



Universidad Nacional  
de La Matanza

IX JORNADAS

# IBEROAMERICANAS DE INTERACCIÓN HUMANO-COMPUTADORA

BUENOS AIRES - ARGENTINA  
13 AL 15 DE SEPTIEMBRE  
2023

AUSPICIAN



## **Autoridades UNLaM**

*Rector/*

Prof. Dr. Daniel Eduardo Martínez

*Vicerrector/*

Dr. Fernando Luján Acosta

*Vicerrector Ejecutivo/*

Mag. Gustavo Duek

*Secretario General/*

Lic. Sebastián Garber/

*Secretaria Académica/*

Mag. Ana Bidiña

*Secretario de Ciencia y Tecnología/*

Lic. Juan Pablo Piñeiro

*Secretario de Extensión Universitaria/*

Lic. Roberto Luis Ayub

*Secretario Administrativo/*

Cdor. Leonardo Minoli

*Secretario de Informática y Comunicaciones/*

Mag. Ing. Osvaldo Mario Sposito

*Secretario Legal y Técnico/*

Dr. Sergio Olivar

*Secretaria Técnica/*

Dra. María Mercedes González

*Pro Secretaria General/*

Lic. Ana María Turdó

*Pro Secretaria Académica/*

Lic. Yanina Martínez

*Pro Secretario de Ciencia y Tecnología/*

Cdor. Adrián Sancei

*Pro Secretario de Extensión Universitaria/*

Lic. Nicolás Martínez

*Pro Secretario Administrativo/*

Cdor. Mariano Guerra

*Pro Secretario de Informática y Comunicaciones/*

Ing. Claudio D'amico

*Pro Secretario de Planeamiento y Control de Gestión/*

Dr. Federico Faggionato

## **Autoridades DIIT**

*Decano Dto. de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas/*

Mag. Gabriel Blanco

*Vicedecano Dto. de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas/*

Mag. Jorge Eterovic

*Secretario Académico/*

Ing. Santiago Igarza

*Secretaria de Investigaciones/*

Dra. Bettina Donadello

*Secretaria Administrativa y de Extensión/*

Cdora. Mariángeles Vanesa Gallo

*Coordinadora Ingeniería Informática/*

Ing. Andrea Vera

*Coordinador Ingeniería Electrónica/*

Ing. Hugo Tantignone

*Coordinador Ingeniería Industrial/*

Ing. Mauro Vidal

*Coordinador Ingeniería Civil/*

Ing. Fabián Montero

*Coordinador Arquitectura/*

Arq. Juan Enrique Amoroso

*Coordinador Ingeniería Mecánica/*

Ing. Guillermo Rodofile

*Coordinadora Tecnicatura en Desarrollo Web/*

Mg. Cintia Gioia

*Coordinadora Tecnicatura en Desarrollo de Aplicaciones Móviles/*

Mg. Cintia Gioia

*Coordinador Tecnicatura en Electrónica. Orientación Sonido y Grabación/*

Ing. Alejandro Fourcade



Mon, Alicia

IX Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano-Computadora / Alicia Mon; Bettina Donadello ; César A. Collazos. - 1a ed. - San Justo: Universidad Nacional de La Matanza, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-8931-86-9

1. Ingeniería. I. Donadello, Bettina. II. Collazos, César A. III. Título.

CDD 607.1

## **Comité editorial**

### **Compiladora**

Alicia Mon

### **Editores**

Alicia Mon

Bettina Donadello

César Collazos

### **Equipo Técnico**

Cecilia Gargano

Miriam Barone

Maximiliano Guasco

Juan Manuel Ojeda

Natalia Salcovsky

Natalia Cacherosky

Elida Contrera

### **Diseñadora**

Yamila Tesolin

© Universidad Nacional de La Matanza, 2023

Florencio Varela 1903 (B1754JEC)

San Justo / Buenos Aires / Argentina

[www.unlam.edu.ar](http://www.unlam.edu.ar)

Diseño: Editorial UNLaM

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

Prohibida su reproducción total o parcial

Derechos reservados

## **ACTAS DE JORNADAS**

Estas Memorias constituyen una selección de los trabajos aceptados y presentados como short paper en las IX Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano-Computadora (IXJIHCI), celebradas en Buenos Aires, Argentina, los días 13 al 15 de Septiembre de 2023, organizado por la Red HCI Collab y la Universidad Nacional de La Matanza.

En la presente edición no se incluyen los mejores trabajos presentados en las Jornadas, dado que la publicación de dicha selección se realiza a través de la serie Communications in Computer and Information Science (CCIS) SPRINGER.

Noviembre 2023

# Organización

## Autoridades de las jornadas

Dr. Daniel Martínez	Rector
Dr. Fernando Luján Acosta	Vicerrector
Mag. Gustavo Duek	Vicerrector Ejecutivo
Mag. Ing. Gabriel Blanco	Decano Dto. de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas
Mag. Ing. Jorge Eterovic	Vicedecano Dto. de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas
Ing. Santiago Igarza	Secretario Académico
Dra. Bettina Donadello	Secretaria de Investigaciones
Cdora. Mariángeles Vanesa Gallo	Secretaria Administrativa y de Extensión Universitaria

## Chair General

Alicia Mon	Universidad Nacional de la Matanza, Argentina
César Collazos	Universidad del Cauca, Colombia

## Comité de Programa

Francisco Luis Gutierrez Vela	University of Granada, España
Horacio René Del Giorgio	Universidad Nacional de La Matanza, Argentina
Huizilopoztli Luna García	Universidad Autonoma de Zacatecas, Mexico
Pablo Ruiz	Unicomfauca, Colombia
Patricia Paderewski Rodríguez	Universidad de Granada, España
Valeria Farinazzo Martins	Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil
Vanessa Agredo Delgado	Universidad del Cauca, Colombia
Wilson J. Sarmiento	Universidad Militar Nueva Granada, Colombia
Christian Sturm	Ingolstadt University of Technology, Alemania
Omar Correa Madrigal	Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba

# **Comité Local**

## **Presidente**

Bettina Donadello

## **Integrantes**

Miriam Barone

Cecilia Gargano

Nora Gigante

Maximiliano Guasco

Juan Manuel Ojeda

Natalia Salcovsky

Julieta Spinazzola

Laila Tassara

Yamila Tesolin

## Comite Cientifico

Adriana, Lopes Damian	Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Agustin, Lagunes Dominguez	Universidad Veracruzana, México
Alberto, Raposo	Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro, Brasil
Alejandra  Beatriz, Lliteras	Universidad Nacional de La Plata, Argentina
Alejandro, Benito Santos	Universidad de Salamanca, España
Alejandro, Fernández	Universidad Nacional de La Plata, Argentina
Alejandro, Mauricio González	Universidad Autónoma de Zacatecas, México
Alessandra, Reyes-Flores	Universidad Veracruzana, México
Alexandre, Cardoso	Universidade Federal do Uberlândia, Brasil
Alfredo, García	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
Alfredo, Mendoza González	Universidad Autónoma de Zacatecas, México
Alicia, García Holgado	Universidad de Salamanca, España
Alicia, Mon	Universidad Nacional de La Matanza, Argentina
Amanda, Melo	Universidade Federal do Pampa, Brasil
Ana Grasielle, Dionisio Correa	Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil
Ana Isabel, Molina	Universidad Castilla la Mancha, España
Anas, Abulfaraj	DePaul University, Estados Unidos
Andre, Constantino	Instituto Federal do São Paulo, Brasil
Andre, Kawamoto	Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Brasil
André, Pimenta Freire	Universidade Federal do Lavras, Brasil
Andrea, Vázquez Ingelmo	Universidad de Salamanca, España
Andrés, Rodríguez	Universidad Nacional de La Plata, Argentina
Andrés, Solano	Universidad Autónoma de Occidente, Colombia
Andrés, Solis	Corporación Universitaria Comfacauca, Colombia
Angela, Villarreal	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Anna Beatriz, Marques	Universidade do Ceará, Brasil
Antonia, Huertas	Universitat Oberta de Catalunya, España
Antonio, Mora García	Universidad de Granada, España
Antonio, Silva Sprock	Universidad Central de Venezuela, Venezuela
Arturo, Moquillaza	Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú
Arturo, Moreno	Universidad Autónoma de Zacatecas, México
Avanilde, Kemczinski	Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil
Beatriz, Beltran	Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, México
Beatriz, Grass	Universidad de San Buenaventura, Colombia
Beatriz, Pacheco	Universidade Paulista, Brasil
Blanca Nydia, Perez Camacho	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
Bruno, Gadelha	Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Bruno, Rodrigues	Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil
Byron, Pérez	Universidad Militar Nueva Granada, Colombia
Carina, González González	Universidad de La Laguna, España
Carlos Eric, Galván Tejada	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México
Carlos, Domínguez	Tecnológico Nacional de México, México
Carlos, Henrique da Silva Santos	Instituto Federal do São Paulo, Brasil
Carlos, Lara-Alvarez	Centro de Investigación en Matemáticas, México
Carlos, Pelaez	Universidad Autónoma de Occidente, Colombia
Caroline, Queiroz Santos	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucur, Brasil
Cecilia, Challiol	Universidad Nacional de La Plata, Argentina
Cecilia, Sanz	Universidad Nacional de La Plata, Argentina
César, Collazos	Universidad del Cauca, Colombia
Christian, Sturm	Ingolstadt University of Technology, Alemania
Claudia, González Calleros	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
Clodis, Boscaroli	Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Cristian, Rusu	Pontificia Universidad Catolica de Valparaiso, Venezuela
Cristina, Manresa Yee	Universidad Islas Baleares, España
Daniela, Marques	Instituto Federal do São Paulo, Brasil
Daniela, Quiñones	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
David, Céspedes Hernández	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
Deema, Alsekait	Princess Nourah Bint Abdulrahman University, Saudi Arabia
Diego, Navarro	Blekinge Institute de Technology, Suecia
Diego, Torres	Universidad Nacional de La Plata, Argentina
Ecivaldo, Matos	Universidad Federal do Bahía, Brasil
Eduardo, Hideki Tanaka	Instituto de Pesquisas Eldorado, Brasil
Elaine, Harada Teixeira de Oliveira	Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Eleandro, Maschio	Universidad Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Erika, Martínez	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
Esteban, Clua	Universidade Federal Fluminense, Brasil
Eva, Cerezo	Universidad de Zaragoza, España
Eva, Villegas	Universitat Ramon Llull, España
Fernando, Moreira	Universidade Portucalense, Portugal
Francisco José, García Peñalvo	Universidad de Salamanca, España
Francisco Luis, Gutiérrez Vela	Universidad de Granada, España
Francisco, Perales	Universidad Islas Baleares, España
Freddy, Muñoz	Fundacion Universitaria de Popayán, Colombia
Freddy, Paz	Pontificia Universidad Catolica del Perú, Perú
Gabriel Mauricio, Ramirez Villegas	Universidad de Medellín, Colombia
Gabriel, Avila	Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, Colombia
Germán Ezequiel, Lescano	Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina
Gloria, Díaz	Institución Universitaria, Colombia
Guillermina, Sánchez Román	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
Gustavo Eduardo, Constain Moreno	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Habib, Fardoun	King Abdulaziz University, Saudi Arabia
Hamurabi, Gamboa Rosales	Universidad Autónoma de Zacatecas, México
Héctor, Cardona Reyes	Centro de Investigación en Matemáticas A.C., México
Horacio, Del Giorgio	Universidad Nacional de La Matanza, Argentina
Hugo, Franco	Universidad Central, Colombia
Huizilopoztli, Luna García	Universidad Autónoma de Zacatecas, México
Ingrid, Teixeira Monteiro	Universidade do Ceará, Brasil
Isabela, Gasparini	Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil
Ismar, Frango Silveira	Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil
Ivette, Kafure	Universidade do Brasilia, Brasil
Jaime, Muñoz-Arteaga	Universidad Autónoma de Aguascalientes, México
Javier, Berrocal	Universidad de Extremadura, España
Javier, Jiménez	Universidad CESMAG, Colombia
Jeferson, Arango Lopez	Universidad de Caldas, Colombia
Jesus, Gallardo	Universidad de Zaragoza, España
João, Soares Neto	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia., Brasil
John Edison, Muñoz Cardona	Universidad de Waterloo, Canada
Jorge Alejandro, Morgan Benita	Universidad Autónoma de Zacatecas, México
Jorge, Galván Tejada	Universidad Autónoma de Zacatecas, México
Jorge, Ierache	Universidad Nacional de La Matanza, Argentina
Jorge, Perez Medina	Université Catholique de Louvain , Bélgica
Jorge, Vitor	Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
Jose Andres, Perez Bertozzi	Universidad de Costa Rica, Costa Rica
José Antonio, Macías Iglesias	Universidad Autónoma de Madrid, España
José Antonio, Pow-Sang	Pontificia Universidad Catolica del Perú, Perú
José Guadalupe, Arceo Olague	Universidad Autónoma de Zacatecas, México
Jose Maria, Celaya Padilla	CONACyT - Universidad Autónoma de Zacatecas, México

José, García Alonso	Universidad de Extremadura, España
Juan David, Pinto	Universidad del Cauca, Colombia
Juan Enrique, Garrido	Universitat de Lleida, España
Juan Manuel, González Calleros	Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, México
Juan Manuel, Murillo Rodríguez	Universidad de Extremadura, España
Juan Ruben, Delgado Contreras	Instituto Tecnológico e de Estudos Superiores de Monterrey, México
Juliana, Braga	Universidade Federal do ABC, Brasil
Juliana, Bueno	Universidade Federal do Paraná, Brasil
Juliano, Schimiguel	Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil
Julio, Hurtado	Universidad del Cauca, Colombia
Julio, Ponce	Universidad Autónoma de Aguascalientes, México
Kamila, Rios H. Rodrigues	Universidade do São Paulo, Brasil
Klinge, Villalba Condori	Universidad Católica de Santa María, Perú
Laura, Aballay	Universidad Nacional de San Juan, Argentina
Laura, Cortes	Universidad Militar Nueva Granada, Colombia
Leandro, Antonelli	Universidad Nacional de La Plata, Argentina
Leandro, Florez	Universidad Antonio Jose Camacho, Colombia
Leonardo, Ramón	Universidade Federal do Piauí, Brasil
Lourdes, Moreno	Universidad Carlos III, España
Luciana, Zaina	Universidade Federal do São Carlos, Brasil
Manuel, Bolaños	Universidad de Nariño, Colombia
Manuel, Ortega Cantero	Universidad de Castilla-La Mancha, España
Marc, Gonzalez	Faculdade de Engenharia do Sorocaba, Brasil
Marcelo, De Paiva Guimarães	Universidade Federal do São Paulo, Brasil
Marcelo, Morandini	Universidade do São Paulo, Brasil
Maria Amelia, Eliseo	Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil
Maria Clara, Gomez Alvarez	Universidad de Medellín, Colombia
Maria Dolores, Lozano	Universidad de Castilla-La Mancha, España
Maria Feancesca, Roig	Universidad Islas Baleares, España
Maria Fernanda, Montoya	Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia
María Isabel, García Arenas	Universidad de Granada, España
Maria Lili, Villegas	Universidad del Quindío, Colombia
Mario, Chacon	Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
Mario, Moreno Rocha	Universidad Tecnológica de la Mixteca, México
Mario, Rossainz	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
Marisa, Panizzi	Universidad Nacional de Hurlingham, Argentina
Marisol, Wong Villacres	Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
Marta Cecilia, Camacho	Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, Colombia
Mayela, Coto	Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica
Mayra Nayeli, Márquez Specia	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
Miguel, Redondo	Universidad de Castilla-La Mancha, España
Milene, Selbach Silveira	Pontífice Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil
Nancy, Estevez	Centro de Neurociencia de Cuba, Cuba
Natalia, Padilla Zea	Universidad Internacional de la Rioja, España
Natasha, Malveira Costa Valentim	Universidade Federal do Paraná, Brasil
Nuria, Medina	Universidad de Granada, España
Omar, Correa	Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba
Oscar David, Robles Sanchez	Universidad Rey Juan Carlos, España
Oscar, Carrillo	CPE Lyon, France
Oscar, Henao	Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia
Oscar, Revelo	Universidad de Nariño, Colombia
Pablo, García Sánchez	Universidad de Granada, España
Pablo, Ruiz	Corporación Universitaria Comfauca, Colombia
Pablo, Santana Mansilla	Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina
Pablo, Torres Carrion	Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

Pascual, González	Universidad de Castilla-La Mancha, España
Patricia, Paderewski	Universidad de Granada, España
Patricia, Pons	Instituto Tecnológico de Informática, España
Paulo, Realpe	Universidad Antonio Jose Camacho, Colombia
Pedro, Castillo Valdivieso	Universidad de Granada, España
Philippe, Palanque	Université Toulouse III, Francia
Rafael, Araújo	Universidade Federal do Uberlândia, Brasil
Ramiro, Serrano Vergel	Universidad de Michigan, Estados Unidos
Ramon, Mas	Universidad Islas Baleares, España
Raúl Antonio, Aguilar Vera	Universidad Autónoma de Yucatán, México
Raul Eduardo, Rodríguez Ibañez	Universidad Simón Bolívar, Colombia
Renata, Pontin Mattos Fortes	Universidade do São Paulo, Brasil
Ricardo, Gutiérrez	Universidad Militar Nueva Granada, Colombia
Ricardo, Mendoza González	Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México
Roberto, Muñoz	Universidad de Valparaíso, Chile
Roberto, Pereira	Universidade Federal do Paraná, Brasil
Roberto, Solís Robles	Universidad Autónoma de Zacatecas, México
Rodrigo, Duarte Seabra	Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Rosa Maria, Gil	Universitat de Lleida, España
Rosanna, Costaguta	Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina
Rubén, Edel Navarro	Universidad Veracruzana, México
Samuel, Marcos Pablos	Universidad de Salamanca, España
Sandra, Baldassarri	Universidad de Zaragoza, España
Saul, Delabrida	Universidade Federal do Ouro Preto, Brasil
Sergio, Albiol	Universidad de Zaragoza, España
Sergio, Ochoa	Universidad de Chile, Chile
Sergio, Zapata	Universidad Nacional de San Juan, Argentina
Silvana, Aciar	Universidad Nacional de San Juan, Argentina
Sílvia, Amélia Bim	Universidade Tecnológica do Paraná, Brasil
Silvio, Cazella	Universidade Federal do Ciências da Saúde de Porto, Brasil
Soraia, Silva Prietch	Universidade Federal do Mato Grosso/ Rondonópolis, Brasil
Susana, Bautista	Universidad Francisco Vitoria, España
Taciana, Pontual	Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
Thais, Castro	Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Thiago, Adriano Coleti	Universidade Estadual do Paraná, Brasil
Thiago, Barcelos	Instituto Federal do São Paulo, Brasil
Tiago, Silva da Silva	Universidade Federal do Estado de São Paulo, Brasil
Ticianne, Darin	Universidade Federal do Ceará, Brasil
Toni, Granollers	Universitat de Lleida, España
Vagner, Santana	Universidade Federal do ABC, Brasil
Valeria, Farinazzo Martins	Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil
Vanessa, Agredo Delgado	Corporación Universitaria Comfacauca, Colombia
Vania, Paula de Almeida Neris	Universidade Federal do São Carlos, Brasil
Victor, González	Instituto Tecnológico Autónomo de México, México
Víctor, López-Jaquero	Universidad de Castilla-La Mancha, España
Victor, Penichet	Universidad de Castilla-La Mancha, España
Victor, Peñeñory	Universidad de San Buenaventura, Colombia
Virginia, Rodés Paragarino	Universidad de la República, Uruguay
William, Giraldo	Universidad del Quindío, Colombia
Wilson Javier, Sarmiento	Universidad Militar Nueva Granada, Colombia
Yesenia Nohemi, González	Intituto Tecnológico de Apizaco, México
Yuliana, Puerta	Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia



