión es impedir que un grupo de malévolos seres de Urano hagan algún tipo de daño a las grandes personalidades de la humanidad en un rocambolesco intento de copiar nuestro modo de vida en su planeta. Con el fin de salvar el planeta Tierra, el jugador debe viajar en el tiempo y el espacio con el propósito de encontrar a algunos personajes históricos como Cleopatra, Julio César, Marco Polo o los Reyes Católicos, y obtener de ellos una

serie de objetos de relevancia histórica que pondrán en funcionamiento la “máquina copia-planetas”. El jugador es, por tanto, el personaje principal de la aventura, y ésta le conduce a la búsqueda de objetos, a dialogar con variopintos personajes y a resolver frecuentes acertijos y desafíos que requieren poner en práctica competencias de comprensión lectora literal, inferencial, crítica, global y de meta-comprensión. Conforme se avanza en la trama de la aventura, las acciones y retos se van desbloqueando gradualmente; de esta manera la experiencia de juego es construida a medida, esto es, conforme a las propias decisiones del jugador.



Figura 1: Pantalla de inicio del videojuego *Los Invasores del Tiempo*.

El diseño del videojuego (historia, diálogos, retos lúdicos y educativos, etc.) ha sido realizado por el equipo investigador del mencionado proyecto, mientras que su desarrollo técnico fue subcontratado a la empresa *Greyman SL*. La composición de ambos equipos se recoge en la tabla 1, con el fin de poder comparar sus integrantes en cuanto a género.

Tabla 1: Composición del equipo de diseño y desarrollo de *Los Invasores del Tiempo*

Tarea / Perfil	Miembros implicados	Distribución por género
<b>Diseño (Equipo P11-TIC-7486)</b>	<b>17</b>	<b>41,17% mujeres</b> <b>58,83% hombres</b>
Perfil técnico	9	44,44% mujeres 55,55% hombres
Perfil educativo	8	37,5 % mujeres 62,5 % hombres
Dirección del proyecto	1	100% mujeres 0% hombres
Diseño de la historia y características generales del juego	17	41,17% mujeres 58,83% hombres
Elaboración de diálogos y retos	5	40 % mujeres 60% hombres
<b>Desarrollo (Equipo Greyman SL.)</b>	<b>4</b>	<b>25% mujeres</b> <b>75% hombres</b>
Dirección de la empresa	1	0% mujeres 100% hombres
Producción artística	1	100% mujeres 0% hombres

Producción técnica (animación y programación)	2	0% mujeres 100% hombres
---	---	----------------------------

De las cifras absolutas y relativas recogidas en la tabla anterior se desprende que, aunque no existe un desequilibrio muy pronunciado en cuanto a género se refiere, prevalece un mayor número de miembros masculinos en casi todas las facetas del proyecto. Especialmente, el porcentaje de hombres y mujeres está más alejado de la paridad deseable en el equipo de la empresa de desarrollo de software *Greyman SL.*, donde solo una cuarta parte de sus miembros es femenina.

## 2.2 El Viaje Fantástico

*El Viaje Fantástico* es un juego serio que persigue mejorar la comunicación lingüística en niños/as y sus competencias sociales; y que está siendo creado en la Universidad de Zaragoza. Algunos de sus principales objetivos son desarrollar la capacidad para escuchar de manera activa durante un periodo más o menos extenso en el tiempo, la colaboración dinámica y respetuosa entre compañeros para lograr un objetivo común y el aumento de la iniciativa personal. Por lo tanto, el juego pretende dar soporte al aprendizaje de capacidades de planificación, organización, gestión y toma de decisiones a través de procesos de negociación y trabajo en equipo. Su fin último es que los estudiantes sean capaces de valorar los riesgos y tomar decisiones sobre si llevar a cabo los objetivos inicialmente propuestos o realizar alguna adaptación de los mismos.

El videojuego, que también cae dentro del género de aventura gráfica, se encuentra actualmente en fase de diseño y está previsto que se desarrolle en el espacio interactivo JUGUEMOS (JUeGos pervasivos basados en interfaces mUltimodales EMOCionales y agentes Sociales - TIN2015-67149-C3-1-R). Este espacio interactivo (Fig. 2) consta de mesas interactivas, proyecciones en las paredes, altavoces, micrófonos, cámaras y diversos sensores.



Figura 2: Espacio interactivo JUGUEMOS [8].

Durante la aventura se narra un sueño que tiene *Pipo*, el personaje principal del videojuego. Esta línea argumental sitúa a *Pipo* cerca de un gorro mágico que había visto en la feria de su ciudad. Al ponérselo, descubre una nota en su interior y, al pronunciar las palabras escritas en ella, el gorro absorbe a *Pipo* y comienza a volar hasta llegar a *Saturno*. Allí conoce a los amigos de *Saturno*, entre ellos, el *Cometa de la Risa* que se encarga de repartir risas por todo el mundo por las noches para que los niños despierten felices. *Pipo* ayuda al *Cometa de la Risa* a repartir las risas, pero en un giro inesperado *Pipo* se cae con el saco de las risas. Para encontrar a su amigo y terminar de repartirlas debe

preguntar a las *estrellas*, superando los retos que se encuentra a su paso.

Se trata de un juego con interacción pervasiva donde se mezcla el escenario digital con el contexto real de los jugadores, siendo necesario durante el desarrollo del juego localizar a todos los jugadores, así como detectar los gestos y sonidos generados por éstos en determinados momentos del mismo. Además, se trata de una aventura multi-jugador, en la que los jugadores interactúan entre sí de manera colaborativa para alcanzar una meta conjunta.

La composición del equipo que está involucrado en el desarrollo de este videojuego ha sido recogida en la tabla 2 con el fin de poder analizar su paridad. En este caso se puede observar que se satisface la paridad del equipo implicado en el diseño y desarrollo del videojuego.

Tabla 2: Composición del equipo de desarrollo de *El Viaje Fantástico*

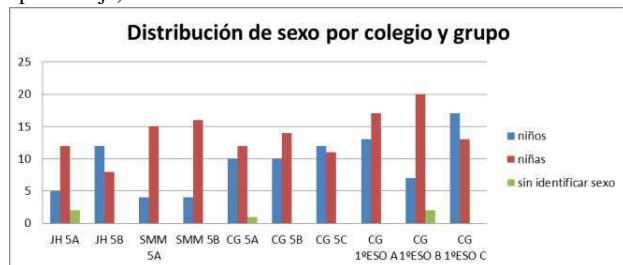
Tarea / Perfil	Miembros implicados	Distribución por género
<b>Diseño y desarrollo</b> (Equipo TIN2015-67149-C3-1-R)	<b>6</b>	<b>50% mujeres</b> <b>50% hombres</b>
Perfil técnico	4	50% mujeres 50% hombres
Perfil educativo	2	50% mujeres 50% hombres
Dirección del proyecto	1	100% mujeres 0% hombres
Idea del proyecto, asesoría pedagógica y psicológica, etc.	2	50% mujeres 50% hombres
Producción artística	1	0% mujeres 100% hombres
Producción técnica (animación y programación)	2	50% mujeres 50% hombres

## 3 EXPERIENCIA DE USO DEL VIDEOJUEGO *LOS INVASORES DEL TIEMPO: ¿IGUALDAD ENTRE GÉNEROS?*

El videojuego *Los Invasores del Tiempo* fue sometido durante la primavera de 2017 a una experiencia de evaluación con una muestra de 237 escolares pertenecientes a tres colegios de la provincia de Granada, en España: José Hurtado (JH), Santa María Micaela (SMM) y Caja Granada (CG). El 59% de los participantes fueron niñas y el 41% niños. Su edad media era de 11,25 años. La Fig. 3 muestra la distribución de sexo por colegio y grupo. El principal objetivo del experimento fue ver la respuesta que mostraba el público objetivo del juego (niños de entre 7 y 12 años) ante el videojuego desarrollado para dar soporte a su lectura comprensiva. Para ello se realizaron diez sesiones de unos 50 minutos, tras las cuales los niños y niñas que habían jugado a *Los Invasores del Tiempo* respondieron a un breve cuestionario. La encuesta les preguntaba sobre su satisfacción acerca del videojuego (dificultad, elementos multimedia, historia, retos, etc.), su empatía con el personaje principal que ellos habían controlado,



y su consciencia sobre proceso implícito de aprendizaje llevado a cabo. Se utilizó una escala Likert [9], donde 1 era el valor más bajo (menor satisfacción, empatía o consciencia de aprendizaje) y 5 el valor más alto (mayor satisfacción, empatía o consciencia de aprendizaje).



**Figura 3:** Género de los participantes en la experiencia realizada con el videojuego *Los Invasores del Tiempo*.

Tras realizar un sencillo análisis de los resultados en función del género, algunos interesantes resultados son los que se discuten a continuación:

1. La satisfacción general con el videojuego de las niñas fue ligeramente superior a la satisfacción general expresada por los niños tras el juego. Concretamente, el valor en media que las niñas otorgaron a la pregunta “10. En resumen, indica en qué grado te ha gustado el juego:” fue de 3,9 puntos (sobre 5); mientras que los varones de su misma edad se consideraron satisfechos con una media de 3,7 puntos. Esta ligera diferencia podría tener su origen en la conclusión extraída del estudio [4] que afirma que “las chicas son más propensas a jugar a videojuegos de puzzle, lógica o inteligencia, mientras que los chicos prefieren juegos más orientados al combate, la violencia y los disparos”, ya que el videojuego *Los Invasores del Tiempo* presenta desafíos que requieren esfuerzos de comprensión e inferencia, y no contiene ningún tipo de violencia.
2. La empatía con el avatar también fue ligeramente mayor en el caso de las niñas. Concretamente, teniendo en cuenta sus respuestas en relación a la pregunta “12. Indica en qué grado te sientes identificado con las acciones del protagonista:”, tenemos que las niñas obtienen un valor medio de empatía de 3 puntos (sobre 5), mientras que los niños no alcanzan siquiera este valor (2,8 puntos).
3. Respecto a su consciencia del aprendizaje, se obtienen valores medios muy similares en torno a la cuestión “13. Indica en qué grado te has dado cuenta de que estabas aprendiendo:”. Las niñas creen percibir la parte instructiva del juego con un valor medio de 3,43 puntos (sobre 5), mientras que los niños obtienen un valor 3,32 en este aspecto. No obstante, solo un 12,7% de las niñas (15 de 118) y un 2,5% de los niños (2 de 80) que respondieron a la pregunta “¿Qué has aprendido?” con algo diferente de “Nada” (198 de los 237 encuestados) identificaron correctamente lo que se estaba trabajando (es decir, lectura comprensiva). El resto apuntó aspectos como trabajo en

equipo, paciencia, a pensar, historia, valores, matemáticas... algunos de los cuales son abordados puntualmente en el juego pero no constituyen su objetivo principal.

## 4 CONCLUSIONES

La brecha de género identificada desde tiempo atrás en la Ciencia y Tecnología por determinados autores e instituciones [1-4], también parece producir una segmentación en función del sexo entre los actores implicados en el mundo del videojuego. En relación a ello, en este trabajo se expone un breve análisis llevado a cabo desde una doble perspectiva experimental: por un lado, se revisa el equilibrio entre hombres y mujeres dentro de los equipos de desarrollo de dos videojuegos educativos creados dentro del ámbito académico y, por otro, se subrayan las sutiles diferencias de percepción entre los niños y niñas que usaron uno de estos videojuegos durante una sesión de juego.

La primera conclusión es que la proporción de mujeres en los dos equipos de desarrollo considerados, aunque no está muy alejada de la deseada paridad (de hecho, se cumple en el segundo de ellos), sigue siendo, en términos absolutos, menor que la proporción de hombres. Especialmente, este hecho se acentúa en el caso de la empresa *Greyman SL.*, que desarrolló el primer videojuego, donde tres tercios del equipo son profesionales masculinos (incluido el director de la empresa). No obstante, también cabe resaltar que en los dos equipos académicos, la investigadora principal ha sido una mujer.

Por otro lado, y en la misma línea, aunque las diferencias detectadas no son significativas entre los niños y niñas que usaron el primer videojuego, *Los Invasores del Tiempo*, una segunda conclusión podría ser que la satisfacción, la empatía y la consciencia del aprendizaje fueron algo mayores en el caso de las usuarias de género femenino. Como trabajo futuro, una vez lanzado *El Viaje Fantástico*, una experiencia similar podría ser conducida para ver si en este caso se confirman estas sutiles diferencias.

## ACKNOWLEDGMENTS

Este trabajo ha sido soportado por el proyecto TIN2015-67149-C3-3-R y el proyecto P11-TIC-7486.

## REFERENCIAS

- [1] García, M. I. G., & Sedeno, E. P. (2002). Ciencia, tecnología y género. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, sociedad e innovación*, 2.
- [2] Chavatzia, T. (2017). Cracking the code: girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM).
- [3] Hezkuntza, H. P., & SAILA, E. K. (2013). La desigualdad de género y el sexismo en las redes sociales. Vitoria-Gasteiz: ONA Industria Gráfica SA.
- [4] Márquez, I. V. (2013). Roles, estereotipos y usos: género y videojuegos. *Telos: Cuadernos de comunicación e innovación*, (96), 106-114.
- [5] Ritterfeld, U., Cody, M., & Vorderer, P. (Eds.). (2009). *Serious games: Mechanisms and effects*. Routledge.
- [6] Jones, P. K. (1987). The relative effectiveness of computer-assisted remediation with male and female students. *Technological Horizons in Education*, 14(7), 61-63.
- [7] Medina-Medina, N., Paderewski, P., Padilla-Zea, N., López-Arcos, R., & Vela, F. G. (2018). Modelo para la integración de procesos educativos en una aventura gráfica. *Campus Virtuales*, 7(1), 33-50.
- [8] <http://cesaretopia.com/juguemos/>
- [9] Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.

# Metodologías de diseño de software sensibles al género para la Ingeniería, la Innovación Responsable y la Interacción

Carina S. González-González  
Instituto Universitario de Estudios de las Mujeres  
Universidad de La Laguna  
cjgonza@ull.edu.es

Rosa M. Gil Irazo  
Universitat de Lleida  
rgil@diei.udl.cat

Patricia Paderewski  
Universidad de Granada  
patricia@ugr.es

Natalia Padilla-Zea  
Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)  
natalia.padilla@unir.net

## ABSTRACT

Aunque en la literatura existe un gran número de estudios diseñados para analizar la baja representación de las mujeres en la tecnología y, especialmente, en la informática, los estudios para analizar cómo se han diseñado y construido estas tecnologías son escasos. Dentro del área de Interacción Persona-Ordenador (HCI) existe un emergente y prometedor campo de investigación que se centra en el estudio de las diferencias de género en el uso de los ordenadores e Internet, así como en brindar recomendaciones para el diseño de tecnología con perspectiva de género. En este artículo, analizaremos las diferencias y preferencias de género en relación con la tecnología, así como diferentes enfoques metodológicos que permiten incluir la perspectiva del género en el diseño de tecnología. Finalmente, realizaremos una serie de recomendaciones para el diseño y desarrollo de software centrado en el género, proponiendo, además, una metodología que permita afrontar los nuevos retos éticos que la tecnología presenta en relación a la desigualdad de género.

**Keywords:** género, ética, software, ingeniería

## ACM Classification Keywords

H.1.2. Human Factors, K.4. Computer & Society. Ethics.

Paste the appropriate copyright/license statement here. ACM now supports three different publication options:

ACM copyright: ACM holds the copyright on the work. This is the historical approach.

License: The author(s) retain copyright, but ACM receives an exclusive publication license.

Open Access: The author(s) wish to pay for the work to be open access. The additional fee must be paid to ACM.

This text field is large enough to hold the appropriate release statement assuming it is single-spaced in Times New Roman 8-point font. Please do not change or modify the size of this text box.

Each submission will be assigned a DOI string to be included here.

## 1.INTRODUCCION

Desde sus inicios en los años 90', la cantidad de estudios cuantitativos y cualitativos, así como artículos científicos sobre mujeres, género y tecnologías de la información (TI) se ha incrementado considerablemente. Aunque los diferentes estudios existentes sobre la brecha digital de género muestran que la misma se está reduciendo, ésta es mayor a medida que los usos y tareas son más avanzadas: la posición que ocupa la mujer en estos casos es, habitualmente, inferior a la del hombre [21]. Aunque las mujeres como usuarias de las tecnologías han aumentado, no lo han hecho como diseñadoras y productoras de estas tecnologías e incluso, están retrocediendo [21], [29]. Por otra parte, la escasa presencia de las mujeres en los estudios formales TIC está directamente relacionada con su escasa participación en profesiones TIC en la empresa.

La participación de las mujeres como creadoras de tecnología no se corresponden a las capacidades o "competencias tecnológicas" femeninas, sino que puede deberse a factores culturales, sociales y de empleo, existiendo claras diferencias entre países occidentales y orientales [29]. En [27] se muestra que el rango de porcentajes femeninos varía enormemente entre en los diferentes países, señalando, por ejemplo, que en Singapur, Tailandia o Malasia el porcentaje de mujeres en las carreras de informática, así como en la profesión de analistas de sistemas, ronda el 50 %. Por el contrario, los peores datos los encontramos en Alemania y Dinamarca, donde el porcentaje es poco más del 10%.

Por otra parte, si consideramos que los hombres superan a las mujeres como diseñadores y productores de tecnología, podemos decir entonces que existe un predominio de una tecnología "masculinizada" [15] Esto se produce debido a que los diseñadores otorgan significados de género al contexto de uso de las tecnologías y contenidos de las mismas. En este sentido, En [46] se explica cómo el género

está implicado en el diseño de las tecnologías a través del concepto de “guión de género”: *“Dada la heterogeneidad de los posibles usuarios, los diseñadores, consciente o inconscientemente, privilegian ciertas representaciones de usuarios sobre otras. Cuando estas representaciones y sus guiones resultantes revelan un patrón de género los llamamos ‘guiones de género’”*.

Los procesos de la tecnología sensibles al género comienzan en las fases iniciales de concepción de la misma, en el mismo momento de concebir la idea, los objetivos, los escenarios de uso y los perfiles de usuarios a los que estará dirigida la tecnología. El propio diseño guiará, de esta forma, los usos futuros de la tecnología, pudiendo ser una de las causas que explicarían que existan menos “usuarias” que “usuarios” de tecnología. Conocer las características y preferencias de género e incluirlas en el diseño de tecnología podría entonces mejorar la experiencia de las mujeres en su utilización y, por lo tanto, contribuiría a disminuir la brecha digital. Por ello, en este artículo analizaremos las diferencias y preferencias de género desde el área de Interacción Persona Ordenador (IPO), para luego realizar una revisión de metodologías existentes sensibles al género para el diseño y desarrollo de tecnologías y luego presentar nuevos enfoques éticos que permitirán crear productos y servicios que respeten los principios de igualdad de género.

## 2. GÉNERO E INTERACCIÓN PERSONA-COMPUTADOR

Algunas investigaciones provenientes de campos como la psicología, la neurociencia, la educación y la economía sugieren que hombres y mujeres resuelven problemas, se comunican y procesan la información de forma diferente. El área de investigación multidisciplinar de Interacción Persona-Ordenador y Género, denominado Gender HCI (en adelante GHCI) ([7],[28] analiza si estas diferencias necesitan ser tenidas en cuenta en el diseño del software y el hardware. Los investigadores del área GHCI han estudiado estas diferencias entre hombres y mujeres con la tecnología desde distintas perspectivas, tales como las diferencias cognitivas entre hombres y mujeres, la influencia de los estímulos y atracción hacia las herramientas tecnológicas, la estructura semántica del lenguaje en las webs y videojuegos ó los diferentes efectos de las interfaces de software [28]. Algunos resultados de las investigaciones del área de GHCI muestran que:

- Existen diferencias de género en el procesamiento de la información, comunicación y resolución de problemas en software. Por ejemplo, en resolución de problemas en hojas de cálculo, las usuarias eran más lentas cuando se trataba de utilizar características a las cuales no estaban habituadas [10],[11],[52].