# Índice

<b>Sesión Principal</b> .....	1
TalkGPT: How an Integrated System with ChatGPT by Voice Can Transform Communication .....	2
<i>Mirkos O. Martins, Gabriel Fachim and Joao Souza</i>	
Heurísticas de evaluación para plataformas comerciales: estudio de mapeo sistemático .....	7
<i>Alejandra Yicel Vargas Muñoz, Luis Freddy Muñoz Sanabria and César Collazos</i>	
Diseño de la interfaz humano-computadora en el proyecto del reactor CAREM 25 .....	25
<i>Tacca Esteban , Nowakowski Mariano, Martínez Puldón Karla, Tapia Ana Paula,         Pinzon Montes Andrea, Vargas, Nicolás y Flury Celso</i>	
Educação Superior Inclusiva no Brasil: Relato de Ações Para Promover Conhecimento sobre Acessibilidade .....	30
<i>Cibele C. da Silva Spiegel, Valéria F. Martins, Cibelle A. H. Amato, Maria A. Eliseo e         Ismar F. Silveira</i>	
Improving usability evaluation through a new heuristics-based approach tested in a real business context .....	35
<i>Afra Pascual Almenara, Toni Granollers Saltiveri, Juan Enrique Garrido Navarro         and Marta Albets Mitjaneta</i>	
Evaluating User Experience in Web Chatbots Interactions: A Case Study in the Colombian Context .....	41
<i>Elmer J. Muñoz, Juan D. Bravo, César A. Collazos and Diego Torres</i>	
5° Workshop en Sistemas Infotainment y Sistemas Inteligentes .....	53
Diseño de Prototipo de Aplicación Web para Determinar si una Persona tiene las Habilidades Cognitivas Necesarias para Conducir .....	54
<i>Andrea G. Plascencia-Rodríguez, Huizilopoztli Luna-García, Roberto Solís-         Robles, Hamurabi Gamboa-Rosales y Wilson J. Sarmiento</i>	
Identification of data mining techniques for the analysis of university dropout among Systems Engineering students at the Universidad del Cauca .....	59
<i>Erika L. Camacho, Yazmin V. Gutierrez, Esneider Majin, Jesús A. Velasco, Pablo H.         Ruiz and Vanessa Agredo-Delgado</i>	
Tendencias En El Diseño, Desarrollo E Implementación De PaaS Con Inteligencia Artificial Aplicada A La Agricultura .....	66
<i>Arturo Plascencia-Rodríguez, Huizilopoztli Luna-García, José M. Celaya-Padilla,         Klinge Orlando Villalba Condori y Johany Armando Carreño Gamboa</i>	
3° Workshop de Interacción en Juegos .....	79
Awareness for an Adaptative Gamification in Collaborative Collecting Systems .....	80
<i>Diego Torres, Juan Enrique Garrido, María Dalponte Ayastuy, Alejandro Fernandez         and Cesar A. Collazos<sup>4</sup></i>	

Juegos Serios para el control del Estrés en tiempos de COVID-19: Revisión de Literatura.....	86
<i>Lady K. Gomez, Edwin S. Molina, Cesar A. Collazos and Lara G. de Pinho</i>	
2° Workshop sobre Industria 4.0 y HCI .....	92
Industria 4.0 en el contexto latinoamericano: Tendencias y Retos hacia una mejor interacción del Ser Humano con la Tecnología .....	93
<i>Alicia Mon, Horacio René Del Giorgio, César Collazos, Juan Manuel González Calleros, Ismar Frango, Maria Amelia Eliseo, Valeria Farinazzo Martins y Daniela Vieira Cunha</i>	
Metodo agil para evaluacion de usabilidad y accesibilidad para pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software: propuesta.....	98
<i>Carlos Andrés Casas Domínguez, Pablo H. Ruiz and Vanessa Agredo Delgado</i>	
2° Workshop de Trabajo Colaborativo y Aprendizaje Colaborativo .....	104
La importancia del trabajo colaborativo dentro de los modelos de transformación digital: un mapeo sistemático .....	105
<i>Alex Armando Torres Bermúdez, César Alberto Collazos y Alicia Mon</i>	
Ingeniería de la colaboración aplicada al proceso productivo de empresas del sector gastronómico. Caso de estudio Miski Pastelería.....	112
<i>Juan D. Arboleda, Andrés.F. Solano y César A. Collazos</i>	
1° Workshop Cognición e Interacción.....	117
Cuadros basados en interacción tangible.....	118
<i>Bruno Laureano, Garay Francisco, Lambre Jerónimo, Medina Santiago, Artola Verónica and Sanz Cecilia</i>	
Bases de Datos Emocionales. Una caracterización con base en el modelo emocional .....	124
<i>Astudillo Gustavo J., Sanz Cecilia V. y Baldassarri Sandra</i>	

# Sesión Principal

# TalkGPT: How an Integrated System with ChatGPT by Voice Can Transform Communication

Mirkos O. Martins <sup>1[0000-0002-3983-1624]</sup> and Gabriel Fachim <sup>1[0009-0002-8511-4025]</sup> and Joao Souza <sup>1[0009-0009-4707-9119]</sup>

<sup>1</sup> Computer Science, Franciscan University - UFN, Santa Maria-RS, BRAZIL  
mirkos@ufn.edu.br, gabriel.afachim@ufn.edu.br, joao.souza@ufn.edu.br

**Abstract.** The use of artificial intelligence (AI) to generate content has become a common practice in the last five years in society in general. In the last three years, a particular tool has made the use of AI on an absurd scale: ChatGPT. With the tool, it was possible to interact with the computer in a more transparent way through colloquial writing, seeking colloquial answers, something innovative in the sense of human-machine interface. However, this interaction, in early 2023, still had a limitation: the interaction did through writing and reading text. This work, in an innovative way, suggested the use of speech-to-text conversion, through a dedicated framework, sending the sentence through the ChatGPT API and processing the response by a voice synthesizer (from the user's device operating system). A web address was made available, with an HTML page executing Javascript, Tailwind framework and responsive CSS, with relative success in user-machine (with AI) interaction and quality in the answers. With a small group of test users for a period of three months, it was possible to identify the potential use of a digital tutor, interacting in the form of a conversation, through the construction suggested by this work.

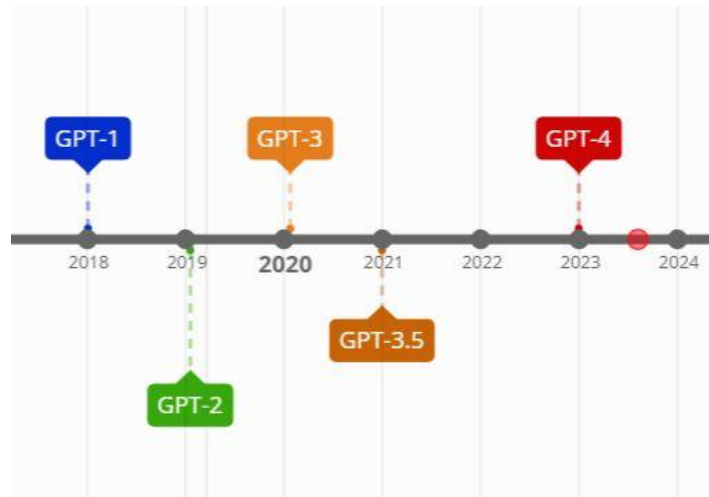
**Keywords:** Artificial Intelligence, interaction, application.

## Introduction

ChatGPT is an OpenAI language model based on the GPT (Generative Pre-trained Transformer) architecture [1], first introduced in 2018 and improved since then.

As shown in Figure 1, the first version of GPT in 2018, GPT-1, trained on a large dataset of text from the internet using unsupervised learning. This means that the model trained on the raw text without any labels or annotations. The goal was for the model to learn the patterns and structures of language on its own. GPT-1 achieved impressive results and was able to generate coherent text in response to prompts given to it by users.

The next version, GPT-2, was released in 2019 and was trained on an even larger dataset of text. GPT-2 trained using a slightly different approach than GPT-1, where the model trained to predict the next word in a sequence of text. This approach, known as language modeling, allowed the model to learn more about the structure and patterns of language.



*Figure 1- Evolution of GPT versions*

In 2020, OpenAI released GPT-3, the largest and most powerful version of the GPT architecture at the time. GPT-3 trained on an enormous dataset and was able to generate highly realistic and coherent text that is often difficult to distinguish from human-written sentences [2]. GPT-3 can also perform a wide range of language tasks, such as translation, summarization, and question answering, without the need for task-specific training data. GPT-3 can also generate code in a few languages, such as Python, JavaScript, and PHP.

In 2021, OpenAI introduced an upgrade to its language model called GPT-3.5. GPT-3.5 incorporates improvements and enhancements to further enhance the capabilities of its predecessors. It benefits from an even larger dataset, refined training techniques, and improved model architecture, which allows it to generate more accurate and contextually appropriate responses. It has a deeper understanding of various linguistic nuances and is more effective in handling complex queries and generating coherent text across a range of topics.

The ChatGPT built upon GPT-3.5 model and fine-tuned specifically for chatbot applications [3]. Fine-tuning involves training the model on a smaller dataset of text that is specific to the task at hand, in this case, generating responses to user input in a conversational setting. ChatGPT trained on a large dataset of conversational data, which allows it to generate highly realistic and engaging responses to user input.

Human-computer interface (HCI) is a term that describes the interaction between humans and computer systems. This interaction can occur through different devices such as keyboards, mice, touch screens, voice commands, and others [4].

HCI aims to make the user's interaction with the system more intuitive. To this end, it is important that the interface be designed taking into account the user's needs and characteristics, such as their cognitive, physical, and perceptual abilities. In this context, this work presents a human-computer interface that accesses the ChatGPT through voice, converting the response of the artificial intelligence system from text mode to voice, allowing the user to interact in a fluid and natural way.

## **Development**

As a pure web application, the application was built in two distinct parts: front-end (responsible for the user interface, both in input and response in voice format) and back-end (access to ChatGPT via API, text-to-speech processing).

The system was written and publicly hosted in a GitHub repository<sup>1</sup>. The repository structure consists of user interface HTML files, the Tailwind configuration file, and a src (source) folder, with the source codes of the front-end and back-end of the implementation.

Internally to the src folder, in the js folder are the front-end codes that make the call to the webspeech API and to the PHP folder code. In the php folder is the back-end coding of the application, which calls the ChatGPT API.

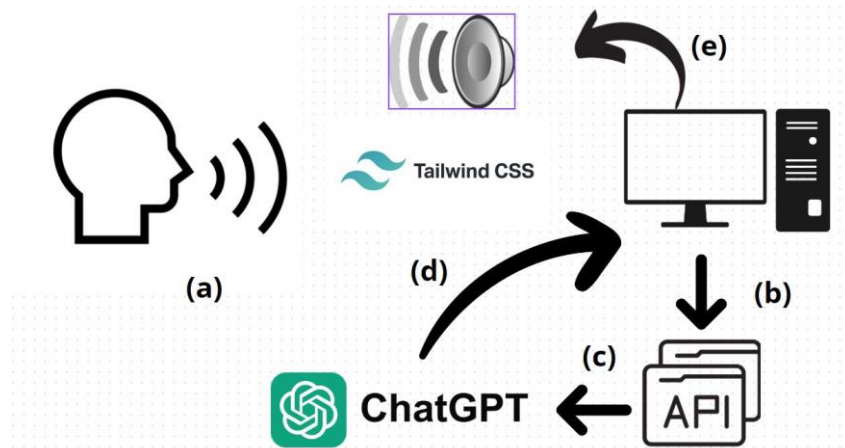


Figure 2 - scheme of the complete structure of the application phases, including the user.

## 1.1. Coding and implementation

The implementation and coding are based on the construction of a web interface on the front-end, with pure HTML associated with the Tailwind framework sending a voice object (Figure 2(a)) from the Web Speech API [5] to the back-end (Figure 2(b)), which consumes the ChatGPT access API (Figure 2(c)).

It accesses an account and sends the sentence from the voice object converted to text. Communication with ChatGPT results in a text response (Figure 2(d)) which then converts to a synthetic voice from the operating system of the user's device (Figure 2(e)).

```
const frase = new SpeechSynthesisUtterance(choice);
synth.speak(frase);

button_listen_stop.classList.remove("hidden");

loading.classList.add("hidden");

chat_answer.classList.remove("hidden");
chat_answer.innerHTML = choice;

typewrite();
```

Figure 3 - A screen capture of TalkGPT code used to modify the front-end based on the back-end answer.

In Figure 3, it is possible to observe a front-end code snippet responsible for converting the text sent by chatGPT into synthesized voice through a SpeechSynthesisUtterance object and executed by a player of the operating system itself (synth).

The back-end component is built using PHP and is responsible for processing the user's input, generating a response using ChatGPT API, and sending it back to the front-end. The component

<sup>1</sup> <https://github.com/JoaoVictor-afk/TalkGPT/tree/main>

receives the user's input through an AJAX [9] request and passes it to the ChatGPT API for processing. Once the response is generated, it is sent back to the front-end component as a text string. The back-end component also handles error handling and authentication with the ChatGPT API.

## 1.2. User and device testing

With an incipient disclosure, without the use of social media, it was possible to observe user access to the system during the period from February to May 2023, involving a total of 2654 unique visitors to the domain, totaling 2925 visits in general (Table 1). As user feedback, it was possible to collect the impression of great usability for more than 95% of those who communicated with TalkGPT, while the other 5% experienced problems with the adequacy of the microphone or voice conversion system of their operating system (permissions).

**Table 1** - Number of user accesses on the TalkGPT domain. Source: Hostgator Analytics.

Month	Unique Visitors	Number of Visits
February	217	273
March	589	708
April	1506	1586
May	342	358
total	2654	2925

Considering the access problems, it was important to evaluate the type of operating system used by users, in order to identify a profile to adjust the responses of the framework response to construct the web interface.

**Table 2** - User clicks in the month of February, considering the Operating System. Source: Hostgator Analytics.

Operating System	Hits	%
Windows	241	43.8
iOS	133	24.1
Android	96	17.4
Linux	55	10
Macintosh	11	2
Unknown	14	2.5

As shown in Table 2, we can observe that the most number of accesses are made by the Windows, iOS, Android, and Linux operating systems, in that order. It is important to note that the number of hits involves the number of clicks within the domain, each time the user makes access to the project's URL, so each user generally has more than one hit per use of TalkGPT.

In the investigation to identify the portability problems of TalkGPT, the internet browsers used by users in February 2023, also evaluated, as shown in Table 3.

**Table 3** – Browsers used in February 2023 to access TalkGPT. Source: Hostgator Analytics.

Browser	Hits	(%)
Google Chrome	264	48
Safari	133	24.1
MS Internet Explorer	77	14
Android Browser	22	4
Firefox	30	5.4
Edge	9	1.6
Mozilla	10	1.8
Unknown	3	0.5

It is noted that the browsers used in the accesses are in accordance with the popularity of browsers in the current year of 2023 [10]. It is interesting that one (or two) users are using the Netscape browser in 2023. Perhaps this is the problem of compatibility with the voice-to-text-to-voice conversion framework.

## Conclusion

The use of natural language processing and machine learning algorithms allows for more personalized and human-like interactions, creating a more immersive and engaging user experience. The system's versatility and potential for integration with other technologies make it a promising platform for the development of new and innovative applications, such as virtual customer service representatives, personal finance assistants, smart home systems, interactive gaming experiences, and educational platforms.

There are still challenges to overcome, such as the limited credit free accounts and the newly implemented expiration dates for API keys. These changes make it difficult for smaller companies to utilize the full capabilities of the ChatGPT API.

After Microsoft acquired OpenAI, access to the core of ChatGPT via API was modified. The current model places restrictions on the use of the AI and has changed the perspective on its academic development. As a strategy to continue using our platform, it is necessary to refactor the authentication process with new rules that involve the use of payment based on ChatGPT standards.

With further development and advancements in technology, we can expect to see even more exciting and innovative applications of this system in the future.

## References

1. Kingma, Durk P., and Prafulla Dhariwal. "Glow: Generative flow with invertible 1x1 convolutions." *Advances in neural information processing systems* (31), (2018).
2. Brown, Tom, Benjamin Mann, Nick Ryder, Melanie Subbiah, Jared D. Kaplan, Prafulla Dhariwal, Arvind Neelakantan et al. "Language models are few-shot learners." *Advances in neural information processing systems* (33), 1877-1901 (2020).
3. Korzynski, Pawel, Grzegorz Mazurek, Andreas Altmann, Joanna Ejdys, Ruta Kazlauskaitė, Joanna Paliszkiwicz, Krzysztof Wach, and Ewa Ziemia. "Generative artificial intelligence as a new context for management theories: analysis of ChatGPT." *Central European Management Journal* (2023).
4. Isaías, Pedro Ed, and Katherine Ed Blashki. *Human-computer interfaces and interactivity: Emergent research and applications*. Information Science Reference/IGI Global, (2014).
5. Michael Bodell; et al. *HTML Speech Incubator Group Final Report*. URL: <https://www.w3.org/2005/Incubator/htmlspeech/XGR-htmlspeech-20111206/>, last accessed 2023/05/01
6. Author, F.: Article title. *Journal* **2**(5), 99–110 (2016)
7. Author, F., Author, S.: Title of a proceedings paper. In: Editor, F., Editor, S. (eds.) *CONFERENCE 2016, LNCS*, vol. 9999, pp. 1–13. Springer, Heidelberg (2016)
8. Author, F., Author, S., Author, T.: Book title. 2nd edn. Publisher, Location (1999)
9. Mesbah, Ali, Arie van Deursen and Stefan Lenselink. "Crawling Ajax-Based Web Applications through Dynamic Analysis of User Interface State Changes." *ACM Trans. Web* **6** : 3:1-3:30. (2012).
10. W3Counter: Global Web Stats, <https://www.w3counter.com/globalstats.php?year=2023&month=5>, last accessed 2023/05/04



# Heurísticas de evaluación para plataformas comerciales: estudio de mapeo sistemático

Alejandra Yicel Vargas Muñoz<sup>1</sup>, Luis Freddy Muñoz Sanabria<sup>2</sup>, César Collazos<sup>3</sup>

1 Centro de Desarrollo Tecnológico Creativo, Popayán Vereda el Cofre,  
Parcelación La Margarita, Finca Santa María Casa 1, Universidad del Cauca,  
Calle 5 N° 4 - 70. alejandravargas@unicauca.edu.co

2 Fundación Universitaria de Popayán, Calle 8 No 8 – 58.  
lfreddy@fup.edu.co

3 Universidad del Cauca, Calle 5 N° 4 - 70. ccollazo@unicauca.edu.co

**Abstract.** Usability creates products and systems that are easy to use, efficient and satisfying for users and focuses on improving the user experience when interacting with a product or system, ensuring that it is intuitive, accessible and meets the needs and expectations of the user. In this article, a systematic mapping is presented, which is aimed at analyzing evaluation heuristics in commercial platforms. After conducting the literature review study, beneficial results were found from the application of evaluation heuristics in different areas of commercial platforms, since the results obtained in the different articles presented predictive capacity and improvements compared to currently used evaluation heuristics.