- Las mujeres tienen habilidades específicas y preferencias sobre el software (matemáticas, programación, videojuegos, etc.) [1],[2],[15].
- Existen diferencias de género relacionadas con el diseño de interfaces de usuario o usabilidad del sistema [17], [23].
- La exploración “por diversión” de las características del software está más relacionada con el comportamiento de los hombres, mientras que las mujeres prefieren las interfaces táctiles, artísticas y comunicativas [7],[53].
- En el hogar, donde hay muchos artefactos programables, se encontraron diferencias en quiénes realizaban la programación: los hombres se encargaban de los dispositivos de entretenimiento y las mujeres de los dispositivos domésticos, cocina, etc. [44]
- Las mujeres que estudiaban carreras de matemáticas, de ciencias e ingeniería tenían un alto rendimiento académico y social [56].
- Se encontraron evidencias sobre preferencias de uso en la red. Los hombres prefieren velocidades de descarga rápida frente a una fácil navegación, mientras que las mujeres preferían una navegación sencilla y accesible. Los investigadores concluyen que las mujeres utilizan Internet para construir y mantener relaciones mientras que los hombres la utilizan para encontrar información [41],[48].

Estos resultados ponen de manifiesto que existen diferencias y preferencias de género en términos tecnológicos. Nos preguntamos entonces, ¿cómo podemos introducir y tener en cuenta estas características diferenciales en el propio diseño de software? Además, si los procesos de sensibilización al género de la tecnología comienzan ya en las fases de diseño e innovación, ¿se deben contemplar estas características “sólo” al principio? ¿estas especificaciones deben ser realizadas “sólo” por los diseñadores? Parece lógico pensar que contemplando las diferencias y preferencias de género en el diseño e incorporando a las mujeres en todos los procesos de creación de una nueva tecnología se obtendrá una tecnología más igualitaria.

Por ello, a continuación, analizaremos algunas metodologías que permiten incorporar la perspectiva de género en el proceso de diseño, para luego extraer un conjunto de elementos y recomendaciones que podremos utilizar para el diseño de tecnología con perspectiva de género. Además, a partir de los nuevos retos éticos que presenta la tecnología actual y de futuro, que no deben olvidarse de respetar la igualdad de género, presentamos una propuesta de nuevas metodologías a utilizar.

### 3. REVISIÓN DE MÉTODOS Y ESTRATEGIAS ÚTILES PARA DISEÑAR TECNOLOGÍA DESDE UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO

En las metodologías existentes actuales para crear productos y servicios innovadores destacan diferentes métodos que son sensibles al género, tales como los siguientes:

#### a) Co-creación

La Co-Creación tiene el objetivo de conocer a los consumidores para brindarles un producto o servicio que realmente necesitan o desean y promover la innovación [42]. Viene de las áreas de marketing y negocio y trata de construir con el cliente la solución y contar con su participación activa desde la generación de ideas, el diseño hasta el desarrollo y la posterior validación. Actualmente, esta metodología se aplica a cualquier área en donde se desea innovar, incluidas la educación, la salud o la ingeniería.

#### b) I Methodology

Se suele pensar que la tecnología es neutral al género, pero no lo es. En [45] se descubrió que los diseñadores pensaban que hablaban de diseño para todos, y utilizando una metodología denominada "I Methodology", descubrió cómo realizaban la representación implícita del usuario, poniendo a los diseñadores como representantes de los mismos. Así, los diseñadores pensaron que los usuarios tendrían su mismo conocimiento y habilidades, las mismas preferencias e intereses. Entonces, al pertenecer al mismo grupo homoesocial, predominantemente masculino, se descubrió que el diseño se realizaba en base a sus propios antecedentes, conocimientos, preocupaciones y actitudes hacia la tecnología.

#### c) GenderMag (Gender-Inclusiveness Magnifier, Lupa de inclusión de género)

GenderMag ([13] es un método que permite evaluar la inclusión de género en la tecnología *Entrenador Virtual (Virtual Coach)*. Podemos considerarlo como un método de inspección de usabilidad para evaluar software de resolución de problemas. Se centra en cinco facetas de diferencia de género que han sido ampliamente investigadas en la literatura perteneciente al ámbito de la resolución de problemas: motivación, autoeficacia computacional, aversión al riesgo, entretenimiento y "cacharreo".

#### d) Diseño centrado en el género

El Diseño Centrado en el Género (DCG) [29] incluye, dentro de los procesos de diseño y desarrollo de software, la perspectiva de género, es decir, tendrá en cuenta en la definición de requisitos las características diferenciales de las mujeres y hombres así como sus preferencias. El DCG se basa en los principios del Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y del Diseño Participativo (DP), compartiendo con ambas metodologías la preocupación por una "relación más humana, creativa y efectiva entre los agentes implicados en el diseño de la tecnología y su uso".

En el diseño centrado en el género se analiza la conducta de las personas antes, durante y al finalizar la interacción con el sistema. El objetivo final de este análisis será el de identificar las áreas que sirven para mejorar la funcionalidad del producto de acuerdo a las necesidades de los usuarios y usuarias. Por lo tanto, el estudio de los usuarios y usuarias no sólo se debe realizar al principio, durante la conceptualización del sistema, sino que debe continuar a lo largo de su ciclo de desarrollo. En términos prácticos, esta postura se traduce en la incorporación de las mujeres como una parte esencial del equipo de diseño y su participación en todas las fases de creación de la nueva tecnología, tanto como usuarias como creadoras de la misma. El enfoque DCG, comparte con las metodologías DCU y DP un conjunto de técnicas, a saber: a) el estudio directo de las usuarias y usuarios, sus características cognitivas, conductuales, actitudinales y antropomórficas, b) las mediciones empíricas de las reacciones de las usuarias y usuarios y de desempeño en los escenarios y contextos de uso, simulaciones y juegos de rol y sobre todo, con los prototipos, c) el diseño iterativo, con una evaluación iterativa de los diferentes prototipos, que irán cambiando basándose en los resultados de las pruebas anteriores.

#### e) Metodologías para el diseño de software educativo

Existen algunas metodologías que permiten hacer un diseño inclusivo y participativo, que tienen en cuenta las características de los diferentes usuarios. Por ejemplo, encontramos el proyecto CO-CREARIA [3], para la creación colaborativa de REA (Recursos Educativos Abiertos), que incluye a docentes y estudiantes con objeto de atender todas las necesidades. Este modelo se fundamenta en algunos pilares teóricos, como son la llamada de la UNESCO para hacer una sociedad más igualitaria e incluyente o la visión de la tecnología como un medio más que como un fin, entre otros. CO-CREARIA se basa en la metodología ADDIE [12][39]. La adaptación de este método de diseño instruccional se realiza ya desde la primera fase, de análisis, donde se toma en consideración el rol de cada actor en el proceso y las necesidades y preferencias de la población objetivo. Desde ese momento, todo el proceso de desarrollo del modelo educativo comprueba si la evolución de los materiales, implementación y evolución están en línea con las características diferenciadoras de los que serán los estudiantes.

Más relacionado con las diferencias de género, encontramos estudios que encuentran diferencias, por ejemplo, en cómo se comportan las usuarias de entornos de aprendizaje en líneas frente a sus compañeros masculinos [30]. Así, este estudio demuestra que las estudiantes están más satisfechas con las asignaturas que ellos, dándole más importancia a la planificación del aprendizaje y a la posibilidad de contactar con el profesor por diferentes vías. Por su parte, los estudiantes masculinos valoran más tener una buena presentación y organización del contenido.

Sin embargo, no se han encontrado metodologías de diseño de software educativo que tome en consideración las diferencias de género. Afortunadamente, sí existe un documento que, de forma general, ofrece claves no sexistas para el diseño de software<sup>1</sup>. En este documento, se pone de manifiesto el hecho de que las mujeres participan mayoritariamente en el sector educativo, tanto entre el alumnado como en el profesorado o en las asociaciones de padres y madres. Sin embargo, los productos tecnológicos de los que disponen, así como los libros de texto, siguen incluyendo algunos patrones tradicionales masculino / femenino. Y, más aún, las propuestas didácticas no contemplan las características particulares de las mujeres respecto a las TIC. Estas diferencias son más acusadas en los videojuegos, como se explica a continuación.

#### **f) Metodologías de diseño de videojuegos**

La presencia de las mujeres en los equipos de desarrollo de videojuegos es escasa (no alcanza el 17% en España), siendo un fenómeno socioculturalmente generalizado [21]. Además, los roles a los que se dedican en las empresas de diseño y desarrollo de videojuegos son los de perfiles artísticos y de animación, y menos en las de producción y programación. Aunque el 44% de las jugadoras o gamers en España, son mujeres, en los entornos y comunidades donde se juegan suelen ser consideradas intrusas y dichos entornos suelen ser hostiles para ellas. Por ejemplo, reciben insultos y/o son tratadas de forma diferente si su nick o avatar es una chica. Además, la representación femenina en los videojuegos está hipersexualizada, estereotipada o cosificada, haciendo parecer que los videojuegos están diseñados para un público masculino. Por otra parte, varios investigadores exploraron lo que las chicas buscan en los videojuegos, y hallaron preferencias de colaboración vs. competencia y uso de recompensas no violentas versus muerte y destrucción como recompensas ([15],[31]). Todo esto, evidencia un problema urgente que debe ser atendido desde el punto de vista del diseño y desarrollo de videojuegos.

De hecho, en la bibliografía revisada no hemos encontrado ninguna metodología o proceso de desarrollo de videojuegos que contemple la perspectiva de género. Sin embargo, sí hemos podido comprobar que la diferencia de género está implícita en los videojuegos y tipos o géneros de videojuegos. Las mujeres tienden más a jugar unos tipos de videojuegos que otros, por tanto, sería interesante conocer qué características de los videojuegos atraen más a las mujeres con la finalidad de intentar diseñar videojuegos atractivos tanto para hombres como para mujeres. La idea no es crear juegos para mujeres sino introducir a la mujer en el diseño del juego para que sea más inclusivo y no solo esté

diseñado pensando en el hombre. Esta idea también se puede observar en [35] que parte de una conferencia que se organizó hace ya dos décadas y que se llamó “From Barbie to Mortal Kombat: Gender and Computer Games”.

En el artículo [32] se presentan un conjunto de orientaciones a tener en cuenta para el desarrollo de videojuegos entre grupos de diferente edad. Para estudiar las diferencias por género, estos autores parten de tres hipótesis: H1: Los hombres juegan más que las mujeres, H2: los hombres están más motivados por el videojuego que las mujeres y H3: Las preferencias de género de los videojuegos serán diferentes entre hombres y mujeres. Ellos, tras un experimento con más de 600 personas, muestran que los hombres y las mujeres tienen diferentes preferencias en cuanto al género de los videojuegos. Los hombres prefieren juegos de acción, carreras o aventuras y las mujeres, los juegos tradicionales tipo puzzle, aunque también depende de la edad de las mujeres. En su discusión, los autores comentan que los diseñadores de juegos que intentan llegar a audiencias específicas, ya sea con fines comerciales o educativos, deben encontrar las diferencias de género y de grupo de edad. Además, manifiestan que los juegos son diseñados por hombres y para hombres, por lo que no se puede decir que las mujeres sean menos competitivas sino que los juegos disponibles no están diseñados pensando en ellas. Por tanto, el aspecto de género y su vinculación a los elementos de diseño y desarrollo del juego se convertirá en una tarea importante en los próximos años.

En [34] se hace un estudio de un conjunto de pre-adolescentes sobre la elección del tipo de juego dependiendo del género. Por ejemplo, la elección que los preadolescentes hacen de los videojuegos están muy influenciados por los estereotipos que encuentran en su entorno.

Los autores del artículo [20] desarrollaron una experiencia con 242 estudiantes donde la principal finalidad era conocer la percepción sobre el uso de videojuegos de los estudiantes del Grado en Educación Social desde una perspectiva de género. Los resultados demuestran que las opiniones y usos de los videojuegos son significativamente diferentes entre las mujeres y hombres participantes en el estudio, con indicadores claros de estereotipos de género. Por todo lo anterior, consideramos que hay que tener en cuenta en el proceso de desarrollo de videojuegos el aspecto de género. Además, se debería caracterizar la jugabilidad en base al género ya que para un mismo juego, una experiencia de juego puede ser distinta según el género. También hay diferencias según el tipo o perfil del jugador y debería investigarse si existen perfiles diferenciados en las jugadoras.

---

<sup>1</sup> e-igualdad (2007).

Guía de claves no sexistas para el desarrollo de software (2007).

URL:

[http://cdd.emakumeak.org/ficheros/0000/0300/Claves\\_no\\_sexistas\\_para\\_el\\_desarrollo\\_de\\_software.pdf](http://cdd.emakumeak.org/ficheros/0000/0300/Claves_no_sexistas_para_el_desarrollo_de_software.pdf)

#### 4. NUEVAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS PARA CONCILIAR GÉNERO Y ÉTICA

La desigualdad de género no puede ser resuelta a corto plazo. Como hemos visto en las secciones anteriores, necesitamos guías y herramientas que nos permitan minimizar la desigualdad de género. Por lo tanto, desde la ingeniería del software necesitamos metodologías a largo plazo para obtener aplicaciones sin discriminación de género [26].

La innovación responsable y la igualdad de género en la robótica moderna, así como la ética de las nanotecnologías y las tecnologías convergentes es una cuestión que emerge y debe ser atendida y ser objeto de acciones concretas. Como así demuestra el informe, preparado por la *World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST)* en septiembre del 2017. El informe fue encargado por UNESCO<sup>2</sup>. Donde encontramos una recomendación en Igualdad de género y se presenta como la VI.3.11: “*Se debe prestar atención particular los elementos de género y estereotipos en referencia a todos los tipos de robots descritos en este informe y, sobre todo, a los robots destinados a juguetes, compañeros sexuales, y los que reemplacen trabajos*”. Aquí podemos destacar la metodología “Value-Sensitive Design (VSD)” como metodología emergente que puede ser empleada para resolver el problema de la desigualdad de género en la tecnología.

Originalmente, la VSD fue una metodología diseñada por Batya Friedman, y Peter Kahn destinada a resolver cuestiones éticas en el campo de la ingeniería y, más concretamente, en la disciplina de HCI (*Human Computer Interaction*) [25]. Asimismo, fue ampliada para tener en cuenta que las cuestiones éticas a menudo no pueden ser resueltas a corto plazo [19]). Por lo que las últimas tendencias, es focalizarse en buscar mecanismos a largo plazo [26].

Queda un largo camino que recorrer, puesto que los avances de la tecnología hacen que, continuamente, aparezcan nuevas cuestiones éticas que resolver. Así lo muestra, por ejemplo, la última llamada del IEEE para organizar comités que empiecen a trabajar en las futuras cuestiones éticas relacionadas con la ingeniería<sup>3</sup>.

#### 5. CONCLUSIONES

Como recomendaciones para fomentar la presencia femenina en el sector tecnológico, podemos enumerar algunas de las siguientes:

- Concienciar de la importancia de contar con mujeres y hombres en todos los procesos y en

todos los roles creativos de la tecnología con igualdad en la industria.

- Fomentar acciones formativas y campañas en todas las etapas educativas sobre la presencia femenina en la industria tecnológica y en las disciplinas STEAM.
- Visibilizar a las mujeres en la tecnología evitando estereotipos.
- Crear equipos de diseño y desarrollo de tecnología igualitarios en número de hombres y mujeres y en todos los roles.
- Tener en cuenta las diferencias y preferencias de género en la creación de la tecnología y evitar estereotipos.
- Tener en cuenta y seguir metodologías inclusivas y éticas sensibles al género para la ingeniería y la innovación.

Por otra parte, para tener en cuenta el género en los procesos de co-creación y de diseño participativo, se deberían tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Incorporar análisis de sexo y género en el proceso de co-creación.
- Tener en cuenta diferencias biométricas y fisiológicas entre hombres y mujeres para asegurar la usabilidad y la seguridad de los clientes.
- Los hombres y las mujeres de más edad pueden tener necesidades diferentes, por ello se debería tener en mente estas diferencias cuando se diseña.
- Diseñar teniendo en mente las diferencias de género halladas en las investigaciones. Por ejemplo, diversos estudios muestran que el sexo y el género influyen en la salud de las personas de la tercera edad: demencia, artritis, destreza, movilidad física, destreza cognitiva, discapacidad auditiva, etc. ó las diferencias de género en la edad de casarse, patrones de asociación o relación, experiencia en la gestión del hogar y receptividad a la tecnología.

Para realizar un diseño efectivo de tecnología es importante tener en cuenta estas diferencias y crear productos y servicios que puedan ser personalizables o adaptables a las características particulares de los individuos. La personalización y la adaptación en las interfaces son un ámbito de investigación de largo recorrido. Sin embargo, existen pocos estudios respecto a cómo realizarlas teniendo en cuenta las diferencias de género.

Además, el aumento de la participación de las mujeres en los equipos de diseño y desarrollo de software podría cambiar la concepción masculinizada de la tecnología, enriqueciéndose, además, las metodologías más modernas y ágiles

<sup>2</sup> <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002539/253952e.pdf>

<sup>3</sup> [https://standards.ieee.org/develop/indconn/ec/ead\\_brochure\\_v2.pdf](https://standards.ieee.org/develop/indconn/ec/ead_brochure_v2.pdf)

introduciendo el enfoque de género en el proceso de diseño y desarrollo.

Así, el enfoque metodológico propuesto permitirá cambiar las concepciones culturales y sociales de la tecnología, evitando estereotipos y mitos sobre las mujeres y los hombres y creando productos tecnológicos que muestren modelos femeninos más “sanos” y evitando los prejuicios sociales.

En cuanto a aplicar la "lupa" magnificadora del género, destacamos que hay que tener en cuenta las recomendaciones realizadas por [13] respecto a las cinco facetas destacadas por la investigación en cuanto a:

- **Motivación:** La investigación realizada durante una década ha encontrado que las mujeres tienden, estadísticamente, a usar la tecnología que les resulte de utilidad, mientras que los hombres suelen estar motivados por el disfrute de la tecnología en sí misma. Esta diferencia puede afectar las características que los usuarios eligen usar.
- **Estilos de procesamiento de la información:** Para resolver problemas, las personas suelen necesitar procesar nueva información. Las mujeres, con mayor probabilidad (estadística), procesan la nueva información exhaustivamente, reuniendo información bastante completa antes de proceder; sin embargo, los hombres tienden más a usar estilos selectivos, siguiendo la primera información prometedora y volviendo atrás se es necesario. Cada estilo tiene ventajas, pero también es una desventaja si el software no lo soporta.
- **Autoeficacia computacional:** La autoeficacia es la confianza de una persona sobre el éxito en una tarea específica, lo cual influye en el uso de sus estrategias cognitivas, persistencia y estrategias para hacer frente a los obstáculos. Los datos empíricos han demostrado que las mujeres, a menudo, tienen menor autoeficiencia computacional que los hombres, lo que puede afectar a su comportamiento con la tecnología.
- **Aversión al riesgo:** Distintas investigaciones muestran que las mujeres tienden estadísticamente a ser más reacias al riesgo que los hombres. Estos resultados se pueden aplicar a diferentes dominios, como las decisiones éticas, inversiones, apuestas, salud o seguridad, decisiones en cuanto a la carrera profesional y muchos otros. Por tanto, esta aversión al riesgo, cuando hablamos de uso de software, puede influir en las decisiones que toman los usuarios sobre qué conjuntos de características usar.
- **Entretenimiento:** En inglés, ésta faceta se denomina “*tinkering*”, lo que en español podríamos traducir como “cacharrear” o experimentar por entretenimiento con la tecnología. La investigación ha demostrado que las mujeres son estadísticamente menos propensas a experimentar jugando con

funcionalidades nuevas del software que los hombres. Sin embargo, cuando lo hacen, tienden a ser más propensas a reflexionar durante el proceso y, por lo tanto, a veces se benefician más que los hombres de esta actividad.