**Keywords:** Usability, evaluation heuristics, validation by experts, user experience, user interface.

## 1. Introducción

La usabilidad se define generalmente como la aceptabilidad de un sistema para una clase específica de usuarios que realizan una tarea puntual en un entorno determinado. La facilidad de uso afecta el rendimiento y la satisfacción del usuario y, en última instancia, determina la voluntad del usuario de usar o no el producto. Por lo tanto, es de gran importancia evaluar la usabilidad del producto antes del proceso de comercialización. [1]

Evaluar la usabilidad de cualquier producto de software puede ser un factor clave para predecir si éxito o fracaso [2]. La evaluación heurística sigue las heurísticas de Nielsen [40], que se utilizan a menudo en la evaluación de la usabilidad. Aunque estas heurísticas generalmente son suficientes para evaluar la mayoría de las interfaces de usuario, este tipo de pruebas de evaluación existentes deben modificarse o agregarse heurísticas específicas para ciertos contextos, como lo son las de tipo comercial [4]

Las plataformas comerciales son aquellas por medio de las cuales se llevan a cabo la distribución, venta, compra, marketing y suministro de información o servicios a través de internet [5]. A medida que surgen nuevas plataformas de comercio, se origina un cambio en la adquisición de bienes y servicios que dan un giro al modelo tradicional de comercio. [7]

Hoy en día las tecnologías han optimizado el comercio, la economía, la forma en como conviven dentro de una sociedad, por lo cual será necesario estar a la vanguardia de los cambios para mejorar las condiciones que este mundo actual de las plataformas comerciales requiere. [8]

Las plataformas comerciales han adquirido una gran importancia en el entorno digital, brindando a los usuarios acceso a una amplia gama de productos y servicios. Para garantizar una experiencia satisfactoria y efectiva, es crucial contar con mecanismos de evaluación adecuados. [9]

Las heurísticas de evaluación se han convertido en una herramienta invaluable para identificar y abordar problemas de usabilidad y experiencia de usuario en estas plataformas. [10]

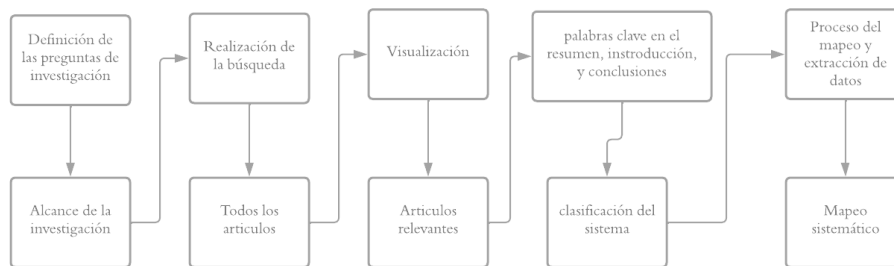
Partiendo de esta problemática se deben establecer nuevos marcos de evaluación heurística de usabilidad. Por lo tanto, es de suma importancia analizar y observar cómo se han ido implementando, diseñando y creando nuevas heurísticas de evaluación en plataformas comerciales [11].

Con base en lo anterior, este artículo presenta un mapeo sistemático de las heurísticas de evaluación más utilizadas en el contexto de las plataformas comerciales, con el objetivo de proporcionar una visión general de los enfoques existentes y señalar las áreas que requieren más investigación y desarrollo. En primera instancia se presenta la metodología donde se determina como es la guía del desarrollo del mapeo y aquellos criterios que se tendrán presente para la selección de los estudios. En segundo lugar, se muestran los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de los estudios seleccionados para el mapeo. Por último, se muestran las conclusiones donde se menciona que brechas se encontraron al realizar todo el análisis de información encontrada y el trabajo a futuro al que se pretende llegar.

## 2. Metodología

Se aplico una metodología de mapeo sistemático [34] para recopilar y analizar las heurísticas de evaluación utilizadas en el ámbito de las plataformas comerciales. Se llevaron a cabo búsquedas en bases de datos científicas y se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los estudios relevantes. A partir de estos estudios seleccionados, se extrajeron y categorizaron las heurísticas de evaluación utilizadas.

*Ilustración 1. Proceso del mapeo sistemático.*



### Pregunta de investigación

Pregunta general que conduce al objetivo del mapeo sistemático:

*¿Cuáles son las heurísticas de evaluación mayormente usadas para medir la usabilidad en plataformas comerciales?*

## Preguntas y métodos de investigación directamente relacionados con temática

*Tabla 1. Preguntas de investigación.*

Preguntas de investigación	Motivación
¿Qué tipos de heurísticas de evaluación se han utilizado con mayor frecuencia en la evaluación de plataformas comerciales?	Comprender las técnicas más comunes para medir la calidad de las plataformas. Identificar que tipos de heurísticas de evaluación se usan con frecuencia para las plataformas.
¿Existen heurísticas específicas para evaluar la usabilidad de las plataformas comerciales?	Identificar las heurísticas existentes para evaluar la usabilidad de las plataformas comerciales.
¿Cómo se han adaptado las heurísticas existentes para satisfacer las necesidades específicas de evaluación de plataformas comerciales?	Determinar de qué manera se han adaptado las heurísticas existentes para llevar a cabo una evaluación satisfactoria de las necesidades de evaluación en plataformas comerciales.
¿Qué herramientas y técnicas se han utilizado para aplicar heurísticas de evaluación a las plataformas comerciales?	Identificar que herramientas se han implementado para la aplicación de evaluación heurística en plataformas comerciales.
¿Cómo se pueden mejorar las heurísticas existentes para la evaluación de plataformas comerciales?	Determinar cómo mejorar las heurísticas de evaluación existentes para plataformas comerciales.

## Cadenas de búsqueda

En este caso para este proceso se utilizaron los términos en idioma inglés para la búsqueda de uso de heurísticas de evaluación en plataformas comerciales: “A methodology to establish heuristics”, “Usability heuristics for commercial software”, “Usability heuristics validation process”, “Design heuristics for usability evaluation”, “Heuristics for evaluation of commercial software applications”, “Heuristics for website usability evaluation”, “heuristics for software usability evaluation”, “Usability heuristics research methods”, “Usability heuristics development methodology”. En la siguiente tabla se muestran los términos como cadenas de búsqueda.

*Tabla 2. Cadenas de búsqueda.*

Cadenas de búsqueda	
Términos principales	Cadena de investigación
A methodology to establish heuristics	Methodology AND establish AND heuristics
Usability evaluation heuristics for commercial software	Usability evaluation heuristics OR commercial software
Usability heuristics validation process	Usability heuristics NOT validation process
Design heuristics for usability evaluation	Design heuristics OR usability evaluation
Heuristics for usability evaluation of commercial software applications	Heuristics for usability evaluation NOT commercial software applications OR heuristics AND usability evaluation
Heuristics for website usability evaluation	Heuristics for website usability evaluation OR Heuristics for software usability evaluation
Heuristics for software usability evaluation	heuristics AND software usability evaluation
Usability heuristics research methods	usability heuristics AND (research methods OR research)

Cadenas de búsqueda	
Usability heuristics development methodology	usability heuristics AND (development methodology OR development)

En la siguiente tabla se muestran las bases de datos científicas utilizadas para la búsqueda de los artículos seleccionados.

**Tabla 3.** Descripción de las bibliotecas digitales.

Descripción de las bibliotecas de las bases de datos utilizadas				
Base de datos	Descripción	Url	Área	Búsqueda
scopus	una base de datos completa y diseñada profesionalmente de citas y resúmenes.	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>	interdisciplinaria	si
science direct	una de las mayores fuentes de información sobre ciencia, tecnología, investigación y medicina.	<a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>	interdisciplinaria	si
springer	una editorial mundial de libros, libros electrónicos y revistas científicas revisadas por pares relacionadas con la ciencia, la tecnología y la medicina (stm: science, technology and medicine).	<a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a>	interdisciplinaria	si
ieeexplore	una base de datos de investigación para artículos que describen campos relacionados con la ingeniería eléctrica, electrónica o de software.	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/">https://ieeexplore.ieee.org/</a>	ingenierías	si

Una vez se han definido las cadenas de búsqueda y las bases de datos científicas se procede con definir los criterios de inclusión y exclusión para realizar la selección de los artículos.

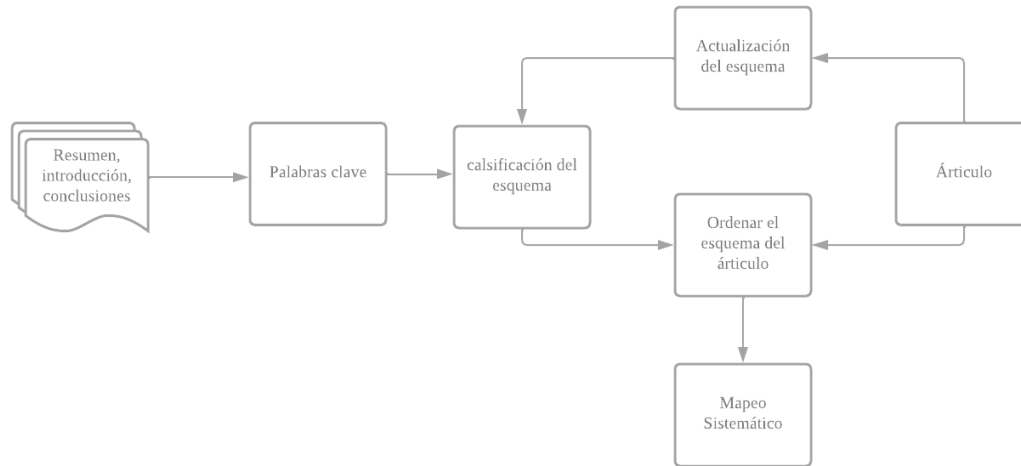
**Tabla 4.** Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión y exclusión		
Tipo de criterio	Criterio	Tipo
Periodo	artículos entre 2005-2023	inclusión
Lenguaje	español-inglés	inclusión
Tipo de fuente	artículos, documentos de conferencia, evidencia de congresos, libros	inclusión
Accesibilidad	artículos de acceso libre o que se logra acceder por convenio con universidad del cauca	inclusión
	no accesible	exclusión
Secciones revisadas	resumen, introducción, conclusiones	inclusión
Relevancia pregunta de investigación	no relevante para una o más preguntas de investigación	exclusión

En la Ilustración 2, se muestra los pasos que se siguieron para la selección de los artículos definitivos. Las secciones del estudio eran las analizadas tales como resumen, introducción y conclusiones. Seguidamente a través de las palabras clave observadas en cada uno de los estudios fue posible que se creara la clasificación del esquema y definir las subcategorías con los diferentes estudios de acuerdo a las temáticas que abordaban, se incluyó un estudio en una subcategoría de la clasificación del esquema que implicaba ordenar y actualizar dicho esquema, para decidir

dónde ubicarlo. Finalmente, el estudio en cuestión haría parte del mapeo sistemático desarrollado en el presente artículo.

**Ilustración 2.** Esquema de clasificación.



## Resultados

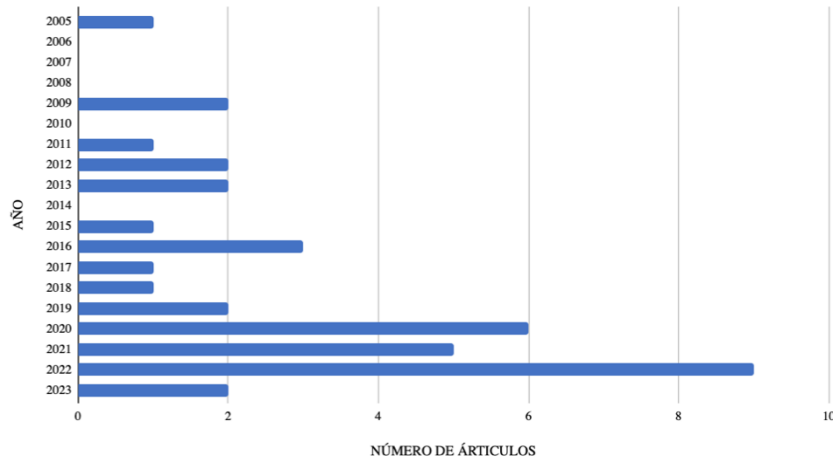
En la siguiente tabla se muestra el resultado obtenido aplicando los criterios de inclusión y exclusión.

**Tabla 5.** Número de artículos encontrados.

Cadena de búsqueda	Número de artículos encontrados	Seleccionados
1	20	6
2	8	4
3	15	5
4	65	4
5	6	4
6	340	10
7	494	8
8	473	7
9	141	9

En la siguiente gráfica, se observa el número de publicaciones por año. Se determina que la gran parte de publicaciones tienen una mayor relevancia en el año 2022. Con esto podemos decir que el tema es de gran interés hoy en día.

**Gráfica 1.** Número de artículos por año.



### Calidad de los artículos seleccionados.

Una vez se realiza la clasificación por categorías de estudio para el mapeo, en la siguiente tabla se definen ciertos criterios para la evaluación de calidad de estos.

**Tabla 6.** Criterios de evaluación de la calidad de los estudios seleccionados.

Criterios de evaluación de la calidad de los estudios seleccionados				
Criterio	Descripción	Puntuación		
c1	la investigación describe en detalle las heurísticas y métodos utilizados.	-1	0	1
		no	parcialmente	si
c2	el estudio muestra claramente los resultados obtenidos y los detalles	no	parcialmente	si
c3	el estudio ha sido publicado en una revista relevante	no	Q4,Q3	Q2,Q1
c4	el estudio ha sido citado por otros autores	0	1 a 10	10+

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos tras realizar la evaluación de calidad de los estudios seleccionados.

**Tabla 7.** Resultados de evaluación de calidad en los estudios seleccionados

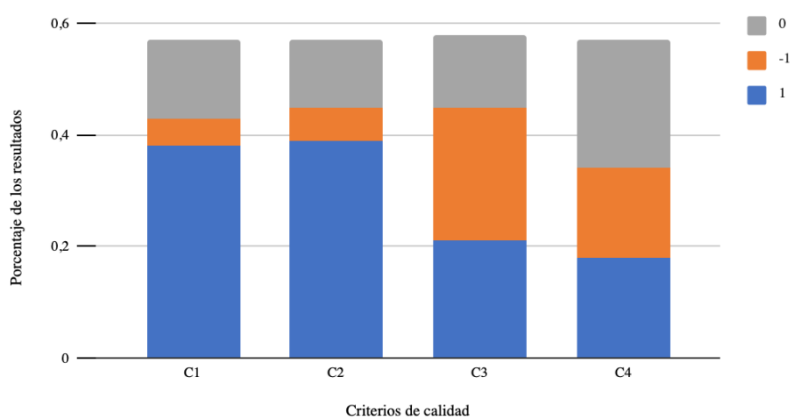
Resultados de la evaluación de calidad de los estudios seleccionados					
estudio	c1	c2	c3	c4	total

Resultados de la evaluación de calidad de los estudios seleccionados					
[1]	1	0	1	1	3
[2]	-1	0	-1	1	-1
[3]	1	1	0	1	3
[4]	1	0	1	1	3
[5]	0	1	0	0	1
[6]	1	1	-1	1	2
[7]	0	1	0	1	2
[8]	0	1	0	0	1
[9]	0	1	-1	1	1
[10]	0	1	-1	1	1
[11]	1	1	1	-1	2
[12]	1	1	1	0	3
[13]	1	1	1	0	3
[14]	1	1	0	0	2
[15]	1	1	-1	1	2
[16]	1	1	-1	-1	0
[17]	1	1	-1	-1	0
[18]	1	1	-1	0	1
[19]	0	1	-1	-1	-1
[20]	0	1	-1	-1	-1
[21]	1	1	-1	0	1
[22]	1	1	0	-1	1
[23]	0	1	-1	0	0
[24]	1	1	0	0	2
[25]	1	1	1	0	3
[26]	0	0	-1	0	-1
[27]	1	0	1	0	2
[28]	1	1	-1	0	1
[29]	1	1	-1	0	1
[30]	1	1	1	0	3
[31]	0	1	1	-1	1
[32]	1	1	1	-1	2
[33]	1	0	1	0	2
[34]	-1	0	1	0	0
[35]	0	1	1	0	2
[36]	1	1	1	1	4
[37]	0	0	-1	0	-1
[38]	-1	1	1	0	1
[39]	1	0	1	0	2
[40]	1	1	0	-1	1
[41]	1	-1	0	1	1
[42]	1	1	1	-1	2
[43]	1	-1	0	-1	-1
[44]	0	1	-1	1	1
[45]	1	-1	1	0	1
[46]	-1	-1	0	1	-1
[47]	1	1	0	-1	1
[48]	1	0	-1	1	1
[49]	1	-1	-1	0	-1
[50]	0	1	1	-1	1
[51]	1	-1	1	1	2

Resultados de la evaluación de calidad de los estudios seleccionados					
[52]	1	1	-1	-1	0
[53]	-1	1	-1	1	0
[54]	1	1	0	-1	1
[55]	1	0	-1	1	1
[56]	1	1	1	-1	2
[57]	1	0	-1	1	1

A continuación, se presenta el análisis de los estudios seleccionados siguiendo los criterios de clasificación. Este gráfico hace referencia a la evaluación de los criterios de calidad en los artículos definitivos.

**Gráfica 2.** Estudios según criterios de calidad evaluados.



### 3. Categorías de heurísticas de evaluación

Se identifican y describen las categorías principales de heurísticas de evaluación utilizadas en el contexto de las plataformas comerciales.[19] Estas categorías proporcionan una estructura para comprender y evaluar diferentes aspectos de las plataformas comerciales desde la perspectiva de las heurísticas de evaluación. Cada categoría se enfoca en áreas específicas de la experiencia del usuario y la usabilidad, lo que permite abordar de manera más efectiva los desafíos y mejorar el diseño y funcionamiento de las plataformas comerciales. Estas categorías incluyen:

#### 3.1. Usabilidad

Se refiere a la facilidad de uso de la plataforma y aborda aspectos como la navegación intuitiva, la claridad de la información, la consistencia en el diseño y la eficiencia en la realización de tareas. Las heurísticas de usabilidad evalúan si la plataforma permite a los usuarios interactuar de manera efectiva y eficiente, sin dificultades ni obstáculos innecesarios. [40]

#### 3.2. Accesibilidad

Se evalúa la capacidad de la plataforma para ser utilizada por personas con discapacidades o limitaciones. Las heurísticas de accesibilidad se centran en garantizar que la plataforma sea accesible para todos los usuarios, incluyendo aquellos con discapacidades visuales, auditivas, motoras o cognitivas. Se examinan aspectos como el uso alternativo para imágenes, la



compatibilidad con lectores de pantalla, la navegación por teclado y el contraste de color adecuado. [29]

### **3.3. Seguridad**

Evaluar la confiabilidad y la seguridad de la plataforma. Las heurísticas de seguridad abordan aspectos como la protección de datos personales, la autenticación segura, la prevención de fraudes y la encriptación de información sensible. Se evalúa si la plataforma cumple con estándares y prácticas de seguridad aceptables, brindando confianza a los usuarios para realizar transacciones y compartir información personal. [14]

### **3.4. Personalización**

Se evalúa la capacidad de la plataforma para adaptarse a las preferencias y necesidades individuales de los usuarios. Las heurísticas de personalización examinan si la plataforma ofrece opciones de configuración, recomendaciones personalizadas, filtros y ajustes de preferencias. Se evalúa si la plataforma logra proporcionar una experiencia más relevante y adaptada a cada usuario. [18]

### **3.5. Experiencia de usuario**

Se enfoca en aspectos emocionales y subjetivos de la interacción del usuario con la plataforma. Las heurísticas de experiencia del usuario evalúan factores como la satisfacción, la confianza, la estética visual y el disfrute general. Se analizan aspectos relacionados con el diseño emocional, la retroalimentación visual, la respuesta rápida y la respuesta informativa, para crear una experiencia positiva y atractiva para el usuario. [3]

## **4. Análisis y discusión de hallazgos**

Durante la búsqueda se identifica que la evaluación heurística es viable por ser de bajo costo, depende de cierto número de evaluadores expertos que realicen este proceso. Con este método de evaluación se han logrado detectar un aproximado de 42% en problemas graves de diseño y un 32% en problemas menores, dependiendo de los evaluadores que inspeccionen la plataforma. [40]

Otro aspecto importante de este método es que se puede implementar en etapas tempranas del ciclo de desarrollo. Cuando no hay información suficiente para realizar una prueba con usuarios reales, existen criterios heurísticos que sirven como guía para la evaluación de diseños de interfaz. [34]

A pesar de ser una buena técnica, y detectar problemas de usabilidad antes de que se ejecute el trabajo de producción real, se encuentran falencias, lo cual causa dificultades al realizar este tipo de evaluación.

Se consideran ciertas heurísticas, se agrupan y se aplican a diferentes contextos, pero nunca es suficiente, se ve necesario definir un conjunto de heurísticas que aborden con un criterio más adecuado y puntual a el contexto que se desea evaluar, como lo menciona Nielsen [40], de que las heurísticas son genéricas y se deben personalizar según la plataforma que se desea evaluar.

Por otro lado, los resultados de este método suelen ser cualitativos, por medio de las puntuaciones de los expertos al llevar a cabo su evaluación se determinan mejoras para llevar a cabo un producto más usable, sin embargo, esto no es suficiente y debe haber resultados cuantitativos. Es decir, no

solo recibir problemas de usabilidad sino también obtener resultados de propuestas de mejora, dando una posible solución a las problemáticas que encontraron los evaluadores. [41]

El proceso estándar que se conoce para aplicar la evaluación heurística consta de tres frases:

#### **4.1. Planificación de la evaluación**

Escoger a los evaluadores para involucrarlos en el proceso de elección de heurísticas y el análisis de usabilidad. Durante esta etapa es importante es indispensable puntuar cada una de las heurísticas. Nielsen propone puntuar tres aspectos: impacto, frecuencia y persistencia. [42] El resultado de esta etapa se basa en el análisis de los evaluadores y las heurísticas y su puntuación se analizan en la siguiente etapa.

#### **4.2. Realización de la evaluación**

El análisis se realiza de manera individual para que los resultados no sean similares a los de los demás evaluadores. Además, se recomienda agregar comentarios de cada uno de los criterios propuestos. [43-40]

#### **4.3. Extracción de resultados de la evaluación**

Finalmente, al tener la puntuación de las heurísticas, los evaluadores discuten los problemas de usabilidad encontrados y se buscan mejoras de la plataforma evaluada.

Con el paso del tiempo diferentes autores han presentado diferentes guías, heurísticas, principios para la mejora en los diseños y la aplicabilidad de la usabilidad en los desarrollos, sitios y plataformas en general.

Smith y Mosier, presentan los primeros principios heurísticos en el diseño de interfaces software en 1986 [44-45]. En 1987, Marshall presenta 162 heurísticas que tienen en cuenta psicología cognitiva para interfaces en sistemas de computación [46] y Shneiderman presenta 8 principios para el diseño de sistemas interactivos usables. [47]

Marlín Brown proporciona guías a seguir en el diseño de un sistema interactivo con un total de 302 guías distribuidas en 9 categorías en 1988 [48] y Norman presenta en el mismo año 7 principios de diseño centrado en el usuario. [49]

Aparecen Molich y Nielsen en 1990 con 9 principios para mejorar la interacción entre personas y ordenadores a través de la inspección de una interfaz real [50]. En 1992 Mayhew presenta principios relacionados con el diseño en sistemas centrados en el usuario, clasificándolos en 12 categorías de heurísticas. [51]

En 1994 aparece nuevamente Nielsen, modificando las heurísticas propuestas junto a Molich, definiendo 7 aspectos de usabilidad con el apoyo de 11 proyectos desarrollados por otros autores. Logrando implementar estos aspectos en diferentes contextos abarcando una gran variedad de características de usabilidad. [40]

Constantine en 1995, propone 5 reglas de propósitos generales y 6 principios más específicos para el diseño de interfaces usables y el fácil aprendizaje de usuarios finales [52]. Más adelante en 1996 Instone, especifica una serie de principios heurísticos definidos por Nielsen, pero los enfoca de forma específica para la web. [53]

Una vez más en 2002 vuelve Nielsen esta vez junto a Tahir, presentando 26 categorías abordando heurísticas de evaluación de usabilidad para páginas de inicio web, en el libro “usabilidad de páginas de inicio: análisis de 50 sitios web”. [54]

En el 2003 Tognazzini, publica por medio de un portal “Ask Tog” un conjunto de 15 principios y en 2004 pierotti, añade a las heurísticas ya definidas por Molich y nielesen, otras 3 categorías, ampliando el conjunto ya definido y subdividiendo todas las categorías. [55-56]

En 2008 Gonzales, Lorés y Granollers publican un conjunto de heurísticas que se obtuvieron fusionando las propuestas por Nielsen y Molich, Constantine, Instone, Shneiderman, Tognazzini, y Mayhew. Presentando 4 categorías, en las que se despliegan en criterios heurísticos siendo al mismo tiempo preguntas heurísticas.[57]

En la actualidad se han tomado como base los principios, conjuntos y categorías heurísticas propuestas por estos autores para ser personalizadas y aplicadas a nuevos contextos o áreas de desarrollo de plataformas. [26-27]

La elección de los principios de usabilidad de un autor o de otro para evaluar la usabilidad continúa siendo una de las tareas más minuciosas dentro del proceso de planificación de una evaluación heurística. [34]

Se han realizado muchos esfuerzos por lograr definir criterios heurísticos y aunque los más usados son los de Nielsen, no siempre logran adecuarse completamente a características de usabilidad en las plataformas, en especial las comerciales. [37]

Aún hay variedad de investigadores que trabajan por llegar a definir o modificar conceptos heurísticos, por lo cual se produce redundancia o similitud en la definición de algunas categorías planteadas por diversos autores. [34]

A continuación, se presentan estudios de caso donde se han aplicado heurísticas de evaluación en el ámbito de plataformas comerciales.

## **5. Aplicación de heurísticas de evaluación en estudios de casos**

5.1. **Estudio de caso 1.** Evaluación de la usabilidad de una plataforma de comercio electrónico. [40] En este estudio, se aplicaron heurísticas para evaluar la experiencia de usuario en una plataforma de comercio electrónico. Se usaron heurísticas como la claridad de información, la navegación intuitiva, y la eficiencia en la realización de tareas. Los investigadores realizaron pruebas de usabilidad con los usuarios reales y observaron como interactuaron con la plataforma. Se identificaron problemas como el proceso de pago confuso y dificultades para encontrar productos específicos. Esto permitió a los diseñadores de la plataforma realizar mejoras específicas en la experiencia de usuario.

5.2. **Estudio de caso 2.** Evaluación de la accesibilidad de una plataforma de reserva de viajes. [14] Para este caso, se aplicaron heurísticas relacionadas con el uso de texto alternativo para imágenes, la navegación por teclado, y el contraste de color adecuado. Se realizaron pruebas de accesibilidad con usuarios de diferentes discapacidades, como discapacidad visual y motora. En base de hallazgos como imágenes sin descripción y la falta de soporte por teclado se implementan mejoras en la plataforma sobre estos aspectos, para garantizar que todos los usuarios pudieran acceder y utilizar una plataforma de manera efectiva.

5.3. **Estudio de caso 3.** Evaluación de la usabilidad en una plataforma de compras en línea para dispositivos móviles: [29] En este estudio de caso, se llevaron a cabo evaluaciones de usabilidad en una plataforma de compras en línea diseñada para dispositivos móviles. Se aplicaron heurísticas de evaluación centradas en la navegación intuitiva, la eficiencia en la realización de tareas y la adaptabilidad a las características de los dispositivos móviles. El

objetivo fue identificar áreas de mejora de la usabilidad en la plataforma para optimizar la experiencia de usuario.

- 5.4. **Estudio de caso 4.** Evaluación de la personalización en una plataforma de recomendaciones de productos. [31] En este estudio de caso, se aplicaron heurísticas de evaluación relacionadas con la capacidad de la plataforma para adaptarse a las preferencias y necesidades individuales de los usuarios. El objetivo fue determinar la eficacia de la personalización en la mejora de la relevancia y satisfacción del usuario en las recomendaciones de productos.
- 5.5. **Estudio de caso 5.** Evaluación de la accesibilidad en una plataforma de servicios bancarios. [22] En este caso, se aplicaron heurísticas de evaluación relacionadas con el diseño accesible y la usabilidad para personas con discapacidades. El objetivo fue identificar barreras y obstáculos en la plataforma que impiden a las personas con discapacidad acceder y utilizar los servicios bancarios en línea de manera efectiva.
- 5.6. **Estudio de caso 6.** Evaluación de la seguridad en una plataforma de intercambio de criptomonedas. [38] En este estudio, se aplicaron heurísticas de evaluación centradas en la protección de datos personales, la autenticación segura y la prevención de fraudes. El objetivo fue identificar posibles vulnerabilidades en la plataforma que pudieran comprometer la seguridad de los usuarios y sus transacciones.

## 6. Retos y oportunidades futuras

En el ámbito de las heurísticas de evaluación para plataformas comerciales, aún existen algunas brechas y desafíos que se pueden identificar. Si bien existen heurísticas generales de usabilidad, accesibilidad y seguridad que se pueden aplicar a una amplia gama de plataformas, a menudo se requiere de heurísticas específicas para abordar las necesidades y características únicas de las plataformas comerciales. [30]

Las plataformas comerciales pueden variar en función de su industria, tipo de producto, público objetivo y otros factores. Por lo tanto, existe una necesidad de desarrollar heurísticas que se adapten específicamente a estos contextos. [35]

Las plataformas comerciales evolucionan rápidamente, y las heurísticas de evaluación también deben mantenerse actualizadas y adaptarse a los avances tecnológicos y demandas cambiantes de los usuarios. Es importante revisar y actualizar regularmente las heurísticas existentes para asegurarse de que sigan siendo relevantes y efectivas en el entorno actual. [40]

Estas plataformas son sistemas complejos que involucran aspectos técnicos, de diseño, de negocio y de interacción con el usuario. Las heurísticas de evaluación deben abordar de manera integral todos los aspectos y requerir la colaboración de expertos en diferentes disciplinas, como usabilidad, diseño de interacción, seguridad, psicología del usuario, entre otros. Existe una necesidad de enfoques multidisciplinarios para el desarrollo de heurísticas que abarquen todas las dimensiones relevantes de una plataforma comercial. [6]

Este tipo de plataformas no solo se centra en la funcionalidad y la usabilidad, sino también en la experiencia emocional y motivacional de los usuarios. La evaluación de estos aspectos puede resultar desafiante, ya que las heurísticas tradicionales pueden no abordar completamente estos aspectos subjetivos. Se necesita más investigación y desarrollo de heurísticas que consideren la

satisfacción emocional, la motivación y otros factores relacionados con la experiencia de usuario. [16]

En la siguiente tabla se muestra una comparación de los aspectos que se consideran y los aspectos que no se consideran, en las heurísticas de evaluación de plataformas comerciales:

**Tabla 8.** Tabla comparativa de aspectos considerados y no considerados en heurísticas de evaluación para plataformas comerciales.

Heurísticas de evaluación	Aspectos considerados	Aspectos No considerados
Heurística de usabilidad Centradas en la facilidad de uso y eficiencia.	Consistencia en la interfaz	Experiencia emocional y satisfacción del usuario
	Diseño intuitivo y navegación clara	Motivaciones y expectativas del usuario
		Adaptabilidad a diferentes contextos y dispositivos
		Diversidad cultural y características demográficas
Heurísticas de accesibilidad Evalúan la protección de datos y la prevención de riesgos.	Diseño accesible para personas con discapacidades (algunas, no todas)	Barreras de accesibilidad específicas para diferentes discapacidades
		Experiencia y necesidades de usuarios con discapacidades múltiples
		Tecnologías de asistencia emergentes
		Cumplimiento de estándares y regulaciones de accesibilidad
Heurísticas de seguridad Evalúan la protección de datos y la prevención de riesgos.	No aplica	Experiencia del usuario en relación con la seguridad.
		Amenazas y ataques sofisticados en evolución.
		Conciencia y educación del usuario sobre prácticas de seguridad.
		Cumplimiento de estándares y regulaciones de seguridad.
Heurísticas de confianza Se enfocan en establecer la confianza del usuario.	Evaluaciones y comentarios de otros usuarios	Transparencia y claridad en las políticas de privacidad.
		Autenticidad y legitimidad de la plataforma y los vendedores.
		Gestión eficaz de problemas de seguridad y fraude.
		Retroalimentación y soporte adecuados para los usuarios.
Heurísticas de experiencia de usuario	Consideran la experiencia global del usuario.	Satisfacción emocional y estética.
		Diseño centrado en el usuario y personalización.
		Flujo y engagement del usuario.
		Innovación y diferenciación de la competencia.
Heurísticas de locación y adaptabilidad Evalúa la adaptabilidad a diferentes contextos y usuarios	No aplica	Localización y personalización cultural
		Soporte para diferentes idiomas y regiones
		Adaptable a diferentes dispositivos y tamaños de pantalla
		Consideración de requisitos legales y

Heurísticas de evaluación	Aspectos considerados	Aspectos No considerados
		regulatorios
Heurísticas de integridad de la información	veracidad y confiabilidad de la información.	Validación y verificación de la información
		Actualización y corrección de la información
		Gestión de la privacidad y protección de datos
		Garantía de información libre de sesgos y distorsiones
Heurísticas de interacción social Evalúa las capacidades de interacción social	No aplica	Comunicación y colaboración entre usuarios
		Evaluación y calificación de usuarios y vendedores
		Mecanismos de resolución de conflictos y disputas
		Comunidad y apoyo entre usuarios

Las heurísticas y aspectos no considerados pueden variar según el contexto y los objetivos específicos de cada plataforma comercial. Es importante tener en cuenta tanto aspectos funcionales como los emocionales, culturales y de seguridad para ofrecer una experiencia de usuario completa y satisfactoria. Además, la participación y colaboración de expertos, diseñadores y usuarios es esencial para asegurar pertinencia y validez de las heurísticas seleccionadas.

Otro aspecto que hay que resaltar es que el proceso de selección para la definición de heurísticas de evaluación en plataformas comerciales no suele ser muy claro por diversas razones. Cada plataforma comercial tiene su propio contexto y objetivos particulares, tienen una amplia diversidad de usuarios con diferentes necesidades, habilidades y preferencias, debe ser capaz de incorporar nuevas consideraciones a medida que avanza la tecnología y su constante evolución.

Es importante destacar que el proceso de selección de heurísticas de evaluación no es un enfoque estático, sino iterativo y adaptable. Requiere de investigadores y profesionales en la industria para evaluar y ajustar continuamente las heurísticas según las necesidades cambiantes de las plataformas comerciales y los usuarios.

## Respuesta a preguntas de investigación

### ¿Qué tipos de heurísticas de evaluación se han utilizado con mayor frecuencia en la evaluación de plataformas comerciales?

- Heurística de usabilidad: esta heurística evalúa la usabilidad y la experiencia del usuario de la plataforma. Algunas heurísticas comunes incluyen consistencia y coherencia de la interfaz, navegación intuitiva, retroalimentación apropiada, eficiencia en el desempeño de tareas y satisfacción del usuario.
- Heurística de accesibilidad: esta heurística tiene como objetivo evaluar si la plataforma puede ser utilizada por personas con discapacidad. Valoran cosas como el uso de etiquetas descriptivas, tamaño de fuente y contraste apropiados, compatibilidad con tecnología de asistencia y navegación por teclado.
- Heurísticas de seguridad: el propósito de estas heurísticas es evaluar la seguridad de la plataforma y garantizar que se implementen las prácticas adecuadas para proteger la información del usuario. Estos incluyen cosas como la autenticación segura, el cifrado de datos confidenciales, la protección contra ataques distribuidos y la gestión adecuada de derechos.

### **¿Existen heurísticas específicas para evaluar la usabilidad de las plataformas comerciales?**

sí existen, sin embargo, son muy generales ya que parte de los principios de Nielsen, algunas heurísticas son:

- a. Visibilidad del estado del sistema: la plataforma debe proporcionar información clara y visible sobre el estado de las operaciones del usuario y del sistema.
- b. Coherencia y estandarización: una plataforma debe ajustarse a los patrones y convenciones de diseño establecidos para que los usuarios puedan predecir y comprender fácilmente cómo interactúan con ella.
- c. Flexibilidad y eficiencia de uso: la plataforma debe permitir a los usuarios realizar tareas de manera eficiente y brindar oportunidades para adaptarse a diferentes niveles de experiencia y preferencias.
- d. Capacidades de prevención y recuperación de errores: las plataformas deben minimizar la posibilidad de errores y brindar oportunidades para deshacer acciones y recuperarse de errores.

### **¿Cómo se han adaptado las heurísticas existentes para satisfacer las necesidades específicas de evaluación de plataformas comerciales?**

Las heurísticas existentes se adaptan a las necesidades de prueba específicas de la plataforma comercial mediante:

- a. Personalización: adapte las heurísticas generales para abordar las características y funcionalidades específicas de la plataforma de negociación.
- b. Contextualización: los objetivos comerciales, los usuarios objetivo y las expectativas del mercado se tienen en cuenta cuando se utilizan heurísticas.
- c. Integración de métricas clave: integre métricas y datos relevantes para medir el rendimiento de la plataforma y el impacto empresarial.

### **¿Qué herramientas y técnicas se han utilizado para aplicar heurísticas de evaluación a las plataformas?**

- a. Las herramientas y técnicas para aplicar heurísticas de evaluación a las plataformas incluyen:  
Pruebas heurísticas: evaluadores expertos revisan la plataforma y la comparan con el marco heurístico establecido para identificar problemas y áreas de mejora.
- b. Pruebas de usabilidad: los usuarios reales interactúan con la plataforma mientras observan su comportamiento y recopilan datos cualitativos y cuantitativos.
- c. Encuestas y cuestionarios: se utilizan para recopilar las opiniones de los usuarios sobre varios aspectos de la plataforma y su relevancia para la heurística.
- d. Análisis de uso: recopile y analice métricas de uso utilice, por ejemplo, el tiempo de interacción, la tasa de éxito de la tarea para medir el rendimiento de la plataforma.

### **¿cómo se pueden mejorar las heurísticas existentes para la evaluación de plataformas comerciales?**

Para mejorar las heurísticas existentes en la evaluación de plataformas comerciales, se pueden considerar las siguientes medidas:

- a. Comentarios de los usuarios: recopile comentarios y comentarios de los usuarios para identificar áreas problemáticas y oportunidades de mejora.
- b. Actualizaciones constantes: manténgase al día con las últimas tendencias y desarrollos en el diseño de plataformas para garantizar que las heurísticas estén actualizadas y reflejen las mejores prácticas actuales.
- c. Adaptabilidad: adapte las heurísticas a los cambios en el mercado, las necesidades comerciales y las preferencias de los usuarios.

- d. Evaluación continua: se realiza una evaluación periódica para determinar la efectividad de las heurísticas y hacer los ajustes necesarios.
- e. Concéntrate en la satisfacción del usuario: concéntrate en mejorar la experiencia del usuario y la satisfacción con la plataforma comercial.
- f. Validación con expertos: Con base en su conocimiento y experiencia, los expertos identifican problemas potenciales, inconsistencias y áreas de mejora. Sus comentarios y sugerencias pueden ayudar a mejorar y mejorar las heurísticas existentes.
- g. Trabajo colaborativo: La colaboración puede incluir talleres, sesiones de diseño conjunto, sesiones de retroalimentación y la creación de equipos interdisciplinarios para abordar los desafíos de evaluación y mejorar las heurísticas existentes.

El objetivo de la validación y la cooperación con expertos es obtener una imagen más completa y diversa de los problemas de usabilidad y experiencia del usuario en la plataforma comercial. Al involucrar a profesionales, se pueden identificar y abordar varios problemas y desafíos, y se pueden generar soluciones más efectivas adaptadas a las necesidades específicas de la plataforma y los usuarios.

## 7. Conclusiones

Aunque existen heurísticas de evaluación para plataformas comerciales, aún existen brechas en términos de especificidad de dominio, actualización y adaptabilidad, integración multidisciplinaria y evaluación en aspectos emocionales y motivacionales. Superar estas brechas requerirá un enfoque continuo en la investigación y el desarrollo de heurísticas más contextuales y completas.