Por otra parte, desde organismos como la UNESCO se han hecho recomendaciones en la disminución de la desigualdad de género en el desarrollo ético de las nuevas tecnologías. Para conseguirlo, este artículo propone una metodología que contempla componentes éticos que podría evitar la desigualdad de género. Como trabajo futuro, se pretende aplicar la metodología VSD a los conceptos éticos que más preocupan al sector femenino para concretar qué requisitos de la ingeniería del software deben ser incorporados en el desarrollo de software, de forma que las nuevas tecnologías sean sensibles en cuanto a la igualdad de género.

## REFERENCIAS

- [1] Arroyo, Ivon M. (2003). Quantitative evaluation of gender differences, cognitive development differences and software effectiveness for an elementary mathematics intelligent tutoring system, Ed.D., University of Massachusetts Amherst, 2003, 173 pages; AAT 3096263.
- [2] Arroyo, I., Woolf, B.P., Beal, C. (2006). Addressing Cognitive Differences and Gender, During Problem Solving, Tech., Inst., Cognition and Learning, Vol. 4.
- [3] Baldiris, S., Fabregat, R., Cuesta, J., Muñoz, T., & Cardona, S. (2015). CO-CREARIA: Modelo de Co-Creación de REA Inclusivos y Accesibles. Ingeniería e Innovación, 3(2).
- [4] Bandura, Albert (1977). Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. Psychological Rev., vol. 8, no. 2, 1977, pp. 191-215.
- [5] Bath C. (). Searching for methodology: Feminist technology design in computer science. URL: <http://elib.suub.uni-bremen.de/ip/docs/00010427.pdf>
- [6] Beckwith L, Kissinger M., Burnett M., Wiedenbeck S., Lawrance J., Blackwell A., Cook C. (2006). Tinkering and Gender in End-User Programmers' Debugging. ACM Conference on Human-Computer Interaction (CHI'06), Montreal, Canada.
- [7] Beckwith L., Burnett M., Grigoreanu V., Wiedenbeck S. (2006). Gender HCI: What About the Software? Computer, 83-87, November 2006.
- [8] Beckwith, L. & Burnett M. (2004). "Gender: An Important Factor in Problem-Solving Software?" Proc. IEEE Symp. Visual Languages and Human-Centric Computing Languages and Environments, IEEE Press, 2004, pp. 107-114.
- [9] Beckwith, L. et al., "Effectiveness of End-User Debugging Features: Are There Gender Issues?" Proc. ACM Conf. Human Factors in Computing Systems, ACM Press, Apr. 2005, pp. 869-878.
- [10] Beckwith, L., & Burnett, M. (2004). Gender: An important factor in end-user programming environments?. In Visual Languages and Human Centric

- Computing, 2004 IEEE Symposium on (pp. 107-114). IEEE.
- [11] Beckwith, L., Inman, D., Rector, K., & Burnett, M. (2007). On to the real world: Gender and self-efficacy in Excel. In *Visual Languages and Human-Centric Computing, 2007. VL/HCC 2007. IEEE Symposium on* (pp. 119-126). IEEE.
- [12] Belloch, C. (2013). *Diseño instruccional*. Valencia: Unidad de Tecnología Educativa (UTE), Universidad de Valencia.
- Blackwell, A. F., Rode, J. A., & Toye, E. F. (2009). How do we program the home? Gender, attention investment, and the psychology of programming at home. *International Journal of Human-Computer Studies*, 67(4), 324-341.
- [13] Burnett M., Peters A., Hill C., and Elarief N. (2016). Finding Gender-Inclusiveness Software Issues with GenderMag: A Field Investigation. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '16)*. ACM, New York, NY, USA, 2586-2598. DOI: <https://doi.org/10.1145/2858036.2858274>
- [14] Bussey, K., & Bandura, A. (1999). Social cognitive theory of gender development and differentiation. *Psychological Review*, 106 (4), 676-713.
- [15] Cassell, J and H. Jenkins, eds. (1998). *From Barbie to Mortal Kombat: Gender and Computer Games*, MIT Press, 1998.
- Cassell, J. (2002). "Genderizing HCI." In J. Jacko and A. Sears (eds.), *The Handbook of Human-Computer Interaction*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 402-411.
- [16] Cockburn y S. Ormrod (1993): *Gender and technology in the making*. London, Sage publications
- [17] Czerwinski, M., Tan, D. S., & Robertson, G. G. (2002). Women take a wider view. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 195-202). ACM.
- [18] Danilda, I., & Thorslund, J. (Eds.). (2011). *Innovation & Gender*. Stockholm: VINNOVA Information.
- [19] Dantec, C.A., Poole, E.S., & Wyche, S. (2009). Values as lived experience: evolving value sensitive design in support of value discovery. CHI.
- [20] Daza, M. C. S., & Sánchez, M. R. F. (2016). Percepción de los videojuegos en educación social: una visión de género. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (7), 135-148.
- [21] DEV (2017). La mujer en el sector del videojuego (pp.63-73). *El libro blanco del desarrollo de videojuegos (2017)*. DEV. Desarrollo Español de Videojuegos. URL: <http://www.dev.org.es/images/stories/docs/libro%20blanco%20dev%202017.pdf>
- [22] Dillon, Andrew and Watson, Charles (1996). User analysis in HCI: the historical lesson from individual differences research. *User analysis in HCI: the historical lesson from individual differences research*. *International Journal of Human-Computer Studies* 45(6), 1996, pp. 619-638.
- [23] Djamasbi, S., Tullis, T., Hsu, J., Mazuera, E., Osberg, K., & Bosch, J. (2007). Gender preferences in web design: usability testing through eye tracking. *AMCIS 2007 Proceedings*, 133.
- e-igualdad (2007). URL (<http://www.e-igualdad.net>)
- [24] Faulkner, W., & Lie, M. (2007). Gender in the Information Society: Strategies of Inclusion. *Gender, Technology, and Development*, 11 (2), 157-177.
- [25] Friedman, B. (1996). Value-sensitive design. *ACM interactions*, 3(6), 17-23.
- [26] Friedman, B. and Yoo, D. (2017). Pause: A multi-lifespan design mechanism. In *Proceedings of CHI 2017*, 460-464. New York, NY: ACM Press
- [27] Galpin, Vashti (2002). "Women in Computing Around the World", *Inroads-SIGCSE Bulletin*, Vol. 34 (2): 94-100
- Gendered Innovations. URL: <http://genderedinnovations.stanford.edu/methods/innovation.html>
- [28] González C.S. (2009). Using user centered design from a gender perspective. *Workshop in Gender & ICT. Internet Interdisciplinary Institute (IN3) - UOC*. Available online: <https://es.slideshare.net/cjonza/using-user-centered-design-from-a-gender-perspective-in3>
- [29] Gonzalez-González C.S. (2012). Diseño de Tecnología con Perspectiva de Género. En *Género, Conocimiento e Investigación* (pp- 91-101). Inmaculada Perdomo Reyes y Ana Puy Rodríguez (Eds). Colección Calíope. Editorial Plaza y Valdés. Lugar: México. ISBN:978-84-15271-52-9. EAN:9788415271529
- [30] González-Gómez F., Guardiola J., Martín Rodríguez O., Montero Alonso M. (2012). Gender differences in e-learning satisfaction. *Computers & Education* 58 (2012) 283–290.
- [31] Gorriz, C. and Medina, C. Engaging girls with computers through software games. *Communications of the ACM*, (2000), 42-49.
- [32] Greenberg, B. S., Sherry, J., Lachlan, K., Lucas, K., & Holmstrom, A. (2010). Orientations to video games among gender and age groups. *Simulation & Gaming*, 41(2), 238-259.
- [33] Halpern, D.F. (2000). *Sex differences and cognitive abilities*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- [34] Homer, B. D., Hayward, E. O., Frye, J., & Plass, J. L. (2012). Gender and player characteristics in video game play of preadolescents. *Computers in Human Behavior*, 28(5), 1782-1789.
- [35] Kafai, Y. B., Richard, G. T., & Tynes, B. M. (2017). *Diversifying Barbie and Mortal Kombat: Intersectional Perspectives and Inclusive Designs in Gaming*. Lulu.com.
- [36] Kucian (2005). "Gender Differences in Brain Activation Patterns during Mental Rotation and Number-Related Cognitive Tasks," *Psychology Science*, vol. 47, no. 1, 2005, pp. 112-131.
- [37] Lucas, K., & Sherry, J. L. (2004). Sex differences in video game play: A communication-based explanation. *Communication Research*, 31, 499 - 523.
- [38] Margolis, J., and Fisher, A. (2001). *Unlocking the Clubhouse: Women and Computing*. Cambridge, MA, MIT Press, (2001).
- [39] Muñoz Carril, P. C. (2011). "Modelos de diseño instruccional utilizados en ambientes teleformativos". *Revista Digital de Investigación Educativa*.
- [40] Oudshoorn, N., Rommes, E., & Stienstra, M. (2004). *Configuring the User as Everybody: Gender and Design*



- Cultures in Information and Communication Technologies. *Science, Technology and Human Values*, 29 (1), 30-63.
- [41] Pearson, J. M., & Pearson, A. M. (2008). An exploratory study into determining the relative importance of key criteria in web usability: a multi-criteria approach. *Journal of Computer Information Systems*, 48(4), 115-127.
- [42] Ramaswamy V. and Guillard F. (2010). *The Power of Co-Creation: Build It With Them to Boost Productivity, Growth, and Profits*, New York: Simon & Schuster.
- [43] Rawsthorne, P., & Lloyd, D. (2005). Agile methods of software engineering should continue to have an influence over instructional design methodologies. Unpublished Cape Breton University & Memorial University of Newfoundland, Retrieved from <http://www.rawsthorne.org/bit/docs/RawsthorneAIDFinal.pdf>.
- [44] Rode, J. A., Toye, E. F., & Blackwell, A. F. (2004). The fuzzy felt ethnography—understanding the programming patterns of domestic appliances. *Personal and Ubiquitous Computing*, 8(3-4), 161-176.
- [45] Rommes, E.W.M. (2013). Feminist interventions in the design process. Chapter of book (Ernst, W.; Horwath, I. (ed.), *Gender in science and technology: Interdisciplinary approaches*, pp. 41-56)
- [46] Rommes, Els (2002) *Gender Scripts and the Internet. The Design and Use of Amsterdam's Digital City*, Enschede: Twente University
- [47] RTVE (2017) *El acoso a las mujeres en los videojuegos en línea (2017)*. Radio Televisión Española. URL: <http://www.rtve.es/alacarta/videos/telediario/td2-videojuegos-170717/4120144>
- [48] Simon, S. J. (2000). The impact of culture and gender on web sites: an empirical study. *ACM SIGMIS Database: The Database for Advances in Information Systems*, 32(1), 18-37.
- [49] Sørensen, K., Rommes, E., & Faulkner, W. (Eds.) (2011). *Technologies of Inclusion: Gender in the Information Society*. Trondheim: Tapir Academic Press.
- [50] Schraudner, M. (2010). Fraunhofer's DiscoverGender Research Findings. In Spritzley, A., Ohlausen, P., Sprath, D., (Eds.), *The Innovation Potential of Diversity: Practical Examples for the Innovation Management*, pp. 169–185. Berlin: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung.
- [51] Schröder, K. (2012). *Female Interaction Strategy*. Aarhus: Design People.
- [52] Subrahmaniyan, N., Beckwith, L., Grigoreanu, V., Burnett, M., Wiedenbeck, S., Narayanan, V., ... & Fern, X. (2008). Testing vs. code inspection vs. what else?: male and female end users' debugging strategies. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 617-626). ACM.
- [53] Turkle, S. (2004). Computational reticence: Why women fear the intimate machine. In *Technology and women's voices* (pp. 44-60). Routledge.
- [54] Wilfred W. F. Lau and Allan H. K. Yuen. Exploring the effects of gender and learning styles on computer programming performance: implications for programming pedagogy. *British Journal of Educational Technology* Vol 40 (4) (2009) 696–712.
- [55] Williams, D.; Consalvo, M.; Caplan, S.; Yee, N. (2009). Looking for Gender: Gender Roles and Behaviors Among Online Gamers. *Journal of Communication*, 59, 700-725.
- [56] Zeldin, A. L., & Pajares, F. (2000). Against the odds: Self-efficacy beliefs of women in mathematical, scientific, and technological careers. *American Educational Research Journal*, 37(1), 215-246

# Mujeres en las tecnologías, tiempo para trabajar, tiempo para vivir

Ana M. González Ramos  
Universitat Oberta de Catalunya  
Parc Mediterrani de la Tecnologia  
08860 Barcelona (España)  
034934505265  
agonzalezram@uoc.edu

Laura LamollaKristiansen  
Universitat Oberta de Catalunya  
Avda. Tibidabo  
08035 Barcelona (España)  
034934735575  
llamollak@uoc.edu

## RESUMEN

Algunas teorías acentúan la conciliación como un elemento crucial en la retención y promoción de las mujeres en el sector de las tecnologías. En el proyecto GENTALENT hemos encuestado a 326 mujeres para conocer sus condiciones de trabajo. Los resultados ponen de manifiesto que las mujeres encuentran pocos obstáculos (o en menor medida que los esperados) respecto a la conciliación, pero tienen una percepción negativa respecto a su actual jornada laboral, estimando que debería ser más corta. Estos datos se ven corroborados por las encuestas de Población Activa (EPA) y de Condiciones de Vida Laboral (ECVL), que sugieren que el mercado laboral se ajusta a la jornada laboral preferida por los hombres, pero no la que prefieren las mujeres. A partir de los datos de la encuesta GENTALENT también podemos concluir que las mujeres de mayor edad son más críticas con las jornadas laborales del sector tecnológico.

## Palabras Claves

Condiciones laborales; tiempo; discriminación de género; jornada laboral.

## Términos General

Investigación empírica

## 1. INTRODUCCIÓN

La escasez de mujeres en la industria tecnológica y, especialmente, en las posiciones de liderazgo suele justificarse con la dificultad de conciliar vida familiar y trabajo, principalmente relacionadas con la maternidad. Sin embargo, estas explicaciones no aclaran por qué las mujeres sin hijos tampoco consiguen posiciones de liderazgo ni el hecho de que mujeres con cargas familiares consigan acceder a posiciones de liderazgo a pesar de todo. Por eso, hay que buscar otras razones relativas a la cultura masculina de las profesiones tecnológicas, la organización en el puesto de trabajo o el estatus económico y familiar. Los resultados hallados sugieren que los estilos de trabajo, las jornadas laborales y el tiempo son diferentemente conceptualizados por hombres y mujeres.

En este trabajo utilizamos datos secundarios (de la EPA y de la ECVL) y primarios (resultados de una encuesta de elaboración propia con una muestra de más de 300 mujeres ocupadas en el sector de las tecnologías). Se han analizado los efectos de la organización del tiempo diseñada según una cultura masculina del trabajo. Así, hombres y mujeres presentan diferentes opiniones, entendiendo estas últimas que las jornadas son demasiado largas y que preferirían horarios más equilibrados con la vida no

profesional. Podría afirmarse que, las mujeres cuestionan los ambientes masculinizados del mercado laboral tecnológico [1, 2].

El artículo presentará una discusión de los resultados empíricos en relación a los marcos teóricos y los juicios que defienden la centralidad del trabajo o de la familia entre las mujeres ocupadas en el sector de las tecnologías contemporáneas. La variabilidad de situaciones, puesto que las mujeres no son un grupo homogéneo, y la insuficiencia de los marcos teóricos clásicos han originado que las aproximaciones de género insistan sobre la necesidad de cambiar a las organizaciones y no centrar el foco de la cuestión únicamente en las mujeres. Solo el cambio en las organizaciones conseguirá la deseada incorporación de mujeres y el incremento del número de mujeres en las posiciones de liderazgo de los órganos directivos del sector de las tecnologías.

## 2. METODOLOGÍA

La utilización de fuentes secundarias y primarias implica la utilización de diferentes tamaños poblacionales. Sin embargo, puesto que todos los resultados apoyan con evidencias un mismo conjunto de ideas, nos parece adecuado triangular dichos datos y resultados cuantitativos.

La EPA es la principal fuente de datos sobre estadísticas laborales a nivel europeo y proporciona información sobre los rasgos característicos de la fuerza de trabajo en España. En este trabajo hemos elaborado nuestro análisis a partir de la población que trabaja en actividades tecnológicas sean o no de sectores tecnológicos [para conocer más detalles metodológicos ver 3].

En segundo lugar, la ECVL ofrece información sobre las condiciones de vida de la población trabajadora. En esta ocasión, hemos utilizado toda la población puesto que no era viable por el tamaño poblacional escoger una muestra significativa restringida a la población ocupada en el sector tecnológico. Por tanto, los resultados que se detallan se refieren a toda la población europea, que también confirman los resultados hallados en la EPA.

Por último, los datos procedentes de la encuesta propia se refieren a mujeres ocupadas del sector tecnológico. A través de ella podemos conocer más detalles de las mujeres, su opinión sobre las jornadas laborales, su vida profesional y personal y las posibilidades de conciliar trabajo y familia. La muestra conseguida de 326 mujeres es representativa pues proviene de un cuestionario online y una población indeterminada [4]. La media de edad de las mujeres encuestadas es de 40 años, con una desviación estándar de 8.3. En cuanto a la nacionalidad, 90% son españolas. El 64.4% son ingenieras, el porcentaje restante son graduadas en otras titulaciones pero se han incorporado a alguna profesión tecnológica

más adelante en su trayectoria profesional. El 70.3% trabaja en el sector privado, mayoritariamente en grandes empresas y solo el 4.9% son trabajadoras autónomas. Finalmente, el 65.3% de las mujeres que respondieron la encuesta trabaja a tiempo completo.

### 3. RESULTADOS

De acuerdo a los resultados mostrados en la EPA 2008 y 2013 [3], el sector de las tecnologías no parece ofrecer diferentes condiciones laborales a hombres y mujeres. No hay diferencias significativas de género en cuanto al número de trabajadores que consideran que están contratados por un número inferior de horas a las que considera necesarias. Tampoco respecto a las tasas de empleo temporal ni de trabajo a tiempo parcial. Aunque hombres y mujeres ocupados a tiempo parcial aducen diferentes razones para justificar porqué se encuentran en esta jornada laboral, el 33.5% de las mujeres frente a tan solo el 4.5% de los hombres afirman que esta modalidad de empleo les permite conciliar el trabajo con las responsabilidades familiares. Estos datos apoyan las conclusiones de algunas autoras que establecen que es más difícil para las mujeres acceder a posiciones de relevancia debido a sus obligaciones en la vida familiar, lo cual les impide alcanzar mayores aspiraciones profesionales [5, 6, 7, 8].

Pero, incluso si esto es así, los datos empíricos demuestran que hombres y mujeres desarrollan jornadas laborales similares, de 40 horas semanales según convenio, y que las horas habituales trabajadas también son similares (entre 41 y 43 horas semanales). Pero existe una diferencia de género significativa, aunque débil, en cuanto a las horas efectivas trabajadas (41.5 para los hombres; 37.6 para las mujeres). Esta brecha entre hombres y mujeres sugiere que las mujeres deben adaptarse en mayor medida que los hombres a las exigencias de los ambientes de trabajo del sector tecnológico, altamente demandantes y exigentes respecto al cómputo de horas [1, 5, 9, 10]. El porcentaje de horas extras en el sector tecnológico se estima en un 9% frente al 5% de horas extras que se realizan en la mayoría de sectores económicos del mercado laboral español. En la siguiente tabla número 1 se observa que, pese a que las mujeres y los hombres trabajan prácticamente el mismo número de horas, las mujeres preferirían que las jornadas fueran más cortas (34 horas semanales en vez de 40). Ello confirma que las jornadas laborales extensivas son peor valoradas por las mujeres [11, 12].