En cuanto a los trabajos a futuro en la evaluación de plataformas, se puede considerar que, en lugar de realizar evaluaciones puntuales, sería beneficioso implementar estrategias de evaluación continua para monitorear y mejorar constantemente la usabilidad de una plataforma a lo largo del tiempo. Además de evaluar la usabilidad funcional de una plataforma, es importante considerar la experiencia del usuario emocional. Los métodos de evaluación deben incorporar métricas y técnicas para comprender y mejorar aspectos como la satisfacción, la confianza y el disfrute de los usuarios.

## 8. Referencias

1. Holzinger A. Usability engineering methods for software developers (2005) Communications of the ACM, 48 (1), pp. 71 - 74, Cited 598 times. DOI: 10.1145/1039539.1039541
2. Jiménez C., Rusu C., Roncagliolo S., Inostroza R., Rusu V. Evaluating a methodology to establish usability heuristics. DOI: 10.1109/SCCC.2012.14
3. Hassenzahl, M. (2010). Experience Design: Technology for All the Right Reasons. Morgan & Claypool Publishers.
4. Rusu C., Roncagliolo S., Rusu V., Collazos C. A methodology to establish usability heuristics.
5. Sim G., Read J.C. Using computer-assisted assessment heuristics for usability evaluations. DOI: 10.1111/bjet.12255
6. Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2004). Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction. Pearson
7. Thyvalikakath T.P., Monaco V., Thambuganipalle H., Schleyer T. Comparative study of heuristic evaluation and usability testing methods DOI: 10.3233/978-1-58603-979-0-322
8. Parente da Costa R., Dias Canedo E. A Set of Usability Heuristics for Mobile Applications DOI: 10.1007/978-3-030-22646-6\_13
9. Fernandez A., Abrahão S., Insfrán E., Matera M. Usability inspection in model-driven web development: Empirical validation in WebML. DOI: 10.1007/978-3-642-41533-



10. Andrés Solano, César A. Collazos, Cristian Rusu, Habib M. Fardoun, "Combinaciones de métodos para la evaluación colaborativa de la usabilidad de los sistemas de software interactivos", *Avances en la interacción humano-ordenador*, vol. 2016, ID del artículo 4089520, 16 páginas, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/4089520>
11. Gamboa Y., Arenas J.J., Paz F. Usability Evaluation Towards a Cultural Perspective: A Systematic Literature Review. DOI: 10.1007/978-3-030-49757-6\_44
12. Morales J., Rusu C., Botella F., Quiñones D. Programmer experience: a set of heuristics for programming environments. DOI: 10.1007/978-3-030-49576-3\_15
13. Delgado D., Zamora D., Quiñones D., Rusu C., Roncagliolo S., Rusu V. User experience heuristics for national park websites. DOI: 10.1007/978-3-030-49576-3\_14
14. W3C Web Accessibility Initiative. (2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*.
15. Thyvalikakath T.P., Monaco V., Thambuganipalle H., Schleyer T. Comparative study of heuristic evaluation and usability testing methods DOI: 10.3233/978-1-58603-979-0-322
16. Hertzum, M., & Jacobsen, N. E. (2001). The evaluator effect: A chilling fact about usability evaluation methods. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13(4), 421-443.
17. Cespedes D., Gonzales S., Quiñones D., Rusu C. heurísticas de usabilidad y experiencia de usuario en redes sociales. [http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-4500/UCC4799\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-4500/UCC4799_01.pdf)
18. ISO 9241-11:2018. (2018). *Ergonomics of human-system interaction - Part 11: Usability: Definitions and concepts*.
19. Kalantari R., Lethbridge T.C. Characterizing UX Evaluation in Software Modeling Tools: A Literature Review. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3227504
20. Nugroho A., Santosa P.I., Hartanto R. Usability Evaluation Methods of Mobile Applications: A Systematic Literature Review DOI:10.1109/ISITDI55734.2022.9944401
21. Briones S.V., Atole R.R., Bello L.C.S., Lirag J.R.S., Artiaga R.J.B. Usability Heuristics and Explicit Analysis of UI Design for Optimum User Experience: The Case of Pili (Canarium ovatum Engl.) Information System and Marketplace. DOI: 10.1109/CITC54365.2021.00013
22. Rello, L., & Baeza-Yates, R. (2013). *Good Fonts for Dyslexia*. Association for Computing Machinery (ACM).
23. Jomsri P. Usability evaluation for user interface design of application for recommender system to enhance the potential of community-based tourism in Phatthalung, Thailand. DOI: 10.1088/1742-6596/1627/1/012009
24. Nizamani S., Nizamani S., Basir N., Laghari G., Khoumbati K., Nizamani S. Heuristic Evaluation Versus Guideline Reviews: A Tale of Comparing Two Domain Usability Expert's Evaluation Methods. DOI: 10.1109/TPC.2022.3201732
25. Benaida M. Significance of culture toward the usability of web design and its relationship with satisfaction. DOI: 10.1007/s10209-021-00799-y
26. Afriansyah, Walhidayat, Novendra R., Harefa L., Sutejo. usability testing on tracer study system using the heuristic evaluation method. DOI: 10.37385/jaets.v3i2.807
27. Alshaheen R., Tang R. User Experience and Information Architecture of Selected National Library Websites: A Comparative Content Inventory, Heuristic Evaluation, and Usability Investigation. DOI: 10.1080/19322909.2022.2027318
28. Fernández J., Marías J.A. Heuristic-Based Usability Evaluation Support: A Systematic Literature Review and Comparative Study. DOI: 10.1145/3471391.3471395
29. Lazar, J., Feng, J. H., & Hochheiser, H. (2017). *Research methods in human-computer interaction*. Morgan Kaufmann.
30. Tullis, T., & Albert, B. (2008). *Measuring the user experience: Collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. Morgan Kaufmann.
31. Masthoff, J. (2015). *Group Recommender Systems: An Introduction*. Cambridge University Press.
32. Morales J., Rusu C. Heuristics for Programming Codes DOI: 10.1007/978-3-030-77626-

33. Derby J.L., Chaparro B.S. The Development and Validation of an Augmented and Mixed Reality Usability Heuristic Checklist. DOI: 10.1007/978-3-031-05939-1\_11
34. Masip A.L, Solé O. M, Granollers S. T. Análisis de viabilidad de soluciones para automatización de la evaluación heurística. <https://repositori.udl.cat/bitstream/10459.1/45842/1/Masip.pdf>
35. Law, E. L., Roto, V., Hassenzahl, M., Vermeeren, A. P., & Kort, J. (2009). Understanding, scoping and defining user experience: A survey approach. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 719-728.
36. Inal Y. University students' heuristic usability inspection of the national library of Turkey website. DOI: 10.1108/AJIM-09-2017-0216
37. Otey D.Q. A methodology to develop usability / user experience heuristics DOI: 10.1145/3123818.3133832
38. Herley, C. (2009). So Long, and No Thanks for the Externalities: The Rational Rejection of Security Advice by Users. Association for Computing Machinery (ACM).
39. Quiñones D., Rusu C., Roncagliolo S., Rusu V., Collazos C.A. Formalizing the process of usability heuristics development DOI: 10.1007/978-3-319-32467-8\_113.
40. Nielsen J. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/191666.191729>.
41. Mirel B. and Wright Z. Heuristic Evaluations of Bioinformatics Tools: A Development Case DOI= [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02574-7\\_37](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02574-7_37).
42. González. La interacción persona-ordenador ed. Lorés J. - Lleida : [s.n.], 2001.
43. Nielsen J. and Molich R. Heuristic evaluation of user interfaces ed. Press ACM. - New York (USA) : [s.n.], 1990. - pp. 249–56.
44. Martin J. Design of Man-Computer Dialogues - Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1973.
45. Smith S. and Mosier J. Guidelines for designing user interface software - Bedford: Mitre corp., 1986. - Report ESD-TR- 86-278.
46. Marshall C., Nelson C. and Gardiner M.M. Applying Cognitive Psychology to User-Interface Design - Wiley, Chichester and New York: In: Gardiner, M.M. and Christie, B., Editors, 1987. - Vol. Design guidelines: pp. 221–278.
47. Shneiderman B. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction - [s.l.]: Addison-Wesley Publ. Co., 1987. - p. 448. - ISBN:0201165058.
48. Brown C. M. Human-Computer Interface Design Guidelines - [s.l.]: Ablex Publishing Corp., 1988.
49. Norman D. The Design of Everyday Things - New York: Basic Books, 1988.
50. Molich R. and Nielsen J. Improving a human-computer dialogue. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/77481.77486>.
51. Mayhew D.J. Principles and Guidelines in Software User Interface Design [Book]. - New York: Prentice Hall, Inc, 1992.
52. Constantine L. What do users want? Engineering usability into software, Windows Tech Journal. - 1995.
53. Instone, 1996. <http://instone.org/heuristics>
54. Nielsen J. and Thair M. Usabilidad de páginas de inicio: Analisis de 50 sitios web - Madrid : Prentice Hall, 2002. - ISBN: 9788420532028 .
55. Tognazzini B. First principles of interaction design - <http://asktog.com/basics/firstPrinciples.html>.
56. Pierotti D. Heuristic Evaluation - A System Checklist. [Journal] // Xerox Corporation. - 2004. - <http://www.stcsig.org/usability/topics/articles/he-checklist.html>.
57. González M. P., Lorés J. and Granollers A. Enhancing usability testing through datamining techniques: A novel approach to detecting usability problem patterns for a context of use DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.inf>

# Diseño de la interfaz humano-computadora en el proyecto del reactor CAREM 25

TACCA, Esteban <sup>1</sup>, NOWAKOWSKI, Mariano<sup>1</sup>, MARTÍNEZ PULDÓN, Karla<sup>1</sup>, TAPIA, Ana Paula<sup>1</sup>, PINZON MONTES, Andrea<sup>1</sup>, VARGAS, Nicolás<sup>1</sup> y FLURY, Celso<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Ingeniería de Factores Humanos, proyecto CAREM, CNEA, Centro Atómico Bariloche, Av. Bustillo 9500, S. C. de Bariloche, prov. Rio Negro, Argentina

<sup>2</sup> Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, Av. Bustillo 9500, S. C. de Bariloche, prov. Rio Negro, Argentina  
fluryc@cab.cnea.gov.ar

**Resumen.** Se describe la experiencia en los trabajos desarrollados dentro del proyecto CAREM 25 a fin de obtener el diseño de la interfaz humano-sistema, para la operación de la central desde las salas de control con el propósito de cumplir los criterios y requerimientos apropiados de acuerdo con los estándares reconocidos internacionalmente en la industria nuclear. Dichos estándares exigen el desarrollo de un programa de gestión de Ingeniería de Factores Humanos que requiere de una serie de actividades de análisis previo al diseño de la interfaz. Esos análisis requieren de gran interacción entre varias disciplinas y áreas del proyecto.

**Palabras claves:** Diseño de Interfaz Humano-Sistema, Ingeniería de Factores Humanos, Salas de Control, Centrales Nucleares de Potencia.

## Introducción

### El proyecto CAREM 25

CAREM 25 es una central nuclear argentina de baja potencia considerada dentro del grupo de los Reactores Modulares Pequeños (SMR por su sigla en inglés: Small Modular Reactors). Como toda central nuclear de potencia argentina, posee dos sistemas de protección del reactor (SPR) que ante la detección de desviaciones de parámetros importantes de seguridad, demanda la actuación de los sistemas de seguridad para extinguir el reactor, asegurar la refrigeración del núcleo y evitar la fuga de radiación por fuera de la contención del reactor. Esta demanda de los SPR a la actuación de los sistemas de seguridad es automática, aunque existe siempre la posibilidad de que el operador humano los pueda demandar.

Los requerimientos exigidos respecto a la confiabilidad de la interfaz humano-sistema (HSI por su sigla en inglés: "Human-System Interface") de los SPR hacen que los mismos en la actualidad no sea posible realizarlos a través de un computador, pero su información es replicada a través del sistema de control que es digital, y dispone de un HSI que es a través de computadores, no solo con esta información de los SPR, sino de toda la información y comandos para operar la central. Esto hace que desde el punto de vista de la Ingeniería de Factores Humanos (IFH) se deban compatibilizar en la medida de lo posible los formatos en que se presenta la información a través de la interfaz por software con los que se utilizan en la interfaz por hardware.

Respecto a los sistemas de seguridad, la central CAREM 25 posee: dos sistemas diversos para la extinción rápida del reactor, un sistema para la refrigeración del calor residual, un sistema de seguridad de inyección de agua, un sistema de alivio de presión del recipiente de presión y funciones de aislación de la contención. Todos estos sistemas en el reactor CAREM 25 son pasivos, o sea no requieren de energía eléctrica de potencia.

**Salas de Control.** La central posee para la operación una Sala de Control Principal (SCP), en donde los operadores realizan las operaciones de arranque y parada del reactor así como también mantenerlo a plena potencia. Adicionalmente posee una Sala de Control de Emergencia (SCE),

en donde los operadores pueden realizar las maniobras de un apagado seguro. Ambas salas poseen réplicas de la interfaz del SPR a través de instrumentación por hardware.

Excepto por algún otro tablero de comandos con visores e indicadores que también son por hardware por cuestiones relacionadas con la seguridad, la gran mayoría de las interfaces restantes en ambas salas de control son a través del uso de computadores. Las mismas consisten en cuatro monitores, cada uno por cada puesto de trabajo con su teclado y puntero, y varias pantallas frontales en donde todos los operadores pueden observarlos desde sus puestos de trabajo. Estas pantallas frontales muestran información global del estado de la central, así como también una dedicada a alarmas, otra a un sistema de circuito cerrado de televisión, pantallas dedicadas a mostrar parámetros importantes para la seguridad, etc.

La cantidad de puestos de trabajo en cada sala de control es de cuatro, uno por cada operador del plantel de un turno: operador del primario, operador del turbo-grupo, supervisor y auxiliar. Este último tiene la función de suplir en caso de necesitarse recambio en uno de los puestos de trabajo anteriores o para personal de ingeniería que necesite realizar alguna tarea específica de mantenimiento en la sala de control.

La cantidad de operadores, así como la distribución y tamaño de los distintos componentes de la interfaz ubicados en ambas salas de control se definieron teniendo en cuenta las guías NUREG-0711 [1] y NUREG-0700 [2]. Específicamente en NUREG-0700 [2] tiene en cuenta aspectos ergonómicos de las interfaces como el alcance de los operadores a los comandos y el alcance de visión que los operadores poseen de cada uno de los paneles y pantallas que deba observar. La Fig. 1 muestra el esquema preliminar de la distribución del equipamiento de HSI en la SCP.

**Aspectos de Seguridad Nuclear.** El área de seguridad nuclear en toda central nuclear cubre las acciones tomadas para prevenir la liberación de material radiactivo. La seguridad nuclear utiliza el concepto de Defensa en Profundidad [3], el cual consiste en una disposición jerárquica de diferentes niveles de equipamiento y procedimientos para mantener la eficacia de las barreras físicas localizadas entre el material radiactivo y los trabajadores, el público y el medio ambiente, en la operación normal, en ocurrencias operacionales previstas y, para algunas barreras, en accidentes de la planta. La Defensa en Profundidad está implementada a través del diseño y la operación para proveer una protección graduada contra una amplia variedad de transitorios, incidentes y accidentes, incluyendo la falla de equipamiento y los errores humanos con eventos iniciantes tanto internos como externos. La aplicación de los conceptos de Defensa en Profundidad lleva a categorizar/clasificar en la central las estructuras, sistemas y componentes.



Fig. 1. Esquema preliminar de la distribución de equipos de la interfaz en la SCP.

## 1.2. Ingeniería de Factores Humanos

Internacionalmente se exige para toda central nuclear de potencia que en su diseño se contemple la IFH y es reconocido que la guía de aplicación para incluir el programa de gestión de la IFH es la guía de la comisión regulatoria nuclear de Estados Unidos [1] (US NRC, por su sigla en inglés). El objetivo principal de estas normas es reducir el error humano, logrando que la carga de trabajo de los operadores en conjunto a la consciencia de la situación de la central y el trabajo en equipo, sean los adecuados.

El programa de IFH consiste en la ejecución de 12 elementos (actividades de ingeniería) agrupados en elementos de “análisis y planificación”, de “diseño”, de “verificación y validación”, y de “implementación y operación”.

## 2. Requerimientos a la interfaz y restricciones

Los análisis de Seguridad Nuclear que derivan en la clasificación de los distintos sistemas y componentes exigen distintas graduaciones a la calidad de los mismos. Dicha clasificación abarca también a los sistemas de control y monitoreo (SCM), a su vez esa calidad exigida por los requerimientos de seguridad nuclear limita qué SCM pueden ser elegidos para ser usados en la central. Cada uno de esos SCM posee su propia interfaz que debe ser diseñada o configurada. Ese diseño debe contemplar la compatibilidad de formatos, codificación y estilos entre los distintos SCM, que adicionalmente deben cumplir con la guía NUREG-0700 [2].

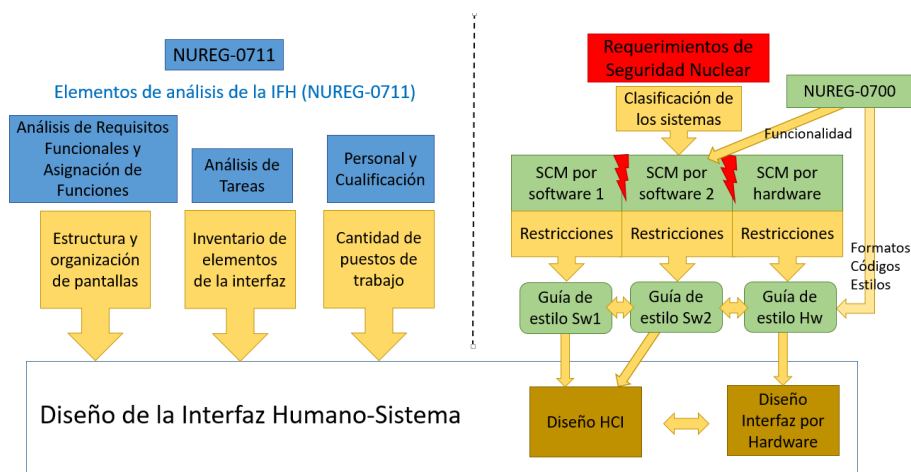


Fig. 2. Restricciones y requerimientos al diseño del HSI.

Dicha norma además indica ciertas funcionalidades que debe reunir la interfaz, que deben ser tenidas en cuenta en el momento de la elección de los SCM. A su vez, una vez elegidos los SCM, ellos mismos imponen restricciones y limitaciones adicionales sobre las capacidades de desarrollar la interfaz.

Para el desarrollo de un estilo uniforme en cada una de las interfaces de los sistemas de control se desarrollan guías estilos que a su vez deberán ser compatibles entre ellas. La interfaz humano computadora (HCI, por su sigla en inglés: “Human-Computer Interface”) estará regida con las guías de estilo de aquellos SCM por software, mientras el diseño de las interfaces por hardware (aquellas provenientes de SCM por hardware) se regirá por una guía de estilo propia para los sistemas por hardware.

Todo esto se muestra esquemáticamente en la parte derecha de la Fig. 2, el **cómo** realizar la interfaz. Por otro lado, **qué** es lo que debe estar en la interfaz, la parte izquierda de la Fig. 2, surge

como resultado de aplicar los distintos elementos del programa de IFH (por la aplicación de la guía NUREG-0711 [1]).

Principalmente dos elementos de IFH son los que aportan el gran volumen de información:

- a) Análisis de Requisitos Funcionales y Asignación de Funciones (FRA&FA, por su sigla en inglés: “Functional Requirement Analysis and Function Allocation”), que contribuye con la estructura de organizar en distintos niveles la información a presentar al operador como así también el nivel de automatismo de las funciones.
- b) Análisis de Tareas (TA, por su sigla en inglés: “Task Analysis”), que contribuye otorgando el inventario de todos los elementos de la interfaz, tanto indicadores, visores, etc. que brindan información al operador, como así también los comandos que el operador necesita para realizar sus distintas tareas.

Estos no son los únicos elementos de IFH que contribuyen al diseño de la interfaz, sino que en distinto grado, todos ellos interactúan con el diseño de la interfaz, como por ejemplo, el elemento de Personal y Cualificación contribuye a definir la cantidad de puestos de trabajo necesarios para la operación de la central (Fig. 2). Otro elemento muy importante es el de Verificación y Validación de IFH, el cual se itera con el diseño para comprobar que la interfaz cumple con los requisitos pedidos por la IFH. Así también es de resaltar el elemento de Tratamiento de Acciones Humanas Importantes. En este elemento se identifican acciones humanas que son críticas y requieren mayor atención en el diseño de los componentes del HSI que el operador necesita utilizar para el desarrollo de tales acciones contemplando los aspectos de la seguridad nuclear.

### **3. Diseño de la Interfaz**

El diseño del HSI y en particular del HCI se hace teniendo en cuenta tanto los aspectos de la IFH como de la ingeniería de los sistemas de control adoptados para los SCM de la planta. Para ello se deben realizar en forma secuencial las etapas de ingeniería de ambos aspectos en paralelo ya que ambas están estrechamente relacionadas.

Como ejemplo de esta estrecha relación podemos enumerar:

- La especificación de los requerimientos generales de los SCM tendrá que tener en cuenta los requerimientos generales de la interfaz que contemplen, la guía NUREG-0700 [2].
- La especificación de equipos y componentes de los SCM tendrá que tener en cuenta los estudios preliminares de la ubicación de equipos en salas de control teniendo en cuenta sus tamaños por estudios ergonómicos establecidos en los capítulos 11 y 12 también de la guía NUREG-0700 [2].
- El listado de señales de entrada y salida de los SCM tendrá en cuenta el inventario surgido de haber desarrollado en la IFH el TA.
- Las especificaciones de los requerimientos de control funcional de los SCM deberán tener en cuenta los resultados del nivel de automatismo de funciones resultante de haber desarrollado en la IFH la asignación de funciones.
- La implementación de la configuración de los SCM, que incluye la configuración del HCI, tendrá en cuenta las guías de estilos desarrolladas a tal efecto en la IFH.

Ya que los análisis de IFH contribuyen a identificar las necesidades del operador (el usuario) la metodología de diseño del HCI es compatible con la metodología conocida como “Diseño Centrado en el Usuario” [4].

### **4. Transversalidad de especialidades en el diseño y conclusiones**

Habiendo descrito la complejidad del desarrollo del diseño del HSI y las distintas actividades de análisis previo a su desarrollo regidas por la normativa al respecto de la IFH, se puede observar las diversas especialidades intervinientes y que interactúan entre sí para el diseño de las distintas interfaces pertenecientes a las salas de control.

En el diseño concreto de estas interfaces, las áreas de IFH, seguridad nuclear e instrumentación y control son relevantes. En cambio para la realización de los análisis previos, para los elementos de la IFH: FRA&FA y TA, la interacción con varias áreas y especialidades es necesaria, las que incluyen: Procesos, Seguridad Nuclear, HVAC, Protección Radiológica, Electricidad, Mecánica, Robótica, Protección Física, Incendios, Recursos humanos y Operación.

El programa de gestión de IFH demuestra ser una ingeniería que establece y organiza la coordinación de todas estas áreas, que no solo cumplen con el objetivo de posibilitar el diseño del HSI, sino que también establece pautas en el diseño del entrenamiento de los operadores, y el diseño de los procedimientos operativos.

El diseño de las interfaces presentes en las salas de control en un reactor nuclear de potencia está altamente normado, y el diseño de dichas interfaces en particular en el reactor CAREM 25 no escapa de serlo. Dentro de esas interfaces existen HCI que también deben cumplir con esa normativa.

La normativa en cuanto a los aspectos de la IFH establece un conjunto de actividades de análisis previas al diseño que establecen un planeamiento y coordinación con diversas áreas del proyecto para alcanzar el diseño de las interfaces, demostrando la transversalidad que existe con las distintas áreas intervinientes en el diseño de una central nuclear.

## **Referencias**

1. US NRC: United State Nuclear Regulatory Commission, NUREG-0711, “Human Factors Engineering Program Review Model”, rev. 3 (2012).
2. US NRC: United State Nuclear Regulatory Commission, NUREG-0700, “Human-System Interface Design Review Guidelines”, rev. 3 (2020).
3. IAEA: International Atomic Energy Agency, INSAG-10, “Defence in Depth in Nuclear Safety”, (1996).
4. Norman & Draper, “User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction”, (1986).

# Educação Superior Inclusiva no Brasil: Relato de Ações Para Promover Conhecimento sobre Acessibilidade

Cibele C. da Silva Spiegel [0000-0002-4372-5752], Valéria F. Martins [0000-0002-5058-6017], Cibelle A. H. Amato [0000-0003-2422-6998], Maria A. Eliseo [0000-0003-0913-3259], Ismar F. Silveira [0000-0001-8029-072X]

Universidade Presbiteriana Mackenzie São Paulo, Brasil  
cibele.cesario@gmail.com, {valeria.farinazzo, cibelle.amato, mariaamaeliaeliseo, ismar.silveira}@mackenzie.br

**Resumo.** No contexto brasileiro, as políticas públicas para discutir e implementar ações de acessibilidade e inclusão para o ensino superior tardam em atingir, de maneira efetiva, seus objetivos. Enquanto isso, é crescente o número de estudantes com deficiência que, felizmente, alcançam as universidades; no entanto se deparam com um cenário não favorável a sua permanência. Este trabalho apresenta algumas estratégias para promover conhecimento a professores de ensino superior sobre acessibilidade e inclusão num contexto de sala de aula.

**Palavras-chave:** Ensino Superior, Acessibilidade, Material digital didático acessível.

## 1. Fundamentação Teórica

Segundo a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), utilizado, atualmente, pela Organização Mundial da Saúde -OMS (WHO, 2011), a deficiência está ligada à interação dinâmica entre problemas de saúde e fatores contextuais, tanto pessoais quanto ambientais. (AMARAL, 2019). Atualmente, observa-se que o acesso ao ensino fundamental no Brasil está assegurado politicamente a todas as crianças e jovens. Porém, as políticas públicas falham, muitas vezes, por não se adequarem às especificidades e/ou até mesmo exigências da educação na atualidade, no que tange a se consolidarem na prática. (ALMEIDA, 2002, p. 63).

A educação especial necessita de uma proposta pedagógica organizada e planejada, inserindo nessa perspectiva os financiamentos destinados a assegurar ou garantir apoios e recursos físicos, pedagógicos e humanos destinados aos estudantes com deficiência, não só os da educação básica, mas também do ensino superior. (ALMEIDA JR.; FERNANDES, 2017). Tal como afirmado por Vilaliano (2010), é urgente que se efetivem políticas públicas de acessibilidade para que pessoas com deficiência possam acessar e permanecer no Ensino Superior. Assim, nessa perspectiva, Almeida Jr. e Fernandes (2017) enfatizam a necessidade de se criar ações que possam repensar o processo de ensino-aprendizagem, com a aquisição de materiais didáticos adequados, uso de tecnologias e redes de suporte, em que se priorize a profissionalização docente.

Conforme a ABNT, Norma 9050, acessibilidade é a “possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos” (ABNT, 2015, p. 3).

Miranda, Mourão e Gediell (2017) investigaram como as TIC poderiam ajudar alunos surdos em uma instituição de ensino superior na Zona da Mata Mineira. Para isso, construiu-se um material em cinco fases, envolvendo professores, ao fornecer o material a ser adaptado; surdos e intérpretes, a fim de validar o que foi construído; e equipe técnica, que produziu audioguias e videoaulas sinalizadas. O estudo mostrou que não bastam leis, declarações e decretos, é preciso colocar em prática a acessibilidade, o que envolve vários agentes, não só o professor. Barbosa-Vioto e Vitaliano (2013) divulgaram um resultado bastante interessante, ao estudar a percepção de



formandos em pedagogia sobre educação inclusiva na formação docente: além da importância da reestruturação curricular, com interdisciplinaridade entre as disciplinas sobre educação inclusiva e as demais, é preciso ter a prática propriamente dita, com estágios em salas de aula inclusivas.

Sobre a percepção dos professores do ensino superior sobre educação inclusiva, Poker, Valentim e Garla (2018) a analisaram, e os resultados mostram que os professores são a favor da inclusão, entretanto reconhecem falhas em sua formação, gerando insegurança e despreparo diante dessa situação em sala de aula. O trabalho de Almeida Jr. e Fernandes (2017) é um dos únicos encontrados que traz à discussão a problemática de acesso e permanência do estudante com deficiência no ensino superior. Os autores analisam ações de acessibilidade arquitetônica, pedagógica e atitudinal, compreendidas como meio para o ingresso e permanência destes estudantes na academia. Eles trazem como resultados a observação que a acessibilidade no ensino superior permanece no campo teórico, inviabilizando que políticas institucionais se concretizem.

## **2. Metodologia da Pesquisa**

Este estudo tem por objetivo apresentar ações práticas oferecidas a professores brasileiros do ensino superior, por meio de um projeto de extensão universitária, a fim de promover o conhecimento sobre inclusão e acessibilidade de alunos que chegam às IES dopaís. Para tanto foi elaborado um *ebook*, com orientações gerais e recomendações de acessibilidade, e foram ministrados dois módulos de um curso sobre educação inclusiva. Como instrumento de coleta de dados, foram utilizados dois questionários (perfil *feedback* pós-curso). Este estudo investiga por meio de uma análise quali-quantitativa e fenomenológica (GRAÇAS, 2000) a percepção dos professores do ensino superior sobre a educação inclusiva.

## **3. Resultados**

### **3.1. Perfil dos Participantes**

O total de participantes inscritos foi de 129, no entanto houve várias desistências ou não contabilização por não serem do público-alvo. Dos 16 participantes, a maioria (81%) são do gênero feminino. Em relação à faixa etária; a maioria (50%) tem entre 41-50 anos; 12% têm entre 31-40 anos; 25%, entre 51-60 anos; e 13%, mais de 60 anos. Quanto à área de formação, há prevalência na área de ciências humanas, 56,25%; em ciências exatas, 18,75%; em ciências sociais e aplicadas, 12,5%; e em linguística, letras e artes, 12,5%. Do tempo de docência, a maioria (50%) tem 20 ou mais anos de experiência; 6% possuem entre 5-10 anos de experiência; 25%, entre 11-15 anos; 19%, entre 16-20 anos.

### **3.2. Módulos do Curso e Ebook**

Foi realizado um curso de extensão, dividido em dois módulos, totalizando seis horas. O curso foi ministrado de maneira online. O primeiro módulo do curso – “Atitudes inclusivas em sala de aula: caminhos possíveis” trouxe à tona diversos tópicos para discussão (histórico, definição e tipos de deficiências, definição de acessibilidade, definição e princípios do Desenho Universal para Aprendizagem. Já o segundo módulo “Atitudes inclusivas em sala de aula: tornando meu material acessível” abordou temas complementares sobre acessibilidade.

Para que os professores tivessem à mão todo conteúdo trabalhado no curso, foi elaborado um ebook “Atitudes inclusivas em sala de aula: tornando meu material acessível” (versão em Português). O ebook foi elaborado conforme as recomendações de acessibilidade da ABNT, eMag, manual do PMI e nos apontamentos de (AMATO; BRUNONI; & BOGGIO, 2018), bem como o site sobre acessibilidade na Microsoft. O ebook pode ser acessado no link: <blind review>.

### **3.3. Resultados da coleta de dados sobre acessibilidade – questões fechadas**

Várias questões relacionadas ao perfil do professor em relação à acessibilidade e inclusão compunham o primeiro questionário, entre elas, é possível destacar:

Experiência do professor com alunos com deficiência: a maioria dos professores, 93,75%, responderam que já tiveram alunos com deficiência em sua sala de aula. Sobre os tipos de deficiência com os quais tiveram contato, TEA e surdez lideram os casos, 20% e 23%, respectivamente. Outros tipos de deficiência foram relatados em menor número. Quando perguntados se já tinham recebido alguma formação sobre educação inclusiva, a maioria dos participantes responderam que sim, 62,50%. Todos esses dados estão mais bem explanados no infográfico da Figura 1.

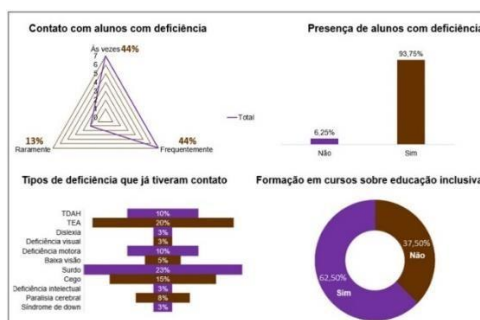


Fig. 1. Infográfico do perfil dos participantes sobre educação inclusiva: primeira triagem (Fonte: Autores).

- Inclusão ser benéfica:** Sobre a percepção do professor quanto à inclusão de alunos com deficiência, predominou a resposta “concordo totalmente” ou “concordo” que a inclusão de alunos com deficiência, independente da gravidade e da deficiência, é benéfica para eles, para os professores, para a família, para a comunidade e para os colegas de turma. Essas respostas podem ser conferidas na Figura 2.
- Materiais apropriados:** Foi perguntado aos participantes se havia materiais didáticos apropriados a cada tipo de deficiência na instituição onde lecionam. Excetuando-se deficiência auditiva parcial, a resposta “não está equipada com material didático apropriado” predominou em todas as deficiências, conforme trazido na Figura 3.
- Dificuldade em adaptar material:** Após a realização do curso, ao serem questionados sobre a viabilidade ou não de adaptar o material, depois da realização dos cursos 0% dos participantes responderam “inviável para o dia a dia”; 62,5% responderam “difícil, mas possível”; 37,5% responderam “bastante razoável”; e 0% responderam “fácil”. Já ao serem questionados sobre se o curso permitiu “conhecer os conceitos de inclusão e acessibilidade” 100% dos participantes afirmaram que foi possível conhecer na prática como adaptar um material; 93,75% afirmaram que foi possível conhecer os conceitos de inclusão e acessibilidade; e apenas 6,25% afirmaram não serem capazes de adaptar um material sozinho(a).

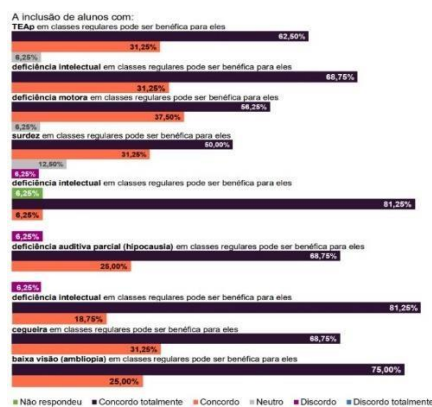


Fig. 2. A inclusão de alunos com deficiência é benéfica?

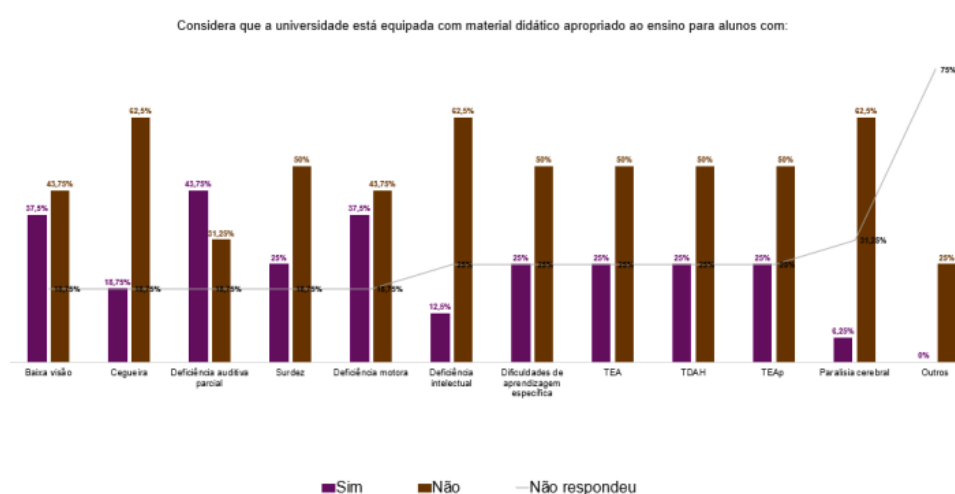


Fig. 3. A universidade está equipada com material didático apropriado para alunos com deficiência?

### 3.4. Resultados da coleta de dados sobre acessibilidade – questões abertas

Após serem analisadas as questões fechadas, partiu-se para o levantamento e a organização das questões abertas, seguindo a sequência da análise fenomenológica: 1) Analisar as descrições; 2) Buscar unidades de significados, construir o ideograma; 3) Converter unidades de significado em asserções; 4) Agrupar em ideias ou temas nucleares (síntese), formando as categorias abertas; 5) Interpretar essas categorias abertas, que é o momento nomotético: convergências e divergências.

Na primeira categoria aberta – Muitas barreiras e dificuldades para adaptar material –, tanto os professores que adaptam material quanto aqueles que não adaptam apresentam em seu discurso, com frequência, as palavras “dificuldade” e “barreira”, não deixando claro, muitas vezes, a razão.

A segunda categoria aberta – Os professores costumam fazer cursos sobre educação inclusiva – revela que os professores participantes desta pesquisa buscam capacitar-se para receber os alunos com deficiência.

A terceira categoria – O tema educação inclusiva deve ser ofertado de forma contínua, aliar teoria à prática e ser contemplado na graduação – mostra a importância de os cursos em educação inclusiva terem um teor prático.

A quarta categoria aberta – A inclusão de alunos com deficiência altera a prática pedagógica dos professores, em decorrência das barreiras atitudinais, metodológicas e comunicacionais. Ao serem perguntados se a inserção de alunos com deficiência alterava sua prática pedagógica, as respostas

nuclearam em torno de como conhecer mais esse aluno, manejar sua prática junto aos demais alunos na sala e adaptar materiais.

A quinta categoria – Os professores desconheciam a aplicabilidade das TIC na adaptação de material – e a sexta categoria – As orientações gerais e recomendações de acessibilidade, bem como as ferramentas de acessibilidade do Word, Excel e PowerPoint são vistas com mais facilidade – revelaram o desconhecimento das potencialidades das TDIC na adaptação de material.

#### **4. Conclusões**

Este trabalho apresentou ações para promover um maior conhecimento de professores de ensino superior no que se refere aos conceitos de acessibilidade e inclusão, sendo culminado com práticas de adaptação de material digital didático com vistas à acessibilidade. Trabalhos futuros apontam para mais aplicações práticas dessas ações em outros contextos e posterior avaliação.

#### **Referências**

1. WHO - World Health Organization. (2011). World report on disability 2011. World Health Organization.
2. Amaral, L. C. (2019). Pessoa com deficiência: inclusão e acessibilidade na sociedade contemporânea. *Legis Augustus*, 12(1), 33-52.
3. IBGE 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>
4. Almeida Júnior, C. B., & Fernandes, S. (2017). Políticas de acessibilidade no ensino superior: desafios institucionais. *Estação Científica (UNIFAP)*, 6(3), 75-83.
5. Vitaliano, C. R. (2010). Formação de professores para a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais. *SciELO-EDUEL*.
6. ABNT. Norma 9050. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2015.
7. Miranda, I.; Mourão, V. L. A.; Gediél, A. L. B. (2017). As tecnologias da informação e comunicação (TIC) e os desafios da inclusão: a criação de aulas sinalizadas no contexto do ensino superior. *Periferia: Educação, Cultura & Comunicação*, v. 9, n. 1.
8. Barbosa-Vioto, J.; Vitaliano, C. R. Educação inclusiva e formação docente: percepções de formandos em pedagogia. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5 (11), 353-373, 2013.
9. Poker, R. B.; Valentim, F. O. D.; Garla, I. A. (2018). Inclusão no ensino superior: a percepção de uma instituição pública do interior do estado de São Paulo. *Psicologia Escolar e Educacional*, São Paulo, Número Especial, p. 127-134.
10. Graças, E. M. D. (2000). Pesquisa qualitativa e a perspectiva fenomenológica: fundamentos que norteiam sua trajetória. *REME rev. min. enferm*, 28-33.
11. Amato C.A.H; Brunoni, D. (Org) ; Boggio, P. S. (Org.) (2018). *Distúrbios do Desenvolvimento - Estudos Interdisciplinares*. 1. ed. São Paulo: Memnon, v. 1. 506p.