Tabla 1. Porcentaje de hombres y mujeres realizando horas extras

	Hombres	Mujeres
<b>Horas extras</b>	9.5%	9.8%
<b>Desearían trabajar menos horas</b>	4.6%	9.8%
<b>Personas ocupadas que desearían trabajar menos horas</b>	56.7%	64.2%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la EPA, segundo trimestre año 2013

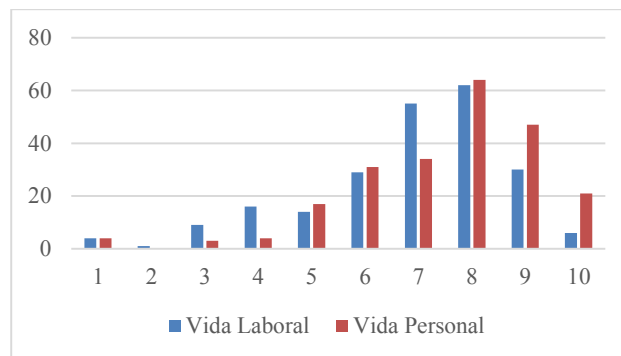
La ECVL(2015) también sugiere que las mujeres ocupadas están sujetas a una jornada laboral menos acorde a sus intereses personales. En cambio, las preferencias de los hombres se ajustan claramente a la jornada laboral mayoritaria en el mercado laboral. Esta situación parece reflejar que la cultura de trabajo en cualquier sector económico no satisface a las mujeres que muestran un mayor desajuste respecto a las jornadas laborales que realizan y las que desearían realizar. Ello es así, tanto en el caso de las mujeres con jornadas laborales más cortas, que querrían aumentarla, tanto como entre las que realizan jornada laboral más largas, que querrían disminuirla. Las mujeres prefieren trabajar menos a partir de una

jornada laboral superior a 42 horas semanales y trabajar más horas cuando tienen una jornada laboral inferior a 35 horas semanales [gráfico de la página 46 en 13].

Según González y otros [3], las mujeres ocupadas en el sector tecnológico estarían menos interesadas que los hombres en realizar largas jornadas laborales y, en cambio, querrían disponer de más tiempo de dedicación relacionado con otras facetas diferentes a la esfera profesional. Puesto que ello es aplicable tanto a las mujeres con hijos y sin hijos, estos resultados parecen indicar que no es únicamente la carga familiar la que motiva esta preferencia de las mujeres por acortar las jornadas laborales sino a un proceso cultural diferente de género que hace que hombres y mujeres encaren la vida personal y profesional de manera distinta.

De los resultados hallados en el proyecto de investigación GENTAENT se desprende que las mujeres están bastante satisfechas con su vida laboral y profesional. El siguiente gráfico número 1, muestra las puntuaciones que han ofrecido las mujeres a en la encuesta realizada. Sus valoraciones se sitúan por encima del notable tanto en su vida laboral como en su vida personal. A pesar de estas puntuaciones que muestran satisfacción en ambas esferas, sus vidas personales son calificadas con puntuaciones más altas que sus experiencias profesionales. Ello parece sugerir cierto balance entre sus vidas personales y laborales, y también que su vida personal es fuente de mayor satisfacción (puntuaciones concentradas entre 7-8) que su vida laboral (puntuaciones situadas entre 8-10).

Gráfico 1. Satisfacción con la vida laboral y personal



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta GENTAENT, año 2016

Por otra parte, cuando las mujeres encuestadas se plantean cambiar de trabajo, los motivos relacionados con su situación profesional pesan más que los relacionados con su vida personal. Por lo que es posible atribuir cierta actitud crítica con el ambiente laboral característico del sector de las tecnologías. En la tabla número 2, la conciliación de la vida familiar y laboral ocupa la última de las motivaciones, incluso por debajo de las razones relacionadas con el enriquecimiento de la vida personal.

Tabla 2. Motivaciones para cambiar de trabajo a lo largo de la trayectoria profesional

<b>Mejora condiciones laborales</b>	58.8%
<b>Finalización del contrato laboral</b>	22.7%
<b>Enriquecimiento de la vida personal</b>	10.8%
<b>Conciliación de la vida profesional y familiar</b>	7.8%

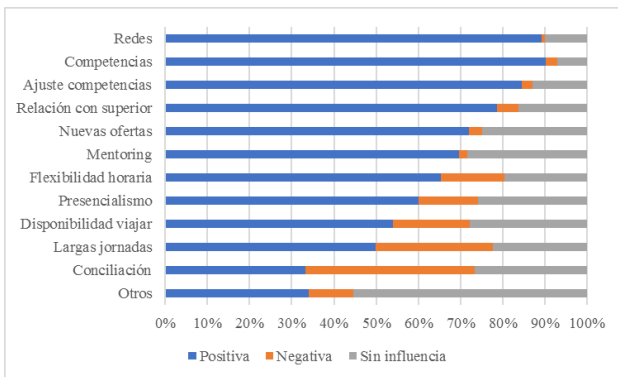
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta GENTAENT, año 2016

Algunas políticas, por ejemplo [14], proponen que la jornada laboral parcial es una manera de resolver la escasa presencia de mujeres en el mercado laboral. En nuestra encuesta, algo más de la mitad de la muestra (25.8%) está ocupada a tiempo parcial -es decir, tienen contratos de menos de 30 horas semanales-. Las razones que relacionan la jornada laboral parcial con la familia solo alcanzan el 2.5% de la población total.

Además, las mujeres que han interrumpido su carrera profesional en alguna ocasión durante su carrera profesional por tener que atender a responsabilidades familiares suponen el 2.5% de la población total, el mismo porcentaje que por sus estudios (2.5%), casi el mismo por haberse finalizado sus contratos laborales (2.1%) y algo más lejos por baja laboral voluntaria (1.8%). La edad es importante para explicar la variabilidad de situaciones por las que las mujeres han interrumpido su trayectoria laboral. Cuanto más jóvenes son las mujeres, más probabilidad presentan de que se haya debido a una decisión propia (debidos a la necesidad de seguir sus estudios o una decisión voluntaria). En cambio, las mujeres de mayor edad aducen en mayor medida motivos relacionados con su contexto social (una situación de desempleo o el cuidado de un familiar). Parece que las razones que explican el empleo parcial de las mujeres encuestadas están más relacionadas con motivaciones de índole personal al principio de su ciclo vital y que las de índole profesional aparecen más tarde cuando los compromisos familiares o las situaciones de desempleo forzado van ganando peso.

De todos modos, parece que todas las mujeres apuntan a la conciliación como factor negativo que ha influido decisivamente en su vida laboral. Pero esta opinión mayoritaria parece un factor basado en estereotipos que influyen en sus respuestas al describir el desarrollo de sus trayectorias profesionales puesto que entra en contradicción con otras preguntas. En el gráfico número 2 pueden observarse las opiniones de las mujeres sobre qué factores fueron decisivos en el desarrollo de su vida laboral. Con independencia de su edad, situación civil o número de hijos, los resultados presentan opiniones muy divididas acerca de la conciliación pues no hay una idea clara de si ha sido un factor positivo o negativo en sus carreras.

Gráfico 2. Factores del contexto laboral que influyen en la carrera profesional



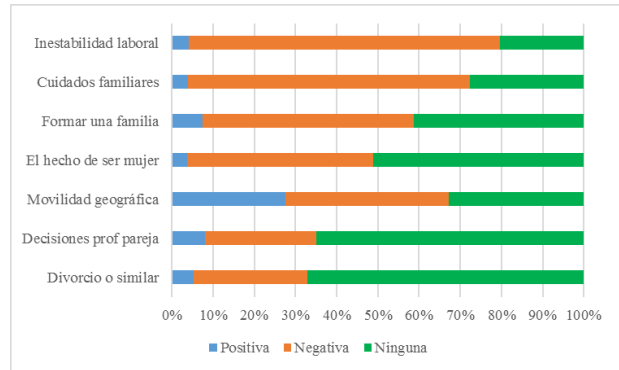
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta GENTALENT, año 2016

Por otra parte, es cierto que, los factores valorados más negativamente son la conciliación de la vida laboral, las largas jornadas del sector, la disponibilidad total para viajar y la necesaria presencialidad en el lugar de trabajo. Y los factores valorados más positivamente están relacionados con la capacidad de establecer redes de contactos profesionales, disponer de las competencias necesarias para el puesto desempeñado y las relaciones con las personas que ocupan cargos superiores. Ello sugiere que el

progreso profesional depende de las competencias técnicas, pero también decisivamente de las relaciones sociales/laborales.

En el siguiente gráfico número 3 puede observarse qué factores de su contexto familiar han influencia positiva, negativa o no ha tenido ninguna influencia en su carrera profesional. Destaca de estas respuestas que los factores relacionados con la formación familiar y el hecho de ser mujer son factores claves que han influido de manera negativa en sus carreras profesionales.

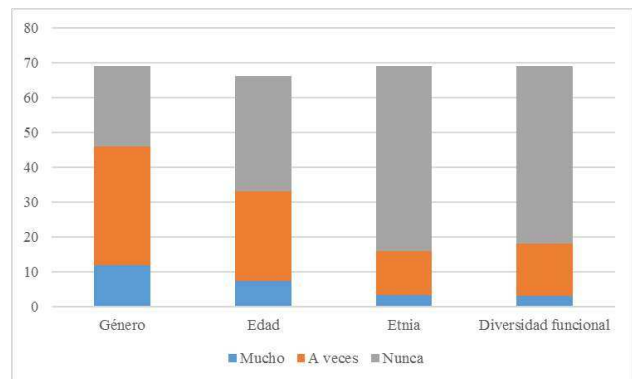
Gráfico 3. Factores del contexto personal que influyen en la carrera profesional



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta GENTALENT, año 2016

Sus respuestas establecen una correspondencia clara con su percepción de discriminación por motivos de género. En el gráfico 4, se observa que las mujeres encuestadas no se inclinan por sentirse discriminadas [15], pero cuando sí lo perciben como un motivo de discriminación grave. También se puede concluir que el género y la edad son los motivos principales de desigualdad en el mercado laboral según las mujeres encuestadas.

Gráfico 4. Opiniones sobre su percepción de discriminación



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta GENTALENT, año 2016

#### 4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo hemos mostrado diversas estadísticas que reflejan las dificultades que las mujeres enfrentan al incorporarse en el mercado laboral del sector tecnológico, relacionadas con la necesidad de adaptarse a largas jornadas laborales en este contexto laboral. También hemos señalado algunas cuestiones relacionadas con la conciliación. Los resultados obtenidos parecen indicar que las mujeres son conscientes de esta problemática tanto por experiencia propia (mujeres con hijos y responsabilidades

familiares) como si no la tienen porque son personas solteras y sin responsabilidades familiares. Las mujeres de mayor edad son más conscientes de este problema (ello puede deberse a un contexto histórico o a una mayor conciencia de los problemas que han tenido que enfrentar a lo largo de su ciclo vital). Aunque, las mujeres ocupadas en el sector de las tecnologías muestran una orientación muy clara hacia su desarrollo profesional, lo cual probablemente matiza sus opiniones sobre la influencia negativa que ha tenido la conciliación en sus vidas profesionales (ya que las puntuaciones muestran resultados no consistentes a lo largo de las diversas respuestas ofrecidas).

Estos resultados sugieren un cambio necesario de las organizaciones para adaptarse a los perfiles diversos de las personas ocupadas en el sector de las tecnologías, no solo compuesta por hombres, que no puede basarse únicamente en una cultura masculinizada. La incorporación de las mujeres y el acceso de las mujeres a puestos de liderazgo requieren medidas dirigidas a los/as empresarios/as, mandos intermedios y personas ocupadas en posiciones de jefatura quienes deben emprender políticas amigables (con recursos económicos y actitudinales suficientes) para combatir los estereotipos de género. A la vista de los datos, las organizaciones también deberían asumir el inicio de un debate serio sobre la gestión del tiempo en las empresas, compatible con el descanso personal. Las mujeres parecen demandar en mayor medida que los hombres el tener horarios más razonables, no directamente relacionados con la maternidad sino con la posibilidad de disponer de más tiempo para otras actividades personales, relacionadas con la calidad de vida, la salud laboral y la necesidad de descongestionarse de un ritmo de trabajo excesivamente competitivo. Las organizaciones deberían aceptar este desafío para atraer más talento femenino, pero también para obtener un rendimiento de mayor calidad de todas las personas empleadas, mujeres y hombres. La creación de políticas asimétricas, que parecen dar ventajas únicamente a las mujeres, como las acciones positivas, no suelen ser bien recibidas ni por las organizaciones ni por las propias mujeres ni por los compañeros de trabajo [15]. Por esa razón, es necesario que las medidas sean interpretadas como beneficiosas para el conjunto de los profesionales y, de manera global, para toda la sociedad; no dirigidos a las mujeres únicamente sino para que ofrezcan una mayor calidad de vida más racional para todas las personas.

## 5. RECONOCIMIENTO

Esta investigación ha sido apoyada por la ACUP (Asociación Catalana de Universidades Públics) y la Fundació la Caixa en la convocatoria Recercaixa, GENTAENT 2014ACUP00013.

## 6. REFERENCIAS

- [1] Ayre, M., Mills, J. and Gill, J. 2013. 'Yes, I Do Belong': The Women Who Stay in Engineering. *Engineering studies*, 5 (3): 216-232.
- [2] Faulkner, W. 2007. Nuts and Bolts and People: Gender-Troubled Engineering Identities. *Social Studies of Science*, 37(3): 331-353.
- [3] González Ramos, A., Vergés Bosch, N. and Martínez García, J.S. 2017. Women in the Technology Labour Market. *REIS* 159: 73-90.
- [4] Wright, K. B. 2005. Researching Internet-Based Populations: Advantages and Disadvantages of Online Survey Research, Online Questionnaire Authoring Software Packages, and Web Survey Services. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 10(3).
- [5] Margolis, J. and Fisher, A. 2002. *Unlocking the Clubhouse Women in Computing*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- [6] Ba, S. 2014. 'A great job and a family': work narratives and the work and family interaction. *Community, Work & Family*, 17(1): 43-59.
- [7] Bailyn, L., Drago, R., and Kochan, T. 2001. *Integrating work and family life: A holistic approach* (Report for Alfred P. Sloan Foundation). Washington, DC: Family Policy Network. Retrieved from MIT: <http://web.mit.edu/workplacecenter/docs/WorkFamily.pdf>
- [8] Hakim, C. 2000. *Work-Lifestyle Choices in the 21st Century*. New York: Oxford University Press.
- [9] Faulkner, W. 2014. Can Women Engineers be 'Real Engineers' and 'Real Women'? Gender In/Authenticity in Engineering. In *Gender in Science and Technology. Interdisciplinary Approaches*, Waltraud, Ernst & Ilona Horwath, 187-203. Bielefeld: Transcript Verlag.
- [10] Ackers, J. 1992. Gendered Institutions. From sex roles to gendered institutions. *Contemporary Sociology*, 21(5): 565-569.
- [11] Gill, R. 2002. Cool, Creative and Egalitarian? Exploring Gender in Project. Based New Media Work in Europe. *Information, Communication and Society*, 5(1): 70-89.
- [12] Cohoon, J.M. y Aspray, W. (eds.) 2006. *Women and Information Technology: Research on Under-Representation*. Massachusetts: MIT Press.
- [13] Anxo, D., Boulin, J-Y, Cabrita, J., Vermeylen, G. Parent-Thirion, A., Lehmann, R. and Lehmann, S. 2017. Working time patterns for sustainable work. 10.2806/736407.
- [14] Chalmers, J. 2013. Occupational Standing over the life course: What is the role of part time work? En Evans, A. and Baxter, J. (eds.) *Negotiating the life course: Stability and Change in Life Pathways*, Life Course Research and Social Policies.
- [15] Kelan, E. K. 2009. Gender Fatigue: The Ideological Dilemma of Gender Neutrality and Discrimination. *Organisations, Canadian Journal of Administrative Sciences* 26: 197-210.

# Educando para la igualdad en la universidad: experiencias de innovación docente en la enseñanza de la informática

Carina S. González-González  
Instituto Universitario de Estudios de las Mujeres  
Universidad de La Laguna  
cjgonza@ull.edu.es

Alicia García-Holgado  
Grupo de Investigación GRIAL  
Universidad de Salamanca  
aliciagh@usal.es

Francisco José García-Peñalvo  
Grupo de Investigación GRIAL  
Universidad de Salamanca  
fgarcia@usal.es

Juanjo Mena  
Grupo de Investigación GRIAL  
Universidad de Salamanca  
juanjo\_mena@usal.es

## ABSTRACT

La Educación para la Igualdad ofrece una propuesta metodológica para abordar procesos de enseñanza-aprendizaje con perspectiva de género en los centros educativos, principalmente en primaria y secundaria. Sin embargo, en el contexto universitario las iniciativas y propuestas metodológicas son todavía escasas. Por otra parte, la escasa presencia de las mujeres en las carreras tecnológicas es un problema internacional que debe ser abordada también desde la Universidad. Por ello, en este trabajo presentaremos dos experiencias desarrolladas en proyectos de innovación docente en la Universidad de La Laguna y en la Universidad de Salamanca para educar en la igualdad al alumnado de asignaturas relacionadas con la tecnología.

**Keywords:** género, educación para la igualdad, ingeniería

## ACM Classification Keywords

H.1.2. Human Factors, K.4. Computer & Society. Ethics.

Paste the appropriate copyright/license statement here. ACM now supports three different publication options:

ACM copyright: ACM holds the copyright on the work. This is the historical approach.

License: The author(s) retain copyright, but ACM receives an exclusive publication license.

Open Access: The author(s) wish to pay for the work to be open access. The additional fee must be paid to ACM.

This text field is large enough to hold the appropriate release statement assuming it is single-spaced in Times New Roman 8-point font. Please do not change or modify the size of this text box.

Each submission will be assigned a DOI string to be included here.

## 1. INTRODUCCION

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha supuesto una remodelación completa de los títulos universitarios, constituyendo una excelente oportunidad para la incorporación de la perspectiva de género<sup>1</sup> en los mismos. Sin embargo, aunque a finales del siglo XX se impulsaron los estudios de género en la universidad española, no ha sucedido lo mismo con la incorporación de los principios de igualdad en la enseñanza de las titulaciones [1]. Aunque es obligatorio que el alumnado universitario reciba formación sobre igualdad [2] [3] [4], se carecen de guías metodológicas prácticas de cómo introducir éstos principios en las guías docentes y ejemplos de cómo realizar actividades educativas con perspectiva de género en las diferentes disciplinas universitarias.

El Instituto de la Mujer (2007) [5] define la Educación en Igualdad (co-educación), cómo “*la propuesta pedagógica actual para dar respuesta a la reivindicación de la igualdad realizada por la teoría feminista, que propone una reformulación del modelo de transmisión del conocimiento y de las ideas desde una perspectiva de género en los espacios de socialización destinados a la formación y el aprendizaje*”. En Europa, las políticas sobre Educación en Igualdad se centran en la erradicación de los roles y estereotipos sexistas tradicionales. Se parte de la idea de que el contexto es no neutro y sexista, y por tanto en los centros educativos reproducen él mismo. El alumnado y el profesorado debe entonces formarse en valores como la igualdad, la tolerancia, el diálogo y resolución práctica de conflictos e introducir éstos conocimientos y competencias en los currículos educativos.

---

<sup>1</sup> El “género” es una construcción cultural mediante la que se describen actitudes, aptitudes y roles sociales diferenciados para hombres y para mujeres en función de su sexo biológico.

Existen distintas maneras de introducir la perspectiva de género en la enseñanza universitaria [6] [7], tales como: a) a través de títulos específicos de estudios de género, feministas, o de las mujeres, b) en una asignatura específica de igualdad en las carreras y c) con un enfoque transversal, integrando contenidos de igualdad en cualquier asignatura del plan de estudios. Ésta última forma es la menos explorada [7], y por ello, en este trabajo nos centraremos en analizar éste enfoque. Según la “Guía de la co-educación” elaborada por el Instituto de la Mujer (2007) [8], las prácticas co-educativas comparten algunas de las siguientes características:

- Aprendizaje basado en proyectos, en dónde se parte del conocimiento u observación del entorno.
- Ruptura de las dinámicas y prácticas tradicionales educativas.
- Sensibilización del alumnado, del profesorado y del entorno inmediato.
- Fomento de la participación y la dimensión cooperativa entre el alumnado.
- Promueve el descubrimiento, el pensamiento y el debate.
- Utilización de metodologías activas, participativas y motivadoras.
- Utilización de lenguaje no sexista.

Debido a la perspectiva androcéntrica existente en la sociedad actual las mujeres han sido invisibilizadas, en general en casi todas las disciplinas, pero en particular las carreras tecnológicas y, sobre todo, en informática. Por ello, Entonces, en éste artículo presentaremos cómo hemos diseñado y llevado a cabo prácticas docentes innovadoras para llevar la perspectiva de género a la enseñanza universitaria de forma transversal, y específicamente, analizaremos el caso de dos asignaturas del grado de informática en la Universidad de La Laguna y en la Universidad de Salamanca.

## **2. EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN DOCENTE PARA LA INCLUSIÓN DE LA PERSPECTIVA DE GÉNERO EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA INFORMÁTICA**

### **2.1. Caso Universidad de Salamanca: Inclusión de la perspectiva de género en la asignatura de Ingeniería de Software I**

En la convocatoria de Innovación Docente de la Universidad de Salamanca para realizar proyectos de esta índole en el curso 2016-2017, se presentó el proyecto que lleva por título “Inclusión de la perspectiva de género en la asignatura de Ingeniería de Software I” (ref. ID2016/084 y financiado con

210€) con el objetivo general de incorporar la perspectiva de género en la docencia de Ingeniería del Software I como la primera fase para introducir en cursos académicos posteriores la perspectiva de género en el Grado de Ingeniería Informática.

En particular, este proyecto se ha llevado a cabo en el grupo A de la asignatura. Este proyecto de innovación tiene su origen en el “III Workshop EnGendering Technologies” que tuvo lugar el 15 de septiembre de 2016 en la XVII Conferencia Internacional sobre Interacción Persona-Ordenador (Interacción 2016) dentro del Congreso Español De Informática (CEDI)<sup>2</sup>. Para realizar este proyecto se conformó un equipo de trabajo formado por profesores con amplia experiencia como responsables de proyectos de innovación: el Dr. Francisco José García-Peñalvo, coordinador de la asignatura Ingeniería del Software I en cuyo contexto se ha desarrollado este proyecto de innovación; el Dr. Juan José Mena Marcos, experto en el ámbito de la evaluación educativa; y la Dra. Carina González González de la Universidad de la Laguna (España), como experta en perspectiva de género en el ámbito tecnológico y miembro del Instituto Universitario de Estudios de las Mujeres de la Universidad de la Laguna. Respecto a la responsable del proyecto, Alicia García-Holgado, desarrolla su docencia en la asignatura Ingeniería del Software I y cabe destacar su participación en diferentes iniciativas relacionadas con los problemas de género en el ámbito tecnológico. En particular, es miembro de Women Techmakers, una iniciativa de Google a nivel mundial cuyo objetivo es promover la presencia de las mujeres en la tecnología a través de eventos donde las charlas están a cargo de mujeres que se dedican al ámbito tecnológico.

El caso descrito en esta sección puede consultarse en la Memoria de Resultados del proyecto de Innovación Docente [9], cuyo objetivo general fue el de incorporar la perspectiva de género en la docencia de Ingeniería de Software I del Grado Ingeniería Informática de la USAL [10].

Para la consecución del objetivo general planteado se definieron un conjunto de objetivos específicos, a saber:

- a) Incorporar actividades que promocionen la perspectiva de género en el contexto de la Ingeniería de Software.
- b) Ofrecer una guía académica que tenga en cuenta la perspectiva de género.
- c) Realizar un estudio mixto sobre la percepción de los estudiantes acerca de la brecha de género en contextos tecnológicos.

A continuación, se presentarán los principales resultados obtenidos para cada uno de éstos objetivos.

<sup>2</sup> Web del workshop: <https://engenderict.wordpress.com/egt-2016/>

### a) Inclusión de la perspectiva de género en las diferentes actividades de la asignatura

Se ha promovido la presencia de mujeres en el mayor número posible de grupos de prácticas. Algunas de las actividades de evaluación continua junto con el trabajo final se realizan en grupos formados por dos o tres estudiantes. Ha habido 23 grupos de los cuáles 4 estaban formados por hombres y mujeres (grupos mixtos) y 1 estaba formado íntegramente por mujeres. Teniendo en cuenta las limitaciones existentes, tan solo hay 10 mujeres matriculadas, el número máximo de grupos mixtos posibles es 10. Por tanto, un 40% de los grupos ha seguido las sugerencias del equipo docente.

Por otra parte, a lo largo del desarrollo de la asignatura se ha utilizado un hashtag de Twitter para compartir información relacionada con los problemas de género en el ámbito tecnológico. El hashtag utilizado ha sido #is1usal17. Se han compartido 37 tweets. En la Figura 1 se pueden ver algunos ejemplos. Todos los tweets están disponibles en el siguiente enlace:

<https://twitter.com/hashtag/is1usal17>.



Figura 1. Algunos tweets con el hashtag #is1usal17

Además, se ha creado un widget de Twitter para el hashtag #is1usal17 y se ha embebido en el espacio de la asignatura en el Campus Virtual de la Universidad de Salamanca.

Respecto a las actividades de la asignatura, para cada taller se ha definido un enunciado relacionado con los problemas de género en el ámbito tecnológico. En total se han definido tres talleres que han sido realizados por los 3 grupos de prácticas - A1, A2, A3- en los que se subdivide el grupo de teoría formado por 72 estudiantes. Cada enunciado se ha acompañado de una introducción sobre el problema a resolver con enlaces a noticias e informes de actualidad que tratan la brecha de género. Los problemas a resolver mediante un desarrollo software han sido:

- Una aplicación web que proporcione las herramientas necesarias para impulsar la adquisición de competencias STEM en la educación primaria y secundaria con especial énfasis en las chicas, intentando reducir la percepción de

desigualdad en la elección de estudios universitarios.

- Un portal de empleo para mujeres especializado en informática, telecomunicaciones y tecnología.
- El portal de una asociación cuyo objetivo principal es dar visibilidad a las mujeres en el ámbito tecnológico a través de diferentes proyectos.

Por otra parte, el trabajo final también ha estado relacionado con la perspectiva de género, en concreto ha consistido en definir un portal para promover la visibilidad de la mujer en el contexto STEM, proporcionando un espacio donde tuvieran cabida iniciativas, proyectos, asociaciones, instituciones, etc. relacionadas con reducir la brecha de género en el sector tecnológico. Se ha dado total libertad a cada grupo para definir la funcionalidad del sistema con el objetivo de que investigaran sobre la problemática.

### b) Ofrecer una guía académica que tenga en cuenta la perspectiva de género.

Se han modificado todos los materiales y se ofrece una guía inicial con la inclusión de la perspectiva de género. Cabe destacar que los materiales utilizados durante las clases, así como aquellos publicados en el Campus Virtual, se han actualizado con el objetivo de utilizar un lenguaje inclusivo que evitara el masculino genérico en la medida de lo posible. Para ello se han seguido las recomendaciones lingüísticas para un uso no sexista del lenguaje incluidas en la Guía de Igualdad de la Universidad de Salamanca.

### c) Evaluación de las medidas planteadas para visibilizar la brecha de género

Para llevar a cabo la evaluación de las medidas implantadas se han definido dos instrumentos, un pretest y un postest de único grupo (sin control) que posteriormente se han analizado utilizando un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) [11] [12]. Las preguntas que conforman el pretest y el postest son en su mayoría de respuesta múltiple pero también hay algunas preguntas abiertas. La elaboración de ambos instrumentos ha combinado preguntas definidas ad-hoc y preguntas basadas en trabajos previos. En particular, en el guion de las entrevistas realizadas en el proyecto “Trayectorias de vida tecnológica y género: factores psicosociales implicados en el acceso a las titulaciones de ingeniería informática” [13] y en el cuestionario utilizado en el proyecto “Fortalecimiento de la Equidad de Género en la Educación superior en Colombia” [14]. La única diferencia entre ambos instrumentos radica en que el postest incorpora al final una serie de afirmaciones relacionadas con la incorporación de la perspectiva de género en la asignatura de Ingeniería del Software I.

Ambos instrumentos de evaluación se han aplicado de forma anónima a toda la población (72 estudiantes). Para poder comparar los resultados se ha incluido un identificador único que se debía calcular restando al Número de Identificación Fiscal (NIF) la fecha de nacimiento, dato del que no se



dispone en los listados proporcionados por el sistema de gestión de matrículas de la Universidad de Salamanca.

El pretest se implementó en Google Forms y se compartió durante la primera semana de docencia de la asignatura como actividad obligatoria con el fin de obtener el mayor número de respuestas anónimas posible. Inicialmente se obtuvieron alrededor de 55 respuestas, pero los datos tuvieron que ser invalidados porque un estudiante publicó el enlace del cuestionario en un hilo de debate en un popular foro de Internet con el fin de invalidar los resultados de la encuesta, lo cual provocó cientos de respuestas ajenas a la asignatura. Con el fin de poder continuar con el proyecto de innovación se volvió a aplicar el instrumento en horario no lectivo y en formato impreso. En esta segunda ronda se obtuvieron únicamente 9 respuestas, de tal forma que el instrumento definido no ha servido para evaluar el impacto del proyecto como se había planteado en la propuesta inicial.

Ante esta situación se decidió reorientar la finalidad de los instrumentos, de tal forma que esta primera experiencia ha servido para validarlos. La aplicación del segundo instrumento también se ha realizado en horario no lectivo y en formato impreso para evitar que se repitiera el problema del pretest. En este caso se obtuvieron 23 respuestas de las cuáles una no es válida porque únicamente se completaron las preguntas sobre el contexto.

Los instrumentos han sido validados a partir de los resultados obtenidos en esta experiencia con el fin de aplicarlos en cursos académicos posteriores [15].

Los problemas con la aplicación del pretest implicaron la reorientación de los instrumentos de tal forma que esta primera experiencia se ha utilizado para validarlos. Por este motivo, no se ha realizado un análisis comparativo de los resultados de ambos instrumentos. Destacar únicamente los resultados obtenidos en el postest en la pregunta relacionada con las actividades llevadas a cabo en la asignatura para introducir la perspectiva de género.

Sobre las respuestas obtenidas para cada una de los ítems de la pregunta, destacamos que el 86,36% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la frase “La brecha de género es una moda pasajera”, tan solo 1 persona se muestra de acuerdo con la misma (4,55%). Respecto a la frase “La brecha de género no es un problema que deba tratarse en esta asignatura” existen opiniones variadas, 6 personas están de acuerdo o totalmente de acuerdo (27,27%), 5 personas no se muestran ni a favor ni en contra (22,73%), y 13 personas están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo (59,09%). La mayoría de las personas que han respondido sí tenían conocimiento del problema antes de cursar la asignatura, es decir, el 81,82% ha respondido que no está de acuerdo con la afirmación “Antes de cursar la asignatura no sabía que existía la brecha de género en el sector tecnológico”. Todas las personas coinciden en que “Las personas que estudian carreras técnicas deben ayudar a reducir la brecha de género en su sector”. En concreto, el 90,91% ha respondido que está

de acuerdo o totalmente de acuerdo, y el porcentaje restante no se muestra de acuerdo o en desacuerdo. En cuanto a “La brecha de género es un problema que afecta únicamente a las mujeres”, 4 personas se muestran de acuerdo (18,81%) frente a 17 que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo (77,72%). Respecto a las actividades llevadas a cabo como parte del proyecto, el 54,55% no está de acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación “La información sobre la brecha de género compartida en Twitter con el hashtag de la asignatura me ha servido para conocer mejor el problema de género en el sector tecnológico”, y el 31,82% sí está de acuerdo. Finalmente, el 77,27% está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación “Las soluciones software planteadas en los talleres de prácticas pueden ser una manera de trabajar en la reducción de la brecha de género” y solo el 9,09% está en desacuerdo.

## **2.2. Caso Universidad de La Laguna: Inclusión de la perspectiva de género en las asignaturas de Sistemas de Interacción Persona-Computador y Diseño Web.**

La inclusión de la perspectiva de género en la enseñanza de la Informática en el caso de la Universidad de La Laguna, fue realizada en el marco de un proyecto de innovación docente presentado en la convocatoria 2016-2017 denominado “Feminario”. El proyecto de innovación docente “Feminario” tuvo el objetivo general de constituir una plataforma formal para el diseño colaborativo de buenas prácticas en igualdad en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Universidad de La Laguna. A través del mismo, se buscaba contribuir de forma práctica a la normalización de las propuestas didácticas e innovadoras, planteándolas como accesibles y fáciles de incorporar en las guías docentes, en las prácticas, en la interrelación en el aula, etc. [16]. En el proyecto desarrollado han participado distintas asignaturas de diversas titulaciones tales como el Grado de Pedagogía, Grado de Psicología, Grado de Sociología, Grado de Geografía e Historia, Grado en Turismo, Grado de Maestro Educación Infantil y, las que presentaremos en éste artículo, pertenecientes al Grado de Ingeniería Informática, al Grado en Diseño. Por otra parte, también se han desarrollado actividades de inclusión de perspectiva de género en el Máster en Educación y TIC.

A través del proyecto Feminario se han llevado a cabo acciones tendientes a la inclusión de la perspectiva de género en la docencia, el desarrollo de acciones vinculadas a las TICs como recurso docente y de divulgación, y la inclusión de una metodología participativa e interdisciplinar abierta a recoger las posibilidades, enfoques y diferencias entre las distintas áreas de conocimiento implicadas [17]. En total participaron 14 profesores y profesoras de la Universidad de La Laguna coordinados por las profesoras Ana Vega Navarro y la Sara García Cuesta.

A continuación, se presentarán las actividades educativas desarrolladas para la inclusión de la perspectiva de género en

las asignaturas relacionadas con la enseñanza-aprendizaje de la informática.

#### a) Asignatura “Diseño web”

La asignatura “Diseño web” es una asignatura de 6 créditos correspondiente al 3er curso del Grado en Diseño de modalidad presencial. El número de estudiantes matriculados fueron 45, donde 28 mujeres y 17 hombres.

Esta asignatura se dividió en dos partes, primero se dieron las bases de los lenguajes y herramientas (5 semanas), para luego, centrarse en el diseño e implementación de un proyecto (10 semanas), desde la idea inicial, hasta la implementación con tecnologías. El desarrollo del proyecto fue un trabajo coordinado y supervisado por el equipo docente, al cual se ha dedicado 10 semanas de las 16 del cuatrimestre, en donde los estudiantes debían ir integrando los conocimientos adquiridos e ir obteniendo nuevas competencias a través del desarrollo de su proyecto.

La metodología utilizada en la asignatura fue la de PBL (aprendizaje basada en proyectos) y el trabajo ha sido grupal e individual.

Uno de los temas específicos de la asignatura además incluye el Pensamiento de Diseño y el Diseño centrado en el usuario (DCU) [18], lo cual nos ha facilitado la inclusión de la perspectiva de género en todas las fases del diseño del proyecto a desarrollar, al que hemos denominado “Proyecto UX (del inglés User eXperience, o experiencia de usuario). Por ello, las actividades desarrolladas relacionadas con el proyecto de innovación educativa estuvieron relacionadas con el diseño del proyecto UX y el diseño Web. Las actividades de evaluación principalmente se basaron en la resolución de problemas de diseño. La perspectiva de género se introdujo como una de las variables a analizar en el diseño de productos y servicios basados en web y se trabajaron el diseño de los proyectos grupales de las y los estudiantes.

Se ha creado una metodología propia para el desarrollo del proyecto, tomando como base distintos enfoques y teorías (diseño centrado en las personas, técnica de personas, diseño emocional, frameworks de experiencia de usuario, narrativas, metodologías de diseño ágil y emprendeduría, bocetos, prototipado, sketching, etc.), dando como resultado unos proyectos con resultados altamente positivos y con un mínimo producto viable, usable y con perspectiva inclusiva. En cada una de las fases se les pedía que analizaran cómo su proyecto iba a solucionar distintos problemas que tenían las personas, la innovación aportada, las diferencias existentes entre preferencias, usos, necesidades de hombres y mujeres, niños y niñas, mayores, personas con discapacidad, etc.

De los 38 estudiantes matriculados, solo 35 han estado activos y realizado las tareas y la evaluación continua. Se crearon un total de 8 grupos, que entregaron 8 proyectos.

Cómo anécdota, comentar que cuando comenzamos el trabajo del proyecto con los grupos, eran supervisados siempre por la profesora en clase, una de las primeras fases es utilizar la técnica de personas, y representar a diferentes usuarios y usuarias de su tecnología. De los 8 grupos, salvo 2, el resto no incluía y representaba a usuarias mujeres, siempre representaban a varones. Por ello, al ver cómo estaban pensando, la profesora introducía reflexiones sobre estas prácticas, para ayudar a que los y las estudiantes pudieran repensar sus propias prácticas de diseño y replantearse su forma de afrontar esta tarea. Esta forma de trabajar con la metodología, paso a paso, desde la idea hasta la evaluación del producto, ha dado excelentes resultados. Al ser el proyecto y sus diferentes entregables la tarea con mayor peso en la evaluación, la nota promedio de los y las estudiantes ha sido de notable.

*Se concluye que el trabajo por proyectos y la metodología creada para específicamente con una visión inclusiva centrada en las personas y el trabajo ágil ha dado excelentes resultados y creemos que es una excelente estrategia para trabajar e introducir la perspectiva de género en los equipos de diseño de tecnología y proyectos web.*

#### b) Asignatura “Sistemas de Interacción Persona-Computador”

La asignatura “Sistemas de Interacción Persona-Computador” es una asignatura de 6 créditos correspondiente al 3er curso del Grado en Ingeniería Informática. El número de estudiantes matriculados en la misma fue de 88 estudiantes, de los cuales, 13 fueron mujeres y 75 hombres.

En la Guía docente de la asignatura se incluyeron criterios de evaluación específicos en la guía docente de la asignatura sobre la igualdad de género y su peso de 10% en la entrega de los trabajos y proyectos. Las actividades de evaluación principalmente se basaron en la resolución de problemas.

Esta asignatura se divide en diferentes partes (bloques) teóricos con diferentes prácticas. Uno de los temas específicos de la asignatura además incluye el Factores Humanos y el Diseño centrado en el usuario (DCU) [18], lo cual nos ha facilitado la inclusión de la perspectiva de género en todas las fases del diseño del proyecto a desarrollar, al que hemos denominado “Proyecto UX (del inglés User eXperience, o experiencia de usuario).

Por ello, la igualdad de género se trabajó específicamente en el diseño e implementación de un proyecto de UX, desde la idea inicial, hasta la implementación con tecnologías. Entonces, la perspectiva de género se introdujo como una de las variables a analizar en el primer tema de la asignatura en donde se trata el diseño de productos y servicios tecnológicos.

El desarrollo del proyecto fue un trabajo coordinado y supervisado por la profesora de la asignatura, al cual se ha

dedicado 10 semanas de las 16 del cuatrimestre, en donde los estudiantes debían ir integrando los conocimientos adquiridos e ir obteniendo nuevas competencias a través del desarrollo de su proyecto. Existían dos grupos de clase, el de mañana, más numeroso, y el de la tarde.

De los 88 estudiantes matriculados, 86 han estado activos y realizado las tareas y la evaluación continua, de los cuales fueron 13 chicas y 73 chicos. Se han creado un total de 20 grupos, que entregaron 20 proyectos.

Se ha creado una metodología propia para el desarrollo del proyecto, tomando como base distintos enfoques y teorías (diseño centrado en las personas, técnica de personas, diseño emocional, frameworks de experiencia de usuario, narrativas, metodologías de diseño ágil y emprendeduría, bocetos, prototipado, sketching, etc.), dando como resultado unos proyectos con resultados altamente positivos y con un mínimo producto viable, usable y con perspectiva inclusiva. En este caso, los estudiantes tenían posibilidades de utilizar otras tecnologías diferentes a las de diseño web, pero en su mayoría, utilizaron tecnologías web.

Asimismo, en cada una de las fases se les pedía que analizaran cómo su proyecto iba a solucionar distintos problemas que tenían las personas, la innovación aportada, las diferencias existentes entre preferencias, usos, necesidades de hombres y mujeres, niños y niñas, mayores, personas con discapacidad, etc.