# Improving usability evaluation through a new heuristics-based approach tested in a real business context

Afra Pascual Almenara<sup>1</sup>, Toni Granollers Saltiveri<sup>1</sup>, Juan Enrique Garrido Navarro<sup>1</sup>  
and Marta Albets Mitjaneta<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Informática y Diseño Digital. Universitat de Lleida, Spain  
afra.pascual@udl.cat, toni.granollers@udl.cat,  
juanenrique.garrido@udl.cat, marta.albets@udl.cat

**Abstract.** We have long been committed to improve usability evaluation. With this aim, one of the proposals in which we have been working on the most is the use and improvement of the Heuristic Evaluation (HE) technique. In this sense, we proposed an improvement some time ago. over which an experiment has been performed. Concretely, this article describes that experiment carried out in a real professional context: 15 international usability experts of a reputable company evaluated 8 web sites (4 supermarket and 4 banks platforms) using for first time our proposal of HE for the real works. Two main aspects have been analyzed in this experimentation: on the one hand, to observe whether the fact of carrying out individual or group evaluations can affect the final result; and on the other hand, to analyze whether the heuristic evaluation technique works in a real business and professional context. Attending the *Usability Percentage* (UP), the results found that there is hardly any difference between group and individual evaluations (group mean of UP is 57.88% and individual mean of UP is 56.66%). Apart from the results of the evaluations, the experiment also provided us with enough information to propose a new version of our HE methodology with which to improve the results, especially when applied in real-life contexts. The experiment also gave us enough findings to propose a new version of the methodology more focused on the business environment.

**Keywords:** Heuristic evaluation, usability evaluation, experts of usability, usability percentage.

## 1. Introduction

Usability [1] or User eXperience (UX) [2] have become as essential as the functionality of any technology-mediated system. In this context, companies are increasingly adopting User-Centered Design (UCD) methodologies and in parallel a set of new UX consultancy companies are emerging all around the world to guide and help other companies in these tasks. In this work, we put our focus in Heuristic Evaluation (HE) [3][4]. HE is a very useful method because its effectiveness. Large body of studies, methodological variations and new proposals appeared to reach more and more effective usability evaluations in several contexts: web pages [5], Charts of LIS Journals [6], Augmented Reality (AR) systems [1], even, virtual reality (VR) interfaces [7]..

In this paper, we will take one of these proposals, developed by Granollers to carry out a set of experiments in a business context in order to validate and improve the above mentioned method and extensively explained in previous work [8][10].

The article is organised as follows: firstly, the context of the study is presented followed by the methodology, results obtained in the evaluation. The final part presents conclusions, and future work.

## 2. Study context

*Sperientia [studio-lab]*<sup>2</sup>, a research laboratory in User Experience with its headquarters in Mexico take part in the study. 15 usability experts were organized in three teams or “labs<sup>3</sup>” (LabX, LabY,

---

<sup>2</sup> Sperientia [studio-lab]: <https://www.sperientia.com/>

<sup>3</sup> They prefer the term “lab” more than “team”.

LabZ) consisted of between 3 and 6 experts. They participate in the different evaluations, the discussion of the results and the final surveys.

**Table 1.** List of websites evaluated.

Id	Companies	URL	LabX	LabY	LabZ
1	HEB	https://www.heb.com.mx/	5 Individual	6 Individual	5 Individual
2	LaComer	https://www.lacomer.com.mx/	Group	Group	Group
3	Walmart	https://www.walmart.com.mx/	4 Individual	4 Individual	5 Individual
4	Chedraui	https://www.chedraui.com.mx/	Group	4 Individual	Group
5	Santander	https://www.santander.com.mx/	5 Individual	4 Individual	6 Individual
6	BBVA	https://www.bbva.mx/	3 Individual	Group	Group
7	Banorte	https://www.banorte.com/	3 Individual	4 Individual	3 Individual
8	HSBC	https://www.hsbc.com.mx/	Group	Group	Group

The experiment consisted of evaluating 8 websites, four supermarket platforms (HEB, LaComer, Walmart and Chedraui) and four bank platforms (Santander, BBVA, Banorte and HSBC) considering two relevant sectors such as food and banking, where millions of users make transactions and purchases online. Each website was evaluated by three *Sperientia labs* and following with the same instrument, the heuristic methodology proposed by Granollers [5].

In order to evaluate whether it is more effective to conduct evaluations individually, and then share the results with the other experts in the laboratory or, on the contrary, it is better to perform them in a group from the beginning, the type of evaluation of each website was alternated between individual and group evaluations. Out of the 8 evaluations carried out, 4 were done in groups and 4 individually (see Table 1).

### 3. Methodology

In this section, we presented the launching and implementation of the study, the usability evaluation, and the survey of evaluation of the methodology HE.

**Launching of the study:** The evaluation of supermarkets and banks websites, selected for their relevance in the turnover of the best companies in the sector in Mexico, was carried out from February to May 2021 with 15 expert evaluators from *Sperientia [studio-lab]*. To facilitate the knowledge of sites to be assessed by the evaluators before starting the HE, they test the web site with different tasks directly related with habitual uses in supermarkets or banks.

**Implementation of the study:** The usability evaluators first performed the heuristic evaluations, either as a group or individually. Subsequently, they answered a survey to obtain proposals for improving the methodology.

**Usability evaluation:** All evaluators used for each individual assessment the heuristic methodology proposed by Granollers [13] and fill in a MS© Excel template specifically created for this purpose. The template has 60 questions organized into 15 heuristic principles: 1. Visibility and system state; 2. Connection between the system and the real world, metaphor usage and human objects; 3. User control and freedom; 4. Consistency and standards; 5. Recognition rather than memory, learning and anticipation; 6. Flexibility and efficiency of use; 7. Help users recognize, diagnose and recover from errors; 8. Preventing errors; 9. Aesthetic and minimalist

designs; 10. Help and documentation; 11. Save the state and protect the work; 12. Colour and readability; 13. Autonomy. 14. Defaults; 15. Latency reduction. In order to answer each of the questions in the list of heuristic principles provided by the methodology, different answers were proposed. Each one has an associated score and colour, which depends on the degree to which the question is fulfilled and directly related with. The first four answers were: “YES, in all cases” score 1 in strong green; “Yes, but some cases missing” score 0,66 in light green; “Not always” score 0,33 in orange; “No” score 0 in red. The Usability Percentage (UP), corresponds to the level of usability that the website has, is calculated adding all scores of the answers. A value of 60 (there are 60 questions that can have an answer of score 1) is considered 100% usable. The colour of each answer follows the metaphor of a traffic light, is for indicates low or high compliance of the criterion on the website. Also, there are three last answers (“Not applicable”, “Not a problem” or “Warning” that do not intervene in the total score since the fact that a question is not fulfilled is not considered a negative aspect. **Survey of evaluation the Heuristic Methodology:** One of the aims of this research was to observe whether heuristic principles and methodology were correct for carry out the HE proposal in a business context. In order to obtain proposals for improving the methodology, each evaluator answered a survey at the end of every heuristic evaluation what he/she did. The survey was launched in google forms<sup>4</sup> format seeking the as honest as possible opinion of the usability experts about the methodology and which aspects should be improved.

#### 4. Results

The results are organized first analyzing Usability Percentage (UP) and after analyzing survey results. Could consult the document of Final Project with all results [11].

**Analyzing Usability Percentage (UP):** The quantitative data are obtained from the detailed value of the evaluations and are synthesized in the Usability Percentage (UP) obtained from the heuristic evaluation methodology (Table 2). Regarding the analysis of the data obtained individually vs. group, it can be seen that the results have not varied excessively. We obtained 57.88% of mean of UP from group evaluations: HEB: 49.25%, Walkmart: 72.34%, BBVA: 55.88% and HSBC: 61.00%. We obtained 56.66% of mean of UP from individual evaluations: LaComer: 63.93%, Chedraui: 50.71%, Santander: 57.47%, Banorte: 47.56%. According to these results, it is considered that evaluate in group or evaluate in individual way is adequate. But always bearing in mind that, individually, it is possible to find more usability problems, but it is also necessary to allocate a larger budget to the evaluation, since it requires more time.

*Table 2. Table with the means of Usability Percentage (UP) obtained in the HE.*

Websites		LabX	LabY	LabZ	Mean
HEB	Ind	53,04%	57,68%	37,04%	49,25%
LaComer	Group	59,60%	73,30%	58,90%	63,93%
Walmart	Ind	73,80%	80,98%	62,24%	<b>72,34%</b>
Chedraui	Group	41,40%	72,73%	38,00%	50,71%
<b>Supermarket</b>	<b>Mean</b>	<b>56,96%</b>	<b>71,17%</b>	<b>49,05%</b>	<b>59,06%</b>
Santander	Ind	53,90%	60,25%	58,27%	57,47%
BBVA	Group	52,83%	59,30%	55,50%	55,88%
Banorte	Ind	43,87%	57,03%	41,77%	47,56%
HSBC	Group	33,30%	83,20%	66,50%	<b>61,00%</b>
<b>Banks</b>	<b>Mean</b>	<b>45,98%</b>	<b>64,95%</b>	<b>55,51%</b>	<b>55,48%</b>

<sup>4</sup> URL Survey: <https://forms.gle/YT5vttQPdFiLPBwd6>

**Analyzing survey results:** A total of 15 evaluators participated on a final survey. The results obtained allowed a qualitative assessment of the methodology. All the proposals and comments received by the evaluators were analyzed to see which ones could provide a substantial improvement to the heuristic evaluation methodology. For all the problems encountered, a solution was proposed and the change was applied to the methodology, resulting in a new version of the methodology (version 2021). We analyze quantitative and qualitative data.

*Quantitative results of the survey:* it allowed see where we could improve the heuristic evaluation methodology in order to be easier to understand. Regarding Question 1 (*Difficulty in understanding the functioning of the heuristic evaluation methodology*), one third of the evaluators responded that it was of medium difficulty. Regarding Question 2 (*Adequacy of the value scale of the heuristic evaluation*), the results showed that some evaluators were confused about the meaning of the answers, to the point of not knowing which answer to select to answer the evaluation. The results obtained in Question 3 (*Are the heuristic principles evaluated sufficient?*), showed that more than half of the evaluators (66.7%) considered that they were sufficient and adequate to make a complete usability evaluation of a web site. The results obtained in Question 4 (*Are the questions asked for each principle sufficient and adequate?*) more than half of the evaluators (53.3%) considered that the questions included in each principle were not sufficient or adequate for a complete evaluation of a website. According to Question 5 (*Comments are important and add value to the final result*), 60% of the evaluators considered comments to be essential in the evaluation. The remaining experts also considered the comments important, but not essential. Only 6.7% of the experts did not consider the comments to be important and that the same result could be reached without them. Furthermore, this question shows that, if there were no group discussion after an individual heuristic evaluation, it would be very difficult to understand the responses of the other evaluators. Finally, the evaluators believed that the comments help to identify an error in case you want to resolve it. The results of Question 6 (*How much better is this methodology than the one used so far*) were mixed. According to the comments of evaluators, they indicated that one of the positive points of the methodology is the numerical result (*Usability Percentage*) as it could be interesting for customers. According to the results obtained in question 7 (*Would I use the heuristic evaluation methodology in future evaluations*), there is a diversity of opinions (33% consider it better, 33% find no difference between the methodology they usually use and 33% do not prefer to use it). About Question 8 (*Leave a comment or opinion on aspects to improve the methodology*), in general, all the opinions received were positive and indicated that the methodology can be very useful in the business world, although it needs some improvements: for example, adding some principles of the Gestalt law [11] or principles of psychology [13] that help to be clearer about the aspects to be improved in each web. It would also be interesting to improve the approach of some questions and clarify the meaning of the answers at the beginning of the evaluation.

*Qualitative data of the survey:* Although the evaluators rated the methodology positively, and that it can be useful in the business environment due to its ease and speed in obtaining a quantitative result of the usability of a website (the *Usability Percentage UP*), there are several aspects of improvement that can be applied to the methodology to contribute to a better system. The results have been subdivided into three groups: 1. Improvements related to general aspects of the method; 2. Improvement about specific questions; 3. Improvements about specific answers. Each of the problems observed is explained below, together with the best solution considered in each case.

#### *1. Improvements related to general aspects of the method.*

- It is necessary to have a section that explains in more detail what each possible question/answer consists of. **Improvement:** add a comment to the question



- Indicate the evaluation process to observe progress in the total evaluation. Improvement: add a progress bar.

### 2. *Improvement about specific questions*

- There are spelling mistakes in some questions. Improvement: Correct them.
- Some questions may confuse the evaluator depending on the way they are worded: a) some questions are worded in a very similar way and the evaluator does not know what to answer; b) some questions are write in positive and others in negative and make the evaluator doubt which answer to apply; c) some questions are complex to answer because the evaluator does not understand what is to be evaluated. Improvement: in all these cases the question should be worded more appropriately, or comments should be added to help the evaluator in the evaluation so that he/she does not get confused about the answer.

### 3. *Improvements about specific answers*

- The answers are only in one language (Spanish). Improvement: include Spanish and English languages.
- The answer "NO" contrasts with "Yes, but some cases are missing". Improvement: for consistency in the answers, change "NO" to "No, in any case".
- The evaluators had doubts when choosing between the answers "Not applicable" and "No problem", because they were not sure if they had correctly evaluated the guideline. Improvement: It is suggested to use an ASQ (After-Scenario Questionnaire) response system [14] or a Likert scale [15], as they are standard ratings, or to use the current scale but supplemented with a glossary specifying what each of the answers means.
- Different changes would help in the understanding of the answers. Improvements: Change the word "Warning" for a less aggressive one; Explanation of how the final result is calculated for each principle and the value of the *Usability Percentage*; Have a legend explaining the meaning of each answer; To better analyze the results, have an explanation of what each color represents.

## 5. Conclusions

The main objective of this research work was twofold: on the one hand, to analyze whether the heuristic evaluation (HE) method proposed by Granollers [8] [10] could work adequately in a business context, and on the other hand, to analyze whether the fact of performing individual or group evaluations could affect the result.

After conducting the HE of the 8 websites (supermarket and banking websites), carried out in a business context, comments were collected from a total of 15 expert evaluators who used the HE methodology for a few days. Analyzing the results, it was concluded that the methodology could be very useful, because the heuristic principles to be evaluated are very well defined with a list of questions for each of them and because the methodology is easy to use.

Attending the *Usability Percentage* (UP), the results found that there is hardly any difference between group and individual evaluations (group mean of UP is 57.88% and individual mean of UP is 56.66%). Although it was observed in the experimentation that both evaluation options were adequate, performing the HE individually and then sharing the results with the group of evaluators is a way to find more usability problems. But a larger budget needs to be allocated to the evaluation: it requires more time and conducting the evaluation directly in a group can be faster and more cost-effective.

All recommendations obtained in the surveys of the user evaluators, have led to a new version of the methodology more focused on the business context.

## 6. Acknowledgements

We would like to sincerely thank the company *Sperientia: [studio+lab]*, for their collaboration, the experience and knowledge provided as well as all the hours invested in this project. Without them, it would not have been possible to carry out this project as it has been done.

## References

- [1] Bevan, N., Kirakowskib, J., & Maissela, J. (1991, September). What is usability. In Proceedings of the 4th International Conference on HCI (pp. 1-6).
- [2] Allam, A.H., Hussin, A.R., & Dahlan, H.M. (2013). User experience: challenges and opportunities. *J. Res. Innov. Inf. Syst.*, pp. 28-36, 2009, [Online]. Available: [https://seminar.utmspace.edu.my/jisri/download/F1\\_FinalPublished/Pub4\\_UserExperienceChallenges.pdf](https://seminar.utmspace.edu.my/jisri/download/F1_FinalPublished/Pub4_UserExperienceChallenges.pdf)
- [3] Nielsen, J. (1993). Chapter 5: Usability Heuristics. In, *Usability Engineering* (pp. 115-164). Academic Press, Inc.
- [4] Nielsen, J., & Molich, R. (1990, March). Heuristic evaluation of user interfaces. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (pp. 249-256).
- [5] Bonastre, L., Granollers, T.: A set of heuristics for user experience evaluation in E-commerce websites. In: Proceedings of the Seventh International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, ACHI 2014, pp. 27–34 (2014). ISBN 978-1-61208-325-4
- [6] Alcaraz Martínez, R., Ribera, M., Roig Marcelino, J., Pascual Almenara, A. and Granollers Saltiveri, T. (2022), "Accessible charts are part of the equation of accessible papers: a heuristic evaluation of the highest impact LIS journals", *Library Hi Tech*, Vol. 40 No. 3, pp. 594-622. <https://doi.org/10.1108/LHT-08-2020-0188>
- [7] Derby, J. L., & Chaparro, B. S. (2021). The Challenges of Evaluating the Usability of Augmented Reality (AR). *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 65(1), 994–998. <https://doi.org/10.1177/1071181321651315>
- [8] Patnaik, Moushita & Adrian, Angelia. (2022). A perspective depiction of heuristics in virtual reality. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85117-6.00006-6>
- [9] Granollers, T. Usability Evaluation with Heuristics. New Proposal from Integrating Two Trusted Sources, in: A. Marcus, W. Wang (Eds.), *Design, User Experience, and Usability: Theory and Practice*, Springer International Publishing, Cham, 2018, pp. 396-405. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9_28)
- [10] Granollers, T. (2008) Usability Evaluation with Heuristics, Beyond Nielsen's List. ACHI 2018: The Eleventh International Conference on Advances in Computer-Human Interactions  
[http://personales.upv.es/thinkmind/dl/conferences/achi/achi\\_2018/achi\\_2018\\_4\\_10\\_2005\\_5.pdf](http://personales.upv.es/thinkmind/dl/conferences/achi/achi_2018/achi_2018_4_10_2005_5.pdf)
- [11] Albets Mitjaneta, Marta. (2021). Anàlisi de nova proposta per a avaluacions heurístiques en un context empresarial internacional. <https://repositori.udl.cat/items/8242ce49-498b-478b-ade4-40a42a36fecc>
- [12] Graham, L. (2008). Gestalt theory in interactive media design. *Journal of Humanities & Social Sciences*, 2(1). [https://www.researchgate.net/publication/228373870\\_Gestalt\\_theory\\_in\\_interactive\\_media\\_design](https://www.researchgate.net/publication/228373870_Gestalt_theory_in_interactive_media_design)
- [13] Yablonski, Jon. *Laws of UX: Using psychology to design better products & services*. O'Reilly Media, 2020.
- [14] James R. Lewis. 1991. Psychometric evaluation of an after-scenario questionnaire for computer usability studies: the ASQ. *SIGCHI Bull.* 23, 1 (Jan. 1991), 78–81. <https://doi.org/10.1145/122672.122692>
- [15] Clark, L. A., and Watson, D. (2019). Constructing validity: new developments in creating objective measuring instruments. *Psychol. Assess.* 31:1412. doi: 10.1037/pas0000626

# Evaluating User Experience in Web Chatbots Interactions: A Case Study in the Colombian Context

Elmer J. Muñoz<sup>1</sup>[0009-0001-3196-8546], Juan D. Bravo<sup>1</sup>[0009-0005-7605-4026], César A. Collazos<sup>1</sup>[0000-0002-7099-8131] and Diego Torres<sup>2</sup>[0000-0001-7533-0133]

<sup>1</sup> Grupo IDIS - Universidad del Cauca, Popayán 190003, Colombia  
{ejmuno216, juandbravo, ccollazo}@unicauca.edu.co

<sup>2</sup> Departamento de CyT, UNQ, Argentina, LIFIA, Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina  
{diego.torres}@lifa.info.unlp.edu.ar

**Abstract.** Designing effective chatbots goes beyond interface development. It involves achieving a compelling conversational interface that smoothly meets user needs. However, many companies neglect user needs and focus on inadequate use cases. Understanding user behavior, goals, and expectations is crucial for the sustainable adoption and impact of chatbot technology. The current literature lacks publications that characterize users or address the Latin American context for chatbots. Best practices and design patterns for chatbot construction are not standardized. Therefore, this study aims to characterize users in the Colombian context through empirical testing and theoretical foundations and, as a future work, propose user-centered design patterns for online customer service chatbots in this same context, bridging the gap between designer and user mental models. The goal is to enhance user experience and communication with chatbots.