Al igual que en la asignatura de Diseño web, cuando comenzamos el trabajo del proyecto con los grupos, eran supervisados siempre por la profesora en clase, una de las primeras fases es utilizar la técnica de personas, y representar a diferentes usuarios y usuarias de su tecnología. Los y las estudiantes, en ningún caso, incluía y representaba a usuarias mujeres, siempre representaban a varones. Por ello, al ver cómo estaban pensando, la profesora introducía reflexiones sobre estas prácticas, para ayudar a que los y las estudiantes pudieran repensar sus propias prácticas de diseño de tecnologías y replantearse su forma de afrontar esta tarea. Esta forma de trabajar con la metodología, paso a paso, desde la idea hasta la evaluación del producto, ha dado excelentes resultados. Al ser el proyecto y sus diferentes entregables la tarea con mayor peso en la evaluación, la nota promedio de los y las estudiantes ha sido de notable.

Se preguntó a cada grupo que valoran el aprendizaje a través del desarrollo del proyecto, dificultades encontradas, recomendaciones, etc. Algunas de las valoraciones realizadas por los grupos de estudiantes incluyen que han aprendido a trabajar en equipo y coordinarse, a tener visión de proyecto, a llevar sus ideas a prototipos funcionales, a cómo detectar las necesidades de las personas y diseñar soluciones más ajustadas a las mismas, a analizar la viabilidad y factibilidad del proyecto, a pensar en problemas reales que requieren soluciones tecnológicas que sean de ayuda, a utilizar metodologías ágiles, a pensar en los

diferentes casos y sobretodo un producto que ayude a las personas y a crear proyectos innovadores.

*Se concluye, al igual que en la asignatura de Diseño Web, que el trabajo por proyectos y la metodología creada para específicamente para el diseño de proyectos con una visión inclusiva centrada en las personas es una excelente estrategia para trabajar e introducir la perspectiva de género en los equipos de diseño de tecnología y proyectos tecnológicos. Si bien las valoraciones de los estudiantes no incluyen ninguna referencia explícita al género, hablan de que han aprendido a realizar productos útiles para las "personas" y que incluso el pensar de esta manera les resultó "difícil". También, que el trabajar por proyectos les ha servido para aprender a coordinarse y llevar a cabo un proyecto desde la idea inicial hasta un producto final.*

### 3. CONCLUSIONES

En este trabajo se han presentado dos experiencias de innovación docente enmarcados en proyectos de innovación educativa de dos universidades españolas.

Ambos proyectos compartían el objetivo de introducir la perspectiva de género en la docencia de la enseñanza de la tecnología. En concreto, dentro del Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca y del Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de La Laguna. Además, se presentaron otras experiencias realizadas en la Universidad de La Laguna para la enseñanza de la tecnología en grados diferentes a los de la especialización de informática, tales como el Grado en Diseño.

Asimismo, aunque no se han descrito las experiencias en el presente artículo, desde el proyecto Feminario se realizaron experiencias en un Máster Universitario oficial denominado Educación y TIC, cuya modalidad es online. En concreto en la asignatura "Entornos Virtuales de Aprendizaje" y en la asignatura "Avances en Tecnologías digitales para la Enseñanza y el Aprendizaje" del Máster Universitario en Educación y TIC de la Universidad de La Laguna. En estas asignaturas se desarrollaron actividades gamificadas en una parte de esta asignatura, pidiendo al alumnado que contextualizara el trabajo que tenían que realizar eligiendo un área de aprendizaje e introduciendo perspectiva de género en el mismo, cuyos resultados muestran desconocimiento sobre la materia de igualdad. Por ejemplo, descontextualizaban completamente del tema a trabajar planteándolo de forma aislada. Sin embargo, la violencia de género fue relacionada de forma significativa en las actividades realizadas. Se concluye que es imprescindible formar al alumnado en materias de igualdad de género, ya que existe un gran desconocimiento sobre el tema.

Por otro lado, la experiencia llevada a cabo en la Universidad de Salamanca durante el curso 2016/2017 se ha continuado en el actual curso, 2017/2018 con el objetivo de probar la metodología con diferentes grupos de estudiantes y poder

aplicar el cuestionario validado al finalizar el curso académico. Para esta segunda experiencia las actividades planteadas se han centrado en la brecha de género en el ámbito científico relacionado con el área tecnológica. Así mismo, el hashtag de Twitter se ha actualizado a #is1usal18 para continuar compartiendo información de actualidad sobre la mujer, la tecnología y la ciencia.

Las acciones llevadas a cabo en las asignaturas cambiaron la percepción de los/as estudiantes respecto a los problemas de género en el ámbito tecnológico. Creemos que es imprescindible formar al alumnado en materias de igualdad de género, ya que existe un gran desconocimiento sobre el tema. Como estrategia metodológica, el aprendizaje basado en proyectos con una visión inclusiva centrada en las personas ha dado muy buenos resultados.

## REFERENCIAS

- [1] Menéndez Menéndez, M. I. (2013) Metodologías de innovación docente: la perspectiva de género en Comunicación Audiovisual. *Historia y Comunicación Social*. Vol. 18 N° Especial Octubre. Págs. 699-710.
- [2] Bosch E. et al. (2011). Incorporación de los contenidos en igualdad de oportunidades y género en grado. Palma de Mallorca: Universidad de las Islas Baleares.
- [3] Mora, E., & Pujal Llombart, M. (2009). Introducción de la perspectiva de género en la docencia universitaria. Disponible en: <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/2017>
- [4] Rodríguez, T. L., & Sumaza, C. R. (2009). Enfoque de género en la docencia universitaria: apuntes para la elaboración de un protocolo de buenas prácticas. In *Identidades femeninas en un mundo plural* (pp. 441-448).
- [5] Instituto de la Mujer y para la Igualdad de Oportunidades (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad). *Guía de Buenas Prácticas en Igualdad en Europa*. Disponible en: <https://sede.educacion.gob.es/publivena/guia-de-buenas-practicas-de-educacion-en-igualdad-en-europa/educacion-igualdad/20613>.
- [6] Stimpson, C. R. (1998). “¿Qué estoy haciendo cuando hago estudios de las mujeres en los años 90?”. En: Navarro, M. y Stimpson, C. R. (comps.) (1998). *¿Qué son los estudios de las mujeres?* México D.F.: Fondo de Cultura Económica. p. 127-165.
- [7] Bosch, E. y Ferrer, V. (2012). “La vieja y la nueva universidad: cambios propuestos desde una perspectiva de género”. En: UNIDADE DE IGUALDADE (ed.) (2012). *II Xornada de Innovación en Xénero. Docencia e investigación*. Vigo: Universidad de Vigo. p. 31-49.
- [8] Instituto de la Mujer (2007): “Guía de Coeducación. Síntesis sobre la Educación para la Igualdad de Oportunidades entre Mujeres y Hombres”. Observatorio para la Igualdad de Oportunidades. Madrid. Disponible en: <http://www.inmujer.gob.es/observatorios/observIgualda/estudiosInformes/docs/009-guia.pdf>
- [9] García- Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., Mena, J., & González, C. (2017b). Introducción de la Perspectiva de Género en la docencia de Ingeniería del Software. In M. L. Sein-Echaluze Lacleta, Á. Fidalgo-Blanco, & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *La innovación docente como misión del profesorado*. Actas del IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2017 (4-6 de Octubre de 2017, Zaragoza, España) (pp. 627-631). Zaragoza, España: Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. doi:10.26754/CINAIC.2017.000001\_134
- [10] García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., Mena Marcos, J. J., & González González, C. S. (2017a). Inclusión de la perspectiva de género en la asignatura de Ingeniería de Software I. Disponible en: [https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/135405/1/MID\\_16\\_084.pdf](https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/135405/1/MID_16_084.pdf)
- [11] Creswell, W., & Plano Clark, V. (2007). Examining preliminary considerations. *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, 20-37.
- [12] García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., Mena, J., González, C. S. (2017c). Pretest y postest para evaluar la introducción de la perspectiva de género en la docencia de asignaturas de Ingeniería Informática (Technical Report GRIAL-TR-2017-005). Retrieved from Salamanca, Spain: Grupo GRIAL <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/929>. doi:10.5281/zenodo.825768
- [13] Gil-Juárez, A., Feliu, J., Vall-Llovera, M., & Biglia, B. (2014). Trayectorias de vida tecnológica y género: factores psicosociales implicados en el acceso a las titulaciones de ingeniería informática. Instituto de la Mujer. Retrieved from Instituto de la Mujer: [http://www.inmujer.gob.es/areasTematicas/estudios/estudioslinea2014/docs/Trayectorias\\_vida\\_tecnologica\\_genero.pdf](http://www.inmujer.gob.es/areasTematicas/estudios/estudioslinea2014/docs/Trayectorias_vida_tecnologica_genero.pdf).
- [14] Rojas Betancur, M., Méndez Villamizar, R., & Montero Torres, L. (2013). Satisfacción laboral y relaciones de género en la universidad. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (40).
- [15] García-Holgado, A., Mena Marcos, J. J., García-Peñalvo, F. J., & González, C. (2018). Inclusion of gender perspective in Computer Engineering careers. Elaboration of a questionnaire to assess the gender gap in Tertiary Education 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), (17-20 April 2018, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain) (pp. 1553-1560). USA: IEEE.
- [16] Vega Navarro A., García-Cuesta S., Díaz Hernández M., Espino Espino E. Calzadilla Medina A., Santos Vega J. D. (2017). Género e Innovación en los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje. VII Jornadas de Innovación Educativa. Universidad de La Laguna.

[17] Vega Navarro A., García-Cuesta S., Torrado Martín-Palomino E., Díaz Hernández M., Santos Vega J. D., Candela San Juan B. (2017). Acciones innovadoras para reducir la desigualdad de género desde la Universidad VII Jornadas de Innovación Educativa. Universidad de La Laguna

[18] González, C. S. G. (2014). Estrategias para trabajar la creatividad en la Educación Superior: pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. Revista de Educación a Distancia, (40).

# Marco de Desarrollo de Interfaces de Usuario de Sistemas Interactivos basados en Distribución de Contenido de Video\*

Alexandra Ruiz  
Universidad del Quindío  
Armenia, Quindío  
Colombia  
aruiz@uniquindio.edu.co

Jose L. Arciniegas  
Universidad del Cauca  
Popayán, Cauca  
Colombia  
jlarci@unicauca.edu.co

William J. Giraldo  
Universidad del Quindío  
Armenia, Quindío  
Colombia  
wjgiraldo@uniquindio.edu.co

## ABSTRACT

El presente artículo<sup>1</sup> presenta la propuesta doctoral marco de desarrollo de interfaces de usuario de sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video, la cual tiene como propósito fundamental guiar a los desarrolladores y agilizar el proceso de desarrollo de este tipo de aplicaciones en el contexto de aprendizaje. Con la creación del marco se espera eliminar la brecha existente en cuanto a la carencia de un marco de desarrollo de esta índole y promover aspectos de HCI en la interfaz de este tipo de aplicaciones. El artículo expone los apartados más importantes de la propuesta en mención.

## CCS CONCEPTS

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

## KEYWORDS

Diseño de la interfaz de usuario; marco de desarrollo, HCI, sistemas interactivos basados en video

## ACM Reference format:

A. Ruiz, W.J. Giraldo, and J.L. Arciniegas. 2018. Proceedings Paper in word Format. In *Interacción 2018: XIX International Conference on Human Computer Interaction, September 12–14, 2018, Palma, Spain*. ACM, New York, NY, USA, 2 pages. <https://doi.org/10.1145/3233824.3233833>

## 1 INTRODUCCIÓN

La llegada y adopción de los servicios de streaming ha causado que la industria de la televisión vuelva a pensar en su negocio. Como consecuencia de la competencia de los servicios de streaming, muchos broadcaster han empezado a ofrecer sus contenidos a través de plataformas de Video bajo Demanda (VoD). Al mismo tiempo, los servicios de video streaming están también disponibles en un televisor. El resultado de todo esto es

que el contenido tradicional de televisión está ahora disponible en plataformas de computación (ej. PC) y las soluciones de streaming originalmente más asociadas con plataformas de computación ofrecen sus contenidos sobre plataformas de Televisión [2]. De acuerdo a este escenario, vemos como aplicaciones interactivas basadas en distribución de contenido de video como VoD están siendo diseñadas para múltiples plataformas a pesar de tener las mismas funcionalidades. Esto se debe principalmente a las características particulares que trae consigo cada dispositivo de despliegue, lo cual afecta la interfaz de usuario (IU) y la interacción. Esta problemática representa para los proveedores de contenido de video mayor inversión y tiempo de desarrollo de las aplicaciones.

Uno de los enfoques que puede dar solución a esta problemática es el diseño de la IU basada en modelos o MBUID. MBUID es un enfoque que tiene como objetivo hacer frente a los problemas de heterogeneidad relacionados a dispositivos, usuarios y contextos de uso, reduciendo el esfuerzo necesario para el desarrollo de la IU.

Por otra parte, los sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video tienen diferentes contextos de aplicación, entre ellos, el educativo. En este contexto, el contenido de video es un recurso muy valioso debido a que facilita la construcción de conocimiento significativo dado que aprovecha el potencial comunicativo de las imágenes, los sonidos y las palabras para transmitir experiencias que estimulen los sentidos y los distintos estilos de aprendizaje en los alumnos [1].

Atendiendo a la situación problemática planteada y al contexto de actuación destacado surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la naturaleza de la presentación de los sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video en el contexto de aprendizaje?. Esta pregunta requiere entender los procesos del diseño centrado en el usuario, de la presentación, de cómo es afectada la presentación y el proceso interactivo de acuerdo con las diferentes tecnologías de distribución de video y, finalmente, cómo puede ser modelado.

Como una solución a la pregunta de investigación planteada, se propone la construcción de un marco de desarrollo de la interfaz de usuario de sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video que se apoya en los principios de MBUID. El marco propuesto pretende guiar y agilizar el proceso de desarrollo de la interfaz de usuario de este tipo de sistemas, teniendo en cuenta los principales aspectos que las caracterizan y dando especial relevancia a la disciplina de HCI.

\*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.

El presente artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera: la sección 2 expone los trabajos relacionados y brechas encontradas; la sección 3 presenta los objetivos y metodología aplicada, la sección 4 relaciona las contribuciones y, finalmente, la sección 5 presenta los impactos esperados.

## 2 TRABAJOS RELACIONADOS Y BRECHAS DE INVESTIGACIÓN

Con el fin de identificar los estudios representativos relacionados a marcos metodológicos y tecnológicos para el desarrollo de aplicaciones basadas en distribución de contenido de video, se realizó una revisión sistemática [2]. La revisión permitió identificar propuestas metodológicas para el desarrollo de este tipo de sistemas con diferentes enfoques: diseño centrado en el usuario, ingeniería dirigida por modelos, metodologías ágiles, producción de contenidos e interfaz de usuario. Las propuestas encontradas fueron evaluadas de acuerdo a los elementos que debe tener un marco de desarrollo de sistemas interactivos según [3]. Como resultado de la evaluación se encontró que: las propuestas metodológicas tienen un bajo nivel de formalismo, cubren solo algunos aspectos del diseño de este tipo de sistemas, no están diseñadas para extenderse y no hay apoyo de herramientas tecnológicas. Se pudo concluir que no se evidencia un marco de desarrollo (metodológico y tecnológico) que guíe a los desarrolladores en la creación de sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video que integre los principales aspectos que las caracterizan.

## 3 OBJETIVOS Y METODOLOGIA

Con el fin de eliminar las brechas existentes en el desarrollo de sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video, se plantea como objetivo principal proponer una aproximación metodológica<sup>2</sup> (métodos, técnicas, fundamentos conceptuales, herramientas y artefactos) para modelar y desarrollar la interfaz de usuario y su integración con el resto de la aplicación de sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video en el contexto de aprendizaje. Para alcanzar dicho objetivo se planea: a) especificar un marco conceptual con el fin de que describa los conceptos teóricos, en forma de elementos de modelado y relaciones, que puedan caracterizar a este tipo de sistemas, b) especificar los tipos de modelos y sus respectivas notaciones (diagramas y su documentación), vistas y artefactos utilizados para modelar sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video; c) proponer el modelo de procesos que considere distintos aspectos de estos sistemas; d) implementar un marco tecnológico que permita la generación de aplicaciones en el contexto especificado y e) validar la propuesta.

Para el logro de los objetivos, se utilizó como propuesta metodológica la investigación aplicada, la cual se caracteriza por su orientación en la obtención de resultados en los productos que

<sup>2</sup> Aproximación metodológica: entendiéndolo como un recorrido dentro de un proceso de desarrollo.

se construyen y que serán evaluados y contrastados con los objetivos iniciales [4]. Igualmente, en este trabajo de investigación se utilizó el método de integración de notaciones de [3] como una guía para conformar el marco propuesto.

## 4 CONTRIBUCIONES

De acuerdo a los aspectos que influyen en el desarrollo de la interfaz de usuario de sistemas interactivos intensivos en video, se propone un marco de desarrollo con tres componentes:

*Marco conceptual:* conjunto de conceptos teóricos, en forma de elementos de modelado y relaciones, que puedan caracterizar a los sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video en el contexto de aprendizaje. Este marco también incluye el conocimiento que dirige el proceso y fundamenta las decisiones de diseño como son las guías de estilo, los lineamientos de diseño y patrones de presentación.

*Marco metodológico:* un proceso de desarrollo de la IU para sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video formalizado y basado en MBUID y HCI.

*Marco tecnológico:* a) un conjunto de herramientas de modelado que permiten la edición de diagramas utilizados en el marco metodológico. b) un framework tecnológico para apoyar la generación de la IU de aplicaciones interactivas basadas en distribución de contenido de video con características específicas. c) un navegador basado en Web que facilitará la navegación y aprendizaje del marco metodológico.

## 5 IMPACTOS ESPERADOS

Se espera que los resultados de la investigación contribuyan en diferentes aspectos tales como: a) facilitar el proceso de desarrollo de sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video en el contexto de aprendizaje a través de un marco de desarrollo que guíe y agilice el proceso; b) proveer a las instituciones educativas, como universidades y los ViveDigital Plus, con herramientas que exploten su infraestructura y apoyen sus procesos misionales como es la enseñanza; c) enriquecer las características de este tipo de sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video a través de un proceso de desarrollo que integre los aspectos más importantes que la caracterizan y d) proveer un marco metodológico que involucre los diferentes actores que intervienen en el desarrollo de este tipo de sistemas de tal forma que se elimine la brecha en la comunicación de sus diferentes profesiones y puedan conformar grupos multidisciplinarios que trabajen en conjunto en el desarrollo de este tipo de sistemas.

## REFERENCIAS

- [1] C. Infantes, "El video como recurso didáctico " *Aula del Pedagogo* vol. 05, 2011.
- [2] A. Ruiz, J. L. Arciniegas, and W. J. Giraldo, "Caracterización de marcos de desarrollo de la interfaz de usuario para sistemas interactivos basados en distribución de contenido de video " *Revista Chilena de Ingeniería*. INGENIARE, vol. 26, 2018.
- [3] W. J. Giraldo, "Marco de Desarrollo de Sistemas Groupware Interactivos Basado en la Integración de Procesos y Notaciones - CIAF," PhD Doctoral, Universidad de Castilla - La Mancha, 2010.
- [4] M. Tamayo, *El proceso de la investigación científica*: Limusa, 2004.

# Validando el Impacto del Diseño de Experiencias para Promover las Intervenciones Persuasivas que Fomentan la Eficiencia Energética en los Entornos de Trabajo Inteligentes

Ane Irizar-Arrieta  
DeustoTech, University of Deusto  
Bilbao  
ane.irizar@deusto.es

Diego Casado-Mansilla  
DeustoTech, University of Deusto  
Bilbao  
dcasado@deusto.es

Aiur Retegi  
Deusto Design, University of Deusto  
Bilbao  
aiur.retegi@deusto.es

## ABSTRACT

Debido a la escasez de recursos energéticos previstos para un futuro próximo, resulta de necesario abordar la eficiencia energética de manera inminente. Este marco sirve como motivación para esta tesis doctoral, que plantea promover la concienciación sobre la eficiencia energética a través de sistemas interactivos que utilicen el diseño de experiencias como factor clave. Con el fin de desarrollar elementos eficaces, se parte de una perspectiva centrada en las personas con la intención de validar el impacto de la experiencia y de las intervenciones persuasivas dirigidas a la diversidad de usuarios en el entorno de trabajo. Para esto, tras revisar el estado del arte y analizar a los usuarios y el contexto del proyecto, se propone abordar la concienciación para la diversidad a través de la creación de taxonomías de usuarios multi dimensionales y flexibles. Esta categorización se vinculará con intervenciones persuasivas dirigidas de manera personalizada a cada perfil de usuario.

Las estrategias generadas se traducirán en pautas de diseño que se aplicarán a través de la tecnología, tanto en dispositivos físicos como en herramientas digitales. En estos casos, las interfaces desarrolladas serán analizadas y refinadas con el fin de vincular las interacciones propuestas con el diseño de experiencias concretas que partan de las necesidades de las personas. Finalmente, los sistemas desarrollados (tangibles y digitales) se evaluarán durante un periodo de tiempo prolongado con el fin de validar el impacto del diseño de experiencias. Además, se pretende medir el grado de concienciación sobre la eficiencia energética tras la interacción prolongada con las herramientas propuestas, la adherencia al sistema, el mantenimiento de la concienciación y el cambio de conducta a lo largo del tiempo.

## CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **User studies; User interface design; User centered design;**

## KEYWORDS

Interaction design, Experience Design, Human Computer Interaction, Persuasive Technology, Sustainable behaviour change

## ACM Reference Format:

Ane Irizar-Arrieta, Diego Casado-Mansilla, and Aiur Retegi. 2018. Validando el Impacto del Diseño de Experiencias para Promover las Intervenciones Persuasivas que Fomentan la Eficiencia Energética en los Entornos de Trabajo Inteligentes. In *Interacción 2018: XIX International Conference on Human Computer Interaction, September 12–14, 2018, Palma, Spain*. ACM, New York, NY, USA, 2 pages. <https://doi.org/10.1145/3233824.3233842>

## 1 INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética es una cuestión cuya relevancia ha aumentado debido a la escasez de recursos previstos en un futuro próximo. Para abordar la sostenibilidad medioambiental, en el campo de la computación existen dos aproximaciones principales: 1) aumentar los dispositivos con procesos automatizados y 2) cambiar el comportamiento de los usuarios a través estrategias implementadas a través de la tecnología. Esta investigación tiene como objetivo incidir en las personas para fomentar su concienciación sobre la necesidad de mantener conductas sostenibles en el entorno de trabajo. En contextos privados, como el entorno doméstico, el usuario final es el responsable del gasto, por lo que la concienciación aumenta debido, entre otros factores, a la información sobre el consumo y la responsabilidad asumida sobre él mismo. En otros contextos como los espacios públicos o compartidos, la responsabilidad la asumen terceros, por lo que en la mayoría de los casos la concienciación disminuye, haciendo más difíciles y complejas las iniciativas para fomentar la eficiencia energética en este tipo de espacios. De esta manera, a través de la concienciación y el aprendizaje que emerge de la interacción con los dispositivos tecnológicos, se pretende que la sensibilización y el comportamiento adquirido se mantengan en el tiempo y sean extrapolables a otros ámbitos más allá del entorno de trabajo. Para involucrar al usuario y diseñar sistemas eficaces para este fin, resulta imprescindible que estas estrategias estén alineadas a las necesidades de las personas. Sin embargo, debido a la complejidad del individuo, diseñar sistemas universales puede generar resultados deficientes. Por tanto, resulta imprescindible tener en cuenta la diversidad de las personas para implementar estrategias que puedan adaptarse a los usuarios de manera efectiva. Para esto, la tecnología puede ayudarnos a incidir en el comportamiento aplicando entorno a ella estrategias de interacción diseñadas teniendo en cuenta la diversidad de usuarios. Además, afrontando la heterogeneidad, se pueden diseñar interacciones y experiencias concretas de manera no intrusiva y placentera para las personas, maximizando, además, el impacto del mensaje o de la intervención diseñada. Esta investigación se enmarca en Green-Soul, un proyecto de investigación H2020 que busca promover la eficiencia energética en los espacios de trabajo europeos.

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 2018, September 12–14, 2018, Palma, Spain*

© 2018 Copyright held by the owner/author(s).

ACM ISBN 978-1-4503-6491-1/18/09.

<https://doi.org/10.1145/3233824.3233842>



## 2 ESTADO DEL ARTE

La literatura, aunque explora la diversidad de usuarios [1], todavía no propone caracterizaciones de usuarios flexibles y multi dimensionales que puedan usarse como base sólida. También hay aproximaciones que ponen el valor del Diseño Centrado en el Usuario (DCU) [7], si bien no se han encontrado estudios que validen su impacto. En el ámbito del diseño de experiencias personalizadas y su vinculación con la interacción, un prometedor estudio [4] sirve como base sobre la que avanzar en la validación del impacto de la experiencia. Finalmente, la evaluación a largo plazo es otro factor sobre el que se pretende contribuir, puesto que no se han encontrado estudios que propongan este tipo de evaluación, como destaca [2] en su revisión del Estado del Arte.

## 3 DISEÑO DE EXPERIENCIAS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para lograr la eficiencia energética en espacios de trabajo, se diseñarán sistemas persuasivos que implementen interacciones y experiencias personalizadas: por una parte, se utilizarán herramientas digitales como aplicaciones móviles o web; por otra, se implementarán estrategias persuasivas en dispositivos tangibles. Uno de los dispositivos que se desarrollan en este marco es el Interactive Coaster, un posavasos que implementa diferentes estrategias persuasivas para concienciar a los usuarios de la energía que consumen los dispositivos que se utilizan habitualmente. Para eso, el dispositivo cuenta con unas luces en la superficie que se iluminan en colores asociados a la semántica de un semáforo (rojo, verde y amarillo).

### 3.1 Concienciación para la diversidad

A través del Diseño Centrado en el Usuario (DCU), se pretende analizar las necesidades y requerimientos de las personas, involucrando al usuario en todo momento. Con el fin de abordar la diversidad, tomando como punto de partida la clasificación propuesta por Lockton et al. [5] (basada en el comportamiento) y la de Petkov et al. [6] (basada en los valores), se diseñarán taxonomías que puedan adaptarse a la complejidad del individuo a través de sistemas flexibles y multidimensionales.

Además de revisar la literatura, se asociarán las diferentes estrategias a los diferentes perfiles. Para cada estrategia de persuasión se implementa una función diferente en los diferentes sistemas diseñados (dispositivo físico y aplicación digital). Estas estrategias personalizadas se aplicarán dando libertad al usuario en todo momento acerca de la decisión sobre que tipo de información y feedback se quiere recibir. Esta primera aproximación se deberá de evaluar para refinar e implementar la propuesta con estrategias complementarias validadas por los usuarios.

### 3.2 Vinculando interacciones y experiencias

Con el fin de fomentar la efectividad de las interacciones diseñadas, se analizará la opinión de los usuarios, definiendo, a través del DCU, las cualidades de las interacciones diseñadas. Para esto, se propone utilizar el vocabulario y el método propuesto por [3]. El siguiente paso consiste en analizar la experiencia que generan la interacción con el sistema, con el fin de descubrir su impacto y vincularlo con la concienciación sobre la sostenibilidad. Teniendo en cuenta

los resultados obtenidos, se refinará las interacciones, con el fin de depurar las estrategias para obtener una experiencia concreta vinculada a cada tipo de usuario, mejorando así la satisfacción de las personas además de la aceptación del mensaje emitido. Para conseguir medir el impacto, se desarrollará una experimentación que incluye la evaluación a largo plazo, con varios meses de experimentación tanto cuantitativa (midiendo el consumo energético de los usuarios) como cualitativa (a través de entrevistas, cuestionarios y otras metodologías). Esto permitirá descubrir la adherencia al sistema y validar si la concienciación y el cambio de conducta se mantiene en el tiempo.

## 4 RESULTADOS ESPERADOS

A través del análisis de los resultados se pretende validar el impacto del diseño de experiencias (abordando la diversidad) como factor clave para fomentar la concienciación sobre la eficiencia energética. Esto se analizará midiendo el grado de concienciación al finalizar el experimento, además de analizando el consumo energético de los usuarios (aunque debido a las limitaciones del contexto laboral, el ahorro energético se espera que sea residual).

## 5 CONCLUSIONES

En esta tesis doctoral se propone fomentar la eficiencia energética a través de la mejora de las experiencias que genera la tecnología persuasiva. Se pretenden redefinir las interacciones de las personas con los sistemas digitales y/o tangibles, para que los espacios inteligentes puedan involucrar al usuario fomentando una conducta eficiente, teniendo en cuenta su individualidad y requerimientos. A través del diseño de experiencias personalizadas se pretende, por tanto, mejorar las relaciones de las personas con los dispositivos cotidianos (tanto físicos como digitales) y la asimilación de la información proporcionada por estos, lo que además de mejorar la eficiencia energética, facilita y mejora las relaciones de las personas con su entorno inmediato.

## 6 AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Comisión Europea a través del proyecto H2020 - 696129 - GreenSoul

## REFERENCIAS

- [1] Aykut Coskun and Cigdem Erbug. 2016. Exploring and communicating user diversity for behavioural change. 4 (2016), 1357–1374.
- [2] Aykut Coskun, John Zimmerman, and Cigdem Erbug. 2015. Promoting sustainability through behavior change: A review. *Design Studies* 41 (2015), 183–204.
- [3] Sarah Diefenbach, Eva Lenz, and Marc Hassenzahl. 2013. An interaction vocabulary. describing the how of interaction.. In *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 607–612.
- [4] Eva Lenz, Marc Hassenzahl, and Sarah Diefenbach. 2017. Aesthetic interaction as fit between interaction attributes and experiential qualities. *New Ideas in Psychology* 47 (2017), 80–90.
- [5] Dan Lockton, David Harrison, and Neville A Stanton. 2012. Models of the user: designers' perspectives on influencing sustainable behaviour. *Journal of Design Research* 14 10, 1-2 (2012), 7–27.
- [6] Petromil Petkov, Suparna Goswami, Felix Köbler, and Helmut Krcmar. 2012. Personalised eco-feedback as a design technique for motivating energy saving behaviour at home. In *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design*. ACM, 587–596.
- [7] Renee Wever, Jasper Van Kuijk, and Casper Boks. 2008. User-centred design for sustainable behaviour. *International journal of sustainable engineering* 1, 1 (2008), 9–20.

# Diseño e implementación de una red social en tiempo real basada en el diseño centrado en el usuario

Alejandro Espinosa Sánchez  
Universitat de Barcelona  
aespinsa9@alumnes.ub.edu

Mireia Ribera Turró  
Universitat de Barcelona  
ribera@ub.edu

## ABSTRACT

Este documento proporciona una síntesis de patrones aplicados al diseño y otra síntesis de las funcionalidades implementadas en la red social. Se diseñó siguiendo el proceso del diseño centrado en el usuario, involucrando al usuario en todas las partes del diseño, con la finalidad de diseñar una red social intuitiva.

Para ello, la aplicación permite comunicarse en tiempo real por medio de publicaciones, también intercambiar imágenes y vídeos entre usuarios. Entre ellos, se pueden enviar solicitudes de amistad que pueden ser aceptadas o rechazadas. En caso que sean aceptadas, ambos usuarios serán amigos y podrán publicar en el muro del otro usuario así como ver otras publicaciones que tengan un nivel de privacidad "Amigos".

Por otra parte, en el contexto de las publicaciones, el usuario podrá indicar "Me gusta" en sus publicaciones o las de otros usuarios (siempre que sean amigos o sea pública). Estas reacciones se anunciarán en tiempo real a todos los usuarios que puedan visualizar la publicación.

En la aplicación, se pueden producir eventos de otros usuarios que sean importantes anunciar por medio de notificaciones, sin necesidad de que los usuarios estén visualizando el recurso en concreto. De esta forma un usuario que este visualizando otro recurso, pueda recibirlas.

## KEYWORDS

Diseño centrado en el usuario, interacción persona-ordenador, experiencia de usuario, tecnologías web, ingeniería del software, redes sociales, comunicación en tiempo real

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de las redes sociales está muy extendido y abarca un público de todas las edades. Con la llegada de la web 2.0 o también llamada web social, permitió a los desarrolladores cambiar la metodología de desarrollar sus aplicaciones estáticas a dinámicas donde los usuarios interaccionan y puedan crear contenido. Además surgió la tecnología Websocket que permite establecer un canal bidireccional entre usuarios y motivar la interacción y el envío de mensajes en tiempo real.

## 2. RED SOCIAL

En la figura 1 se muestra la página principal donde se encuentra la información del número de usuarios, imágenes y vídeos. Se utilizan iconos vectoriales y se mantiene un buen ratio de contraste de los elementos con el fondo. Estos datos se guardan en una base de datos Redis y se actualizan cuando se producen cambios. De esta forma, se incrementa el rendimiento de la aplicación, al no tener que recorrer las tablas a cada petición.



Figura 1: Página principal.

Cuando el usuario visualiza el recurso de iniciar sesión, puede introducir los datos manualmente o autenticarse con los datos de otra cuenta social tal y como se muestra en la figura 2.

Se informa de los posibles errores que produzca el usuario mostrando un mensaje emergente definiendo el error. Por ejemplo, cuando no se ha validado el correo electrónico, al usuario se le informa del procedimiento a seguir.

Para aquellos usuarios que pierdan la contraseña, se proporciona un recurso para que puedan restaurarla. Para ello, el usuario introducirá su correo electrónico y recibirá un mensaje con un enlace que le dirigirá a un formulario donde podrá restablecerla. Una vez la contraseña sea restablecida, se informará al usuario con otro correo electrónico conforme ha restablecido la contraseña.



Figura 2: Inicio de sesión.

La figura 3 muestra información del perfil del usuario. El usuario puede navegar entre los diferentes recursos utilizando las pestañas, que son elementos flexibles que se adaptan proporcionalmente al ancho del contenedor y proporcionan una retroalimentación sobre el recurso actual del usuario.

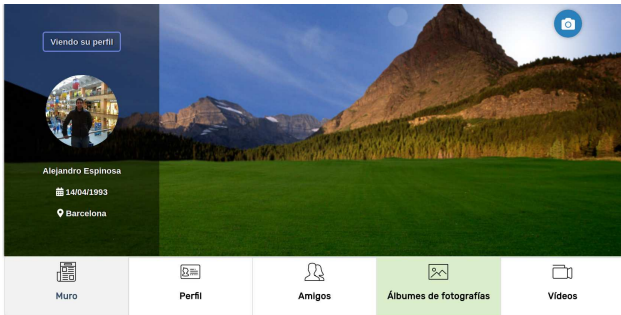


Figura 3: Muro de usuario.

El contenido del muro está estructurado en tres columnas adaptables a cualquier tamaño de resolución. En los laterales se utiliza el patrón *Card* y cada bloque contiene información concreta del usuario. La columna central es más ancha que las demás y en ella se encuentra el contenido que se resaltarà para evitar la fatiga visual de desplazar la mirada.

Se mantiene informado al usuario de lo que está ocurriendo en el sistema. Por ejemplo, cuando se publica una publicación o se obtiene la información del muro.

Además para prevenir equivocaciones cuando se elimina una publicación, se pide confirmación.

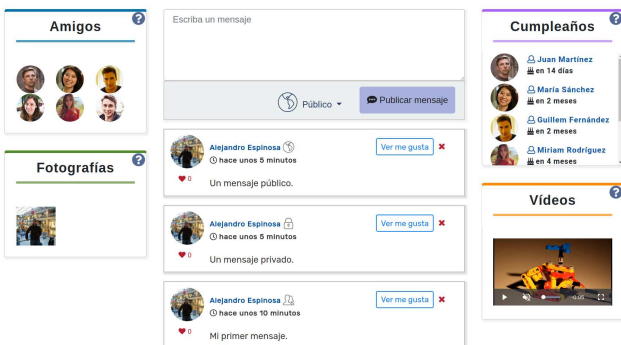


Figura 4: Contenido del muro.

Pueden existir notificaciones y que el usuario quiera ser notificado en el momento de producirse. Esta necesidad se soluciona utilizando el patrón *Notification*. Internamente, cada usuario será suscrito a un canal que le permitirá obtener esas notificaciones.

Las notificaciones pueden demorarse en recibirse y mientras se espera la recepción de los datos, se informa al usuario del estado actual.

Las notificaciones que hayan sido leídas por el usuario aparecerán identificadas con un *tick* de color verde cuando se posicione el

cursor en ella. Para que el usuario pueda identificar en que notificación se encuentra, se resaltarà esa notificación con color gris y además tendrá la opción de eliminarla.

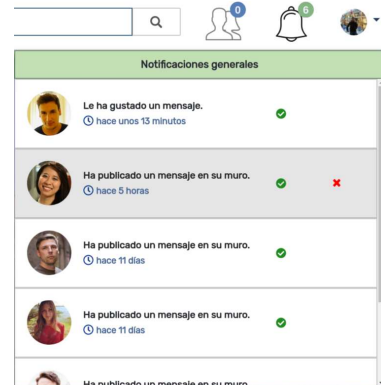


Figura 5: Notificaciones generales.

Entre usuarios se pueden enviar y recibir solicitudes de amistad que pueden ser aceptadas o rechazadas pulsando en los botones correspondientes y se notifican en el momento de producirse. En la figura 6, se muestran las pendientes de aceptar.

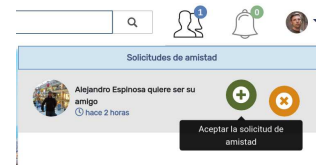


Figura 6: Solicitudes de amistad.

El usuario puede agregar videos a su lista de videos pendientes de subir, arrastrando y soltando o manualmente desde el explorador de archivos. Cada elemento de la lista tiene estados que informa del estado actual para proporcionar una retroalimentación al usuario. En la figura 7 se muestra el diseño. Se proporcionan dos formas de subir los videos, la primera manualmente y la segunda automáticamente.

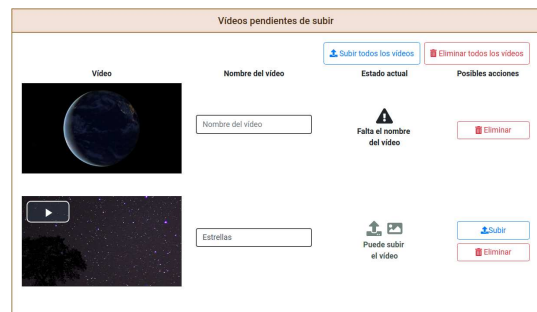


Figura 7: Subida de videos.

# Técnica de Conformación de Grupos en Escenarios de Aprendizaje Colaborativo Basada en Rasgos de la Personalidad para la Enseñanza de la Programación

## Trabajo Fin de Máster (TFM)

Oscar Revelo Sánchez<sup>1</sup>  
Departamento de Sistemas  
Universidad de Nariño  
Pasto, Nariño, Colombia  
orevelo@udenar.edu.co

Javier Jimenez Toledo<sup>2</sup>  
Facultad de Ingeniería  
Institución Universitaria  
CESMAG  
Pasto, Nariño, Colombia  
jajimenez@iucsmag.edu.co

César Collazos Ordoñez<sup>3</sup>  
Departamento de Sistemas  
Universidad del Cauca  
Popayán, Cauca, Colombia  
ccollazo@unicauca.edu.co

### RESUMEN

Fuera del ámbito académico, los grupos constituyen una estructura social básica. Se forman y reforman de muy distintas maneras para muy diversos fines: las personas se reúnen en situaciones sociales, se coordinan para realizar tareas relacionadas con el trabajo o constituyen comisiones a causa de unos intereses cívicos comunes. Aunque, en los ámbitos académicos también se forman grupos con facilidad y con fines muy diversos, la constitución de grupos en el aula puede ser un proceso complicado y poco natural. Sin embargo, para que el aprendizaje colaborativo tenga éxito, es importante constituir grupos eficaces.

Este documento presenta los resultados del proceso investigativo realizado para la estructuración de una técnica de conformación homogénea de grupos en escenarios de aprendizaje colaborativo, conformación basada en rasgos de personalidad, esto como apoyo a la enseñanza de la Programación en el ámbito universitario. Para ello se emplea como instrumento de medición de los rasgos de la personalidad de los participantes, el denominado “Big Five Inventory”, un inventario o cuestionario estandarizado basado en el modelo psicológico de los Cinco Grandes. De otra parte, dado que la conformación de grupos se trata de un problema combinatorio que involucra múltiples características, se empleó como técnica de optimización, la búsqueda heurística que ofrecen los algoritmos evolutivos.

Se abordaron en primer lugar, algunos estudios o investigaciones centradas en las diferentes técnicas empleadas para este propósito. En segundo lugar, se revisaron también algunos estudios o investigaciones orientadas hacia el escenario de aprendizaje específico, que sirvió como validador de la presente propuesta: cursos iniciales de Programación apoyados en estrategias o técnicas colaborativas de aprendizaje.

Considerando que el problema de obtener grupos homogéneos (equitativos) a partir de un grupo de estudiantes donde se tienen en cuenta no sólo una si no varias de sus características personales, es difícil de resolver por métodos analíticos o de búsqueda exhaustiva debido a la explosión combinatoria que

puede llegar a presentarse dependiendo del número de estudiantes y de grupos, un método de búsqueda heurística como los algoritmos genéticos, es un buen candidato para solucionarlo.

Como objetivo general se tuvo el proponer una técnica de conformación de grupos en escenarios de aprendizaje colaborativo basada en rasgos de la personalidad para la enseñanza de la Programación. Para ello, inicialmente se caracterizaron las técnicas empleadas para la conformación de grupos colaborativos de aprendizaje, así como las técnicas colaborativas empleadas como apoyo en el aprendizaje de la Programación; luego se estructuró un algoritmo de asignación que permitiese conformar grupos colaborativos a partir de los rasgos de personalidad de los participantes; se diseñó una actividad colaborativa de aprendizaje como apoyo a la temática de estructuras de control; posteriormente, se implementó y validó la propuesta en cursos iniciales de Programación en Ingenierías, para finalmente, evaluar el nivel de aprendizaje logrado por los estudiantes participantes en el estudio.

El proceso investigativo se desarrolló bajo el paradigma positivista, dado que se fundamentó en el conocimiento científico, con un enfoque cuantitativo que permitió examinar datos de manera numérica, utilizando el método empírico analítico ya que los datos fueron tratados con técnicas estadísticas, bajo un tipo de investigación correlacional que permitió medir el grado de relación que tuvieron las variables en estudio, y con un diseño experimental general basado en un cuasiexperimento. Para su validación, se diseñó un experimento con 132 estudiantes de primeros semestres de ingenierías, cuantificando sus rasgos de personalidad a través del “Big Five Inventory”, conformando grupos de trabajo y desarrollando una actividad colaborativa en cursos iniciales de Programación. Los resultados de dicho experimento permitieron una validación, no solo desde el punto de vista computacional evaluando el rendimiento del algoritmo, sino también desde el punto de vista pedagógico, confrontando los resultados obtenidos por los estudiantes aplicando el enfoque propuesto, con los obtenidos a través de otras estrategias de conformación de grupos.

<sup>1</sup> Estudiante de la Maestría en Computación de la Universidad del Cauca.

<sup>2</sup> Director.

<sup>3</sup> Co-Director.

Como principal resultado se demuestra la incidencia positiva que tiene el tratamiento presentado en esta investigación en los grupos experimentales frente a los grupos de control, estableciendo que el conformar grupos homogéneos para escenarios de aprendizaje colaborativo teniendo en cuenta los rasgos de personalidad de los estudiantes, beneficia su desempeño académico. Además, con los resultados obtenidos a través de diversas pruebas se pudo comprobar la utilidad del método, ya que logra obtener grupos bastante homogéneos (considerando la medida de aptitud propuesta) para múltiples características, incluso cuando el número de combinaciones posibles es alto, sin que esto implique un elevado tiempo de cómputo.

Se sugiere continuar explorando qué dimensiones específicas de la personalidad pueden influir de manera más directa en el proceso de aprendizaje de la Programación y en general de las Ciencias de la Computación. A partir de esto, eventualmente proponer un sistema de recomendación, que “recomiende” cuál sería la conformación “ideal” de un equipo de trabajo atendiendo a las características específicas del grupo general de estudiantes.

La técnica propuesta se establece para una conformación homogénea de grupos para escenarios de aprendizaje colaborativo. Queda pendiente el análisis, diseño e implementación para una conformación heterogénea y mixta de los grupos, atendiendo también a diversas características de los estudiantes.

## **PALABRAS CLAVE**

Conformación de grupos, Rasgos de personalidad, Algoritmos genéticos, Aprendizaje colaborativo, Programación, Optimización multiobjetivo.

# Physiological sensors for the evaluation of interactive applications

## Extended Abstract<sup>†</sup>

Beatriz Aguas Luzón  
Escuela de ingeniería y arquitectura  
Spain  
beatrizaguasluzon@gmail.com

### ABSTRACT

This Final Degree Project has been developed in the Group of Advanced Graphic Computing (GIGA) AffectiveLab [1] belonging to the Department of Computer Systems Engineering (DIIS) of the School of Engineering and Architecture (EINA). This project is encompassed within the branch of the development of new forms of natural interaction with computers and its objective is the study and use of different sensors to measure what users feel when interacting with an interactive application or pervasive game.

## 1 INTRODUCTION

At present there are great barriers in the monitoring of physiological parameters, these indicate how the human body works, specifically the hemodynamic state of a person. The main parameters are considered: heart and respiratory rate, blood pressure, body temperature, reflexes and waking time. Traditional sensors that capture this type of parameters have given way to intelligent sensors, able to integrate without wires with data networks in a fast and transparent way [2].

These intelligent sensors are known as wearable devices. That is, technology to carry on, either in clothes or through devices or accessories allowing other tasks to be done at the same time as they act as an extension of the body or mind of the person who wears them. Currently the most important devices in this sector are smartwatches, activity wristbands, smart glasses or clothing among others [3]. Within the wearables devices there are the so-called affective wearables [4], these are devices that are used to determine the emotional state of the person wearing them. They are based mainly on four biological signals: muscle activity, blood pressure, skin conductance and respiration.

The performance of affective wearables depends on the quality of the data collected by the biological signals. That is why the purpose of this project is to be able to determine emotions from the physiological signals detected by wearable devices. The detection of emotions can be very useful in different applications for all people, but in particular, it is of great interest to those people who have some kind of disability that prevents them from correctly understanding feelings and emotions.

## 2 Analysis of the problem

### 2.1 Research methodology

Most of the project consists of a research project, the methodology followed consists in obtaining a global vision about its development.

In the first phase the tasks to be carried out are detailed, delimiting the topics, the steps to follow and what results are to be delivered. This phase is one of the most important because when raising this end-of-grade project it was not clear if all the proposed objectives could be achieved. The initial idea to start working on this project is to collect and analyze information about the subject of it. Next, a very detailed market study is carried out to obtain all the necessary information about the sensors available in the market, selecting at the end those used in the development of this project. The last phase consists of the start-up of the sensors, this is divided into two stages: first, several case studies are carried out with the sensors and the results obtained after carrying them out. These results allow us to establish patterns about the experience of a user versus the use of different devices. Finally, an interactive demo is created to evaluate the defined patterns with the subsequent evaluation of the same.

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 Case study

In this section we describe the case studies carried out in the start-up of the devices. The procedure is the same for all activities, the Fitbit bracelet [5] and the Muse band [6] are placed on the user. On the one hand, the bracelet does not require any operation beyond turning it on and placing it on the user's wrist as it automatically records the data and stores it in the internal memory of the wrist, the Fitbit servers that are where the data will be stored persistently. On the other hand, the Muse Monitor application is connected and once the connection between the Muse band and the application is stable, the proposed activity is carried out while the brain activity of the user is recorded second by second through said application.

The result of the recording is, on the one hand, the heart rate of the user (this is obtained by making a request to the Fitbit API) and, on the other hand, a csv file formed by the values of the different brain waves captured by the Muse band throughout the performance of the activity.

## 3.2 Generation and evaluation of the interactive demo

Finally, tests have been performed to verify the data obtained and determine the emotional state in which the user is when interacting with them. These tests have consisted in the use of pervasive games [7] and that the GIGA AffectiveLab had in Etopia. Specifically, the game of the butterflies was selected because it was the one that best adapted to the needs of the project and allowed visualizing the results in a more intuitive way.

The game of the butterflies consists of a green meadow full of flowers with butterflies of different colors fluttering, which are visualized by a series of projectors in the collaborative space of Etopia. This space consists of a total of eight walls arranged in a semicircular shape and four projectors that emit the images of the game on them, at the same time that it has a series of sensors already integrated to give life to the game, such as positioning sensors or an RGB-D camera.

The location of the user in the space is detected using a positioning sensor hung on the neck, this location is shown by a colored circle overprinted to the image of the game. Initially, the game consisted of the butterflies reacting to acoustic signals such as a clap or a shout, moving away from the source of the noise. The proposed modification of the game consisted of two parts. On the one hand, the butterflies reacted to the user's state of concentration or relaxation, moving away from or approaching it according to the measured signal having a greater or lesser value, respectively (this value was obtained thanks to the band of the head). On the other hand, the size of the circle indicating the user's location varied based on his heart rate (this value was obtained thanks to the activity bracelet).

## 4 CONCLUSIONS

### 4.1 Achievement of objectives

The sensors, with the exception of one of them, have been used by different users and performing several tasks. The results of these tests have been analyzed so that patterns about user experience have been established. Following the established patterns, they have been able to evaluate thanks to the creation of an interactive demo that shows very clear results about the state in which the user is. The sensors, with the exception of one of them, have been used by different users and performing several tasks. The results of these tests have been analyzed so that patterns about user experience have been established. Following the established patterns, they have been able to evaluate thanks to the creation of an interactive demo that shows very clear results about the state in which the user is. Therefore, it can be affirmed that the objectives have been met almost in their entirety. The only problem has been that initially, the target audience of this project were children. Finally, due to the design of the Muse band it has been impossible to carry out tests with children, and it has been decided to carry out the evaluation of the demo with an adult.

### 4.1 Future work

It is intended to perform a greater number of systematic tests, similar to those performed in the demo, but with different games and a large number of users to obtain more information.

The aim is to test the Fitbit activity bracelet for children with special needs, since the Muse band is not possible, by setting up simple games on the NikVision tabletop and thus, through their heart rate, to obtain information about how they are.

In the absence of low-cost devices adapted to children, the possibility of developing a specific ad-hoc is considered. At first the idea was to make a device type bracelet but, since the sensors can be arranged in any distribution that you want, you can study the possibility of setting up a band type for the head since it has been proven that it is where the most valuable information.

## A HEADINGS IN APPENDICES

### A.1 Introduction

### A.2 Analysis of the problem

#### A.2.1 Research Methodology

### A.3 Results and Discussion

#### A.3.1 Case study

#### A.3.2 Generation and evaluation of the interactive demo

### A.4 Conclusions

#### A.4.1 Achievement of objectives

#### A.4.2 Future work

### A.5 References

## REFERENCES

- [1] MORILLO, H.; MACIÁ, F.; JORQUERA, D. Redes Inalámbricas de Sensores Inteligentes. Aplicación a la Monitorización de Variables Fisiológicas. 2013.
- [2] GIGA Affective Lab. <http://giga.cps.unizar.es/affectivelab/>
- [3] ALDECOA, José Antonio Vázquez. La llegada de las nuevas tecnologías afectivas al sector cultural.
- [4] PICARD, Rosalind W.; HEALEY, Jennifer. Affective wearables. *Personal Technologies*, 1997, vol. 1, no 4, p. 231-240.
- [5] Fitbit Charge HR. <https://www.fitbit.com/es/chargehr>
- [6] Muse: the brain sensing headband. <http://www.choosemuse.com/>
- [7] ACTAS DEL XVII CONGRESO INTERNACIONAL DE INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR – INTERACCIÓN: Juegos pervasivos 2016 Lourdes Moreno López; Ernesto Jesús de la Rubia Cuestas; Víctor M. R. Penichet; Francisco José García-Peñalvo, p. 2-5.

# “TowerCrash!” Un videojuego de Realidad Aumentada para dispositivos móviles centrado en técnicas de interacción novedosas

Resumen del proyecto desarrollado como Trabajo de Fin de Máster de Ingeniería Informática (2017-2018)

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática y de Telecomunicaciones (ETSIT), Universidad de Granada

**Daniel Pérez Gázquez**  
(Autor)  
danielpg@ugr.es

**Francisco Luis Gutiérrez Vela**  
(Tutor)  
Departamento de Lenguajes y Sistemas  
Informáticos  
fgutierr@ugr.es

**Patricia Paderewski Rodríguez**  
(Cotutora)  
Departamento de Lenguajes y Sistemas  
Informáticos  
patricia@ugr.es

## **TOWERCRASH!** **AUGMENTED REALITY GAME**

### 1 INTRODUCTION

El objetivo de este Trabajo de Fin de Máster fue el desarrollo de un prototipo de videojuego de Realidad Aumentada que presentara formas innovadoras de interacción jugador-videojuego. Así pues, tras pensar en varios proyectos posibles se seleccionó la idea más prometedora: un videojuego del género “puzle basado en física” o “sandbox” inspirado en la saga de Nintendo Wii “Boom Blox”.

TowerCrash! es un juego de Realidad Aumentada para dispositivos móviles Android, aunque adaptable a otros Sistemas Operativos o dispositivos tales como gafas de Realidad Aumentada o Gafas de Realidad Virtual, inspirado en la saga de Wii “Boom Blox” (juegos diseñados por Steven Spielberg). Su temática principal es derribar torres formadas por bloques mediante el lanzamiento de bolas, el disparo de un cañón, etc. La principal innovación está en el uso de la Realidad Aumentada, de forma que se sitúe el escenario del juego encima de un tablero, incluyendo torres, personajes, menús o cualquier otro elemento, y se sienta como si fuera real, pudiendo interactuar con estos elementos desde cualquier ángulo del tablero igual que si fueran

objetos reales (vista a través de la pantalla del dispositivo móvil/gafas de realidad aumentada).

### 2 DESARROLLO

Como herramienta de desarrollo del videojuego, se ha utilizado Unity como motor, Vuforia como sistema de Realidad Aumentada, y otros programas como Blender para la creación de los modelos 3D de los personajes o Krita para la creación de algunos elementos gráficos.

Durante el desarrollo del proyecto se han realizado las siguientes tareas: fabricación de un tablero con una imagen reconocible por el sistema de Realidad Aumentada, sobre el cual se sitúa el escenario del juego; implementación de la generación de bloques redondeados procedural con distintos mapeados de texturas y de varias maneras de interacción con los niveles de juego (lanzando bolas, cogiendo bloques con naturalidad y añadiendo un cañón encima de un elemento adicional reconocible por el sistema de Realidad Aumentada); creación de distintos tipos de bloques con funcionalidades únicas y dos tipos de personajes, uno aliado y otro enemigo, teniendo este último una inteligencia que le permite buscar un objetivo y perseguirlo mediante un sistema de pathfinding; capacidad de serialización de niveles para facilitar



distintos aspectos sobre estos, creación de distintos niveles con objetivos variados; inclusión de un menú del juego y guardado de puntuaciones; y un modo multijugador, permitiendo a dos personas jugar juntas al conectarse mediante una LAN, utilizando para ello la High Level API de Unity y el componente de Network Discovery.

### 3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

#### 3.1 Mecánicas generales

Los niveles en “TowerCrash!” están formados por estructuras construidas con bloques de distintos tipos. Los más destacables son:

- Bloques comunes: Entidades físicas estándar.
- Bloques bomba: Explotan al recibir un impacto lo suficientemente fuerte, aplicando una fuerza repulsiva a las entidades cercanas.
- Bloques dorados: Desaparecen con un brillo dorado al tocar el suelo o salir del escenario, otorgando un punto al jugador.

También pueden encontrarse distintos tipos de personajes, los cuales reaccionan a eventos físicos y son derrotados al recibir fuertes impactos, ser aplastados, salir del escenario o ser atacados. Los disponibles en este prototipo son:

- Caballeros con bandera: Permanecen inmóviles y son aliados del jugador. Si son derrotados, el jugador perderá puntos o incluso se provocará la derrota del jugador en el nivel. Al ser derrotados, pierden la bandera y su cuerpo pasa a reaccionar de manera “ragdoll” durante unos segundos.
- Esqueletos: Persiguen a los jugadores aliados del jugador más cercanos y los atacan cuando están lo suficientemente cerca. Al ser derrotados, las partes de su cuerpo (cráneo, cuerpo y miembros) pierden su ligadura y se esparcen por el escenario.

#### 3.2 Herramientas de interacción

Cada nivel dispone de una herramienta que el jugador puede usar para interactuar con el escenario:

- Lanzabolas: La herramienta más común. El jugador puede apuntar con la pantalla de su dispositivo y, tocando la pantalla, se dispara una bola hacia ese punto.
- Guante: Con la herramienta guante, si el jugador acerca el dispositivo a un bloque y apunta hacia este, el bloque queda iluminado. Manteniendo pulsado el dedo en la pantalla es posible agarrar el bloque, de manera que al mover el dispositivo móvil el bloque se mueva y gire junto a este, de manera similar a cómo se cogen los bloques en el clásico juego de tablero “Jenga”.
- Cañón: Para utilizar esta herramienta se necesita un elemento adicional al tablero, detectable por el videojuego. Una vez el juego lo reconoce, posiciona un cañón encima suya, el cual

se mueve y rota junto al elemento. Con un slider se puede cambiar la inclinación vertical del cañón y pulsando un botón se dispara una bala explosiva desde la boca del cañón.

#### 3.2 Modos de juego y características destacados

- Niveles de un jugador: El jugador debe cumplir un objetivo, tal como derribar todos los bloques dorados posibles, derrotar a los enemigos sin dañar a los personajes aliados, etc., usando distintas herramientas de interacción.
- Multijugador: Dos jugadores pueden sincronizar sus juegos, de manera que ambos pueden ver e interactuar con el mismo nivel: si uno dispara una bola el otro puede ver esta y los efectos causados; si uno coge un bloque con la herramienta guante el otro puede ver cómo lo tiene agarrado. Estos niveles pueden ser competitivos o cooperativos.
- Editor de niveles (aún no implementado): Se ha creado un sistema de serialización de niveles que facilita el guardado y carga de estos y posibilitará la inclusión de un editor de niveles que los jugadores puedan utilizar para crear sus propios niveles, pudiendo compartirlos con otros jugadores. Para facilitar la creación de los bloques del escenario se ha implementado un sistema que a partir de unos parámetros genera el modelo procedualmente y le confiere las propiedades físicas apropiadas.

### 4 Resultados

Como resultado se ha comprobado la bondad de algunos métodos de interacción con el juego y se ha obtenido un prototipo funcional cuyo desarrollo puede continuarse en el futuro para obtener un producto de calidad con posibilidades de éxito. La inclusión de un modo multijugador ofrece un acercamiento a un nuevo modo de juego en el que varios jugadores interactúan sobre un mismo Mundo Virtual integrado en un espacio del Mundo Real.

### 5 Vías futuras

Las siguientes características serían incluidas en futuras iteraciones del desarrollo del videojuego:

- Mejora general del videojuego.
- Nuevas Entidades (bloques, personajes...).
- Nuevos modos de juego.
- Editor de niveles compartibles de manera online.
- Nuevas técnicas de interacción.



**Universitat**  
de les Illes Balears

Departament  
de Ciències  
Matemàtiques  
i Informàtica



Association for  
Computing Machinery

*Advancing Computing as a Science & Profession*