**Keywords:** Human-Chatbot Interaction, Online Customer Service, Cognitive Load, Mental Workload, NASA TLX.

## 1. Introduction

Currently, the use of chatbots is experiencing exponential growth due to their integration into online interactions and advancements in architectures and developments. Their significance lies in their ability to provide quick and personalized responses to user queries, thereby enhancing the customer experience and optimizing resources and time for businesses [1]. Additionally, chatbots provide us with a wealth of information in a straightforward manner, and these technologies have enabled the integration of service provision to facilitate the execution of specific tasks [2]. Advancements in the field of machine learning (ML) and natural language processing (NLP) have significantly improved the functionality of conversational agents at the underlying algorithmic level [2]. These advancements have allowed the integration of software tools such as chatbots in various areas, including online customer service [2]. Chatbots have great potential as an inclusive technology by facilitating access to digital services for individuals who are not yet familiar with them [2]. Specifically, online customer support services have benefited from these technological advancements by addressing customer dissatisfaction caused by long queues in call centers [1]. However, there are several challenges in the implementation and use of chatbots [3]. The complexity and lack of understanding of human language-based interactions make the development of effective chatbots challenging [3]. Furthermore, excessive incorporation of human-like features in chatbot dialogue can widen the gap between the user and the technology [3]. The lack of suitable datasets to train learning models is another challenge [4]. Additionally, there is often a mismatch between expectations, needs, and the functioning of the chatbot [3]. Improving the quality of customer interaction involves designing chatbots that resemble humans, as people feel satisfied when socially connected [5]. Another significant challenge is the limited ability of chatbots to handle complex questions and tasks that require search, recommendation, and specialized knowledge skills [3]. The design of chatbots should also focus on achieving a compelling conversation interface that seamlessly and efficiently caters to user needs [6]. Furthermore, understanding the people using chatbots, how they use them, and their goals and

expectations is crucial for achieving sustainable adoption and impact of this technology [2]. Overall, in line with the presented context, the design of chatbots does not fully focus on user behavior when performing any type of task, especially more elaborate or complex ones. This has led to increased user abandonment of this technology, which paradoxically is considered an inclusive technology. Literature review reveals a lack of publications characterizing users or addressing the Latin American context and its adaptation considering the characteristics of the region or user mental models. There is also evidence of the existence of not design patterns, but rather best practices for creating chatbots on websites, as described in [7, 8, 9]. However, no publications were found that provide more structured content with design heuristics or patterns to standardize the construction of this technology with a user-centered approach. Therefore, this study focuses on characterizing users in the Colombian context through empirical tests and theoretical foundations. The aim is to gather recurring problems and pain points in interaction with tasks that, from the users' perspective, are complex or elaborate. Furthermore, as future work, the goal is to generate design proposals or design patterns to contribute to solving these problems that may arise when using online customer service chatbots in the Colombian region. This would help bridge the gap between the designer's mental model and the user's mental model, increasing the likelihood of a positive user experience and effective communication through chatbots.

## **2. Related Work**

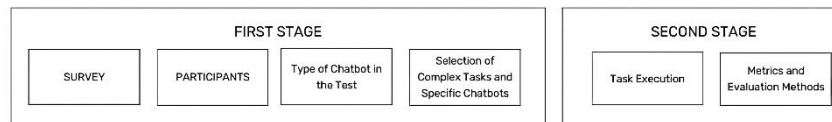
In recent years, there has been a growing interest in the development of chatbots, artificial intelligence systems designed to interact with users in a conversational manner. These chatbots have found applications in various sectors such as e-commerce, customer support, and virtual assistance. Although research in this field is recent, projects have been carried out to improve the quality of interaction and the understanding capacity of chatbots [10]. It is highlighted that large companies are investing in this technology, and there is an increase in the number of users and available applications. However, technical challenges still persist, and a better understanding of user perceptions, expectations, and usage contexts is needed. Regarding chatbots and e-commerce, it has been observed that customer relationship management (CRM) systems can utilize large volumes of customer data to map consumer behavior. There are different classifications of current chatbots based on parameters such as knowledge domain, service objective, and input processing method. The importance of unexplored topics such as privacy, ethics, and legal framework of chatbots is also highlighted [10]. The design of chatbots should consider their temporal profile, i.e., whether they should assist users in achieving short-term, medium-term, or long-term goals. A taxonomy of time-dependent design aspects has been proposed, emphasizing the importance of following specific guidelines in chatbot design [11].

In the interaction with users, research has been conducted on how to strengthen the impression of a human-like character and improve service quality. It has been found that topic-driven conversations enhance anthropomorphism and hedonic quality, and that free-text interaction may not be sufficient. Additionally, the importance of having advanced natural language processing capabilities to achieve social presence in chatbots is emphasized [12]. In the knowledge management of chatbots, a knowledge-based architecture has been proposed to support customer services in e-commerce. It suggests subdividing knowledge types based on their quality and nature to ensure the quality of data used in communication between chatbots and customers [13]. A conceptual model based on flow theory has been developed to better understand customers' virtual experiences when interacting with AI-powered chatbots. This model addresses elements such as the perception of challenge, concentration, satisfaction, and intention for future use [14]. In the context of luxury fashion brands, the adoption of chatbots to enhance communication and customer satisfaction has been analyzed. The importance of personalization and adaptation of chatbots to the luxury brand context is emphasized [15]. The humanization of chatbots is addressed through techniques such as interface personalization, incorporation of natural language elements, and empathy in interaction [16]. In customer service, the use of chatbots has been investigated, emphasizing the importance of chatbot personality and interaction style to enhance the user experience. Different approaches to personalization and the implications of chatbot adoption in customer service are also discussed [17]. Additionally, specific challenges in the use

of chatbots in corporate service delivery systems are addressed. Aspects such as chatbot scaling, the necessary technological infrastructure to support their operation, and the quality of service offered are analyzed [18].

### 3. Pattern Finding Process

In the methodology employed for the previously shown related work, a bibliographic review was carried out through systematic mapping. Searches were conducted in various databases such as Science Direct, EBSCO, IEEE Xplore, and Google Scholar, using keywords such as "Chatbots", "Online Customer Service", "Online Assistance", "Design Patterns", "Complex Tasks", "Mental Workload", "Natural Language Processing", "Customer Experience" and "Artificial Intelligence", papers in English, Spanish and Portuguese were considered as the first filter, later we limited to works from Latin America. A total of 967 articles were found. Subsequently, selection criteria were applied to choose 45 relevant articles that met the established requirements. Finally, a literature review was conducted to identify the most relevant articles. A scarcity of relevant information on the design of chatbots for online customer service was found, both at a general level and in the Latin American context, alongside some works that mention general problems of users with chatbots performing in this context. In order to understand the mental model of Colombian users when interacting with chatbots, an empirical test was conducted using "fictional scenarios" or "task scenarios", which means simulated tasks that resembled real-life situations and were within the context of chatbot usage. This study characterizes users in the Colombian context when interacting with online customer service chatbots. Through empirical tests and theoretical foundations, it identifies challenges related to user satisfaction, cognitive load, and usability. The findings highlight areas for enhancing user experience. This characterization provides a foundation for future work, which will propose design patterns and user-centered solutions to address these issues. By bridging the gap between designers and users, the study aims to optimize user satisfaction and improve chatbot interactions. Several stages were carried out in this phase, as shown in Figure 1.



*Fig.1. Pattern Finding Process*

#### 3.1. First Stage

During the first stage, a detailed planning was carried out that included all the factors to be considered during and after the user exploration. For this purpose, several aspects of the usability evaluation methodology described in [19] were considered. It is worth noting that the objective of this initial stage was to consolidate each relevant detail during and after the execution of the tests, including factors such as the type of chatbot chosen for the tests, the identification and selection of complex tasks to be evaluated, the characteristics of the participants, the metrics to be considered in these evaluations, the techniques that would be used to characterize the users' behavior, among several other aspects.

##### 3.1.1. General survey

As a preliminary activity, an online survey was conducted to gather information about the use of chatbots in the Colombian context, as well as the age groups that make the most use of these technologies. Additionally, the aim was to understand which tasks are performed most frequently and which ones, according to survey participants, have not been completed or have been more challenging to successfully carry out during the interaction with the help system. It is important

to highlight that surveys are one of the most used techniques in Human-Computer Interaction (HCI) research [20], particularly in User-Centered Design (UCD), to obtaining the opinions of many individuals in a relatively short time.

### 3.1.2. Participants

A total of 66 individuals participated in the survey, ranging in age from 18 to 60 years old. According to the results, approximately 97% of users between 18 and 30 years old reported making more frequent use of conversational agents, with an average of 104.1 times. The other age groups had much lower usage, with minors averaging 4 times, users aged 40 to 50 averaging 12.4 times, and users aged 50 to 60 averaging 5.4 times. For the final test, ten users (5 males, 5 females) aged between 18 and 30 were selected. All participants were required to have had at least 10 previous interactions with online customer service chatbots to be familiar with the type of chatbot being evaluated and to have an understanding of the issues they have encountered.

### 3.1.3. Chatbot Type for the Test

With the participants and their characteristics defined, it is important to now focus on the type of chatbot that will serve for the proper development of the tasks. To do this, the taxonomy of chatbots was reviewed in the literature. Chatbots are not necessarily limited to a single category, as each bot can incorporate different categories in different proportions (Figure 2). For example, all chatbots must have chat capability, but a chatbot designed for an online store may also require algorithms to extract information from frequently asked questions and search for products on the website. Therefore, a chatbot service can include all three types of algorithms [21].

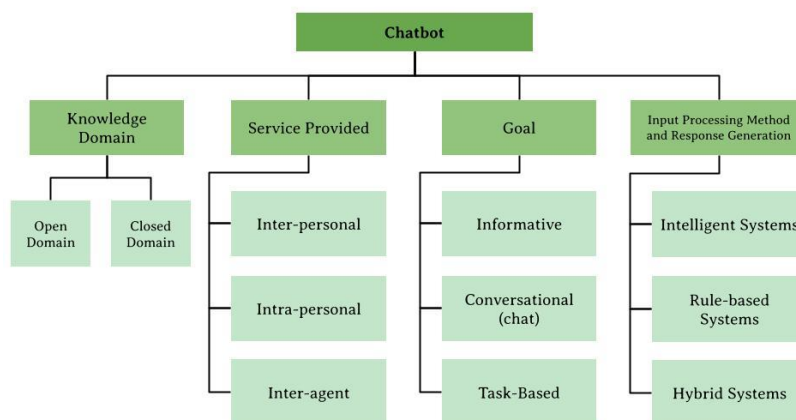


Fig. 2. Chatbot Taxonomy [21].

This research on online customer service systems in Colombia prioritizes the use of a closed-domain chatbot, which focuses on a specific context and can perform tasks related to information, online product/service purchase and sales. Informational and conversational chatbots can be useful in providing information about products and services, as well as answering frequently asked questions. Interpersonal chatbots are considered suitable for the research, as they provide information to carry out simple tasks such as purchases and reservations. In terms of the input processing method, the use of conversational chatbots is preferred for a more human-like experience when making online purchases. For response generation, rule-based chatbots will be used due to the fixed nature of e-commerce transaction scenarios and outcomes, allowing for accurate and prompt responses. The chatbot analyzed in this research is described as a hybrid bot belonging to the closed-domain category, with the aim of providing interpersonal service and an informative and task-based input processing method. Rule-based approaches will be used for response generation.

### 3.1.4. Selection of Complex Tasks and Specific Chatbots

Regarding the main objective of the research, the primary purpose of the test is to characterize user behavior when performing tasks in an online customer service chatbot. The tasks were selected by the experimenter based on a previous survey conducted with 66 users, in which they also reported the tasks they performed most frequently, those they considered more complex, or those that had presented problems in previous experiences. In total, 11 tasks were selected, which are listed below:

1. Provide the chatbot with input in the form of a command.
2. Receive personalized recommendations for products or services.
3. Receive information about availability, prices, characteristics and detailed descriptions of products or services.
4. Make payments and financial transactions.
5. Choose customization options.
6. Get help and support with any questions or issues related to your application.
7. Search for specific products through the chatbot.
8. Indicate success or failure to the chatbot as feedback.
9. Request assistance / human intervention.
10. Change user account settings.
11. Activate or Deactivate platform functions.

Once the type of chatbots to be used in the test and the tasks to be evaluated were identified, specific chatbots were chosen to be used, keeping in mind that the objective is not to measure the usability of a specific customer service chatbot, but to characterize user behavior when facing the execution of tasks that, according to their own experience, have been more difficult to solve, regardless of the system being used. Therefore, tests were conducted on various chatbot systems. For the selection of the chatbots used in this phase, the following criteria were initially considered to filter among the numerous and diverse systems available on the web.

- Chatbots that met the characteristics described in 3.1.3 were chosen.
- Chatbots that frequently experienced technical problems due to the owning company were excluded, as this would affect the performance of the assigned tasks.
- The selected chatbots had to be relevant to the research, specifically online customer service chatbots.
- The systems had to have capabilities to perform at least one of the tasks mentioned in the survey conducted in the corresponding section.

Initially, only chatbots from Colombian companies were considered. However, the search was expanded to include chatbots from international companies due to the limitations of Colombian chatbots in various scenarios and their inability to fulfill the tasks to be evaluated fully. Including international chatbots would allow for more representative and comparable results with previous studies conducted in other countries. Additionally, by selecting 10 Colombian users within the chosen age range, the study was conducted in a Colombian context, evaluating the response to international chatbots, which is relevant in a globalized context. In this way, the study will not be limited to specific chatbots, allowing for a broader understanding of user response to chatbots in general. The following chatbots were then selected for testing:

1. The "Vianca" chatbot from Avianca, the leading airline in Colombia, which receives a high volume of visits to its help center and customer support [22, 23].
2. The "Natura" chatbot from Freshly Cosmetics, a relevant case in the e-commerce of natural and healthy products, with a wide customer base and availability in multiple languages [24].
3. The "Mailchimp Assistant" chatbot from Mailchimp, a leading platform in email

- marketing services with many users and customer service demand [25, 26].
4. The Skybuffer demo chatbot, a renowned company in cloud-based enterprise solutions and a pioneer in AI implementation, with advanced capabilities compared to other chatbots [27].
  5. The "Autodesk Assistant" chatbot from Autodesk, a leading company in 3D design, engineering, and construction software, with a wide customer base and online customer service demand [28, 29].

### 3.2. Second Stage

In the second stage, the activities defined in the planning phase were carried out, and data were collected on the participants' behavior during the tests.

#### 3.2.1. Metrics and Evaluation Methods

After testing with 10 users, methods were implemented to understand user behavior and three main metrics were proposed:

- **Net Interaction Time (NIT):** It was used to track user performance and behavior in each task, considering that complex queries may require more interaction time. Promptness and reduced mental load are important for user satisfaction. The test results of the users were compared with those of expert users [30].
- **Interaction Cost:** It represents the physical and mental efforts required to complete a task. A low interaction cost allows the user to complete the task quickly and efficiently. The Observation and Recording Analysis Method was used to obtain quantitative metrics such as time and interaction cost [31].
- **Perceived Mental Load:** The mental workload of users was evaluated using the NASA Task Load Index (NASA-TLX), a recognized tool that assesses the task from different perspectives. High mental load can hinder the use of the chatbot, so it is important to measure and minimize this load to ensure its usefulness and ease of use [32].

These metrics were applied to each task to identify challenging moments of interaction, tasks with higher demand and mental effort, and to characterize users. The analysis provided information to identify issues and establish evidence-based best practices for future developments.

#### 3.2.2. Task Execution

The tasks were performed in sessions lasting 1 hour and 20 minutes or less per user. Each user was required to complete the 11 tasks, but it was not necessary to perform all tasks with the 5 selected chatbots due to the increased duration of the test and potential user fatigue. Additionally, each chatbot had different ways of performing certain tasks due to the business model of the owning company [33]. Participants were given time to familiarize themselves with each website before starting the tasks, and the thinking-aloud protocol was used to encourage them to provide comments and express their feelings during the execution [33]. After completing the tasks assigned to each chatbot, participants answered the NASA-TLX questionnaire and a satisfaction survey. Video recordings of each task were played back while participants answered the test questions to avoid recall bias. Finally, general feedback on the experience was obtained.

## 4. Results Analysis

Finally, in the third stage, the obtained results were analyzed, converting the data into relevant information to build the set of web interface design patterns.

#### 4.1.1. Analysis of Net Interaction Time

Thanks to the utilization the Observation Method, we noticed that there were various types of time during user interaction, including the time to complete the task, which corresponds to the total time of the entire interaction in the task, the non-interaction time, which corresponds to the



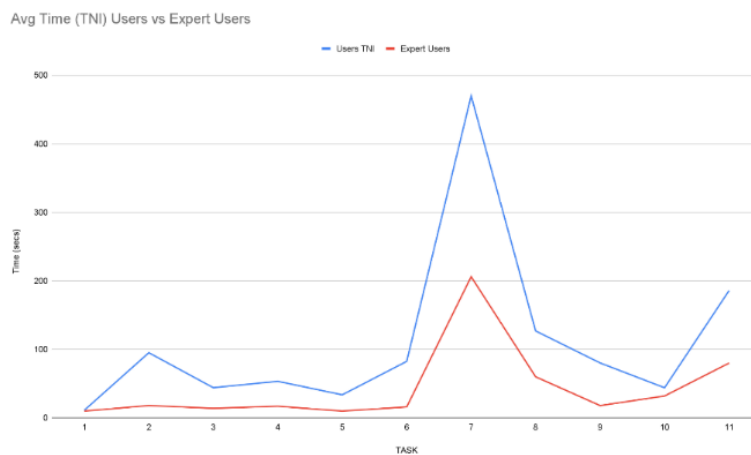
time the user interacts with something other than the chatbot, the chatbot response time, which corresponds to the time the chatbot takes to process a text or request, and finally the net interaction time (NIT), which can be specifically defined with a simple equation:

$$\text{NIT} = \text{Time to complete the task} - (\text{non-interaction time} + \text{Chatbot response time}) \quad (1)$$

This value (1) was calculated for each user in each task, allowing us to find an average time for each task across all users. With this average measure, the overall performance of the users could be compared to the performance of expert users in each task. The results are shown below:

*Table 1. NIT Avg Time vs Expert users Avg Time.*

Task	Avg Time (TNI) Users (secs)	Expert Users (secs)	Variance
7	469,8	206	28687,07
11	185,7	80	5005,79
8	126,9	60	2969,66
2	95,1	18	1906,32
6	82,5	16	1101,61
9	80,22	18	2414,44
4	53,44	17	874,03
3	44,1	14	276,99
10	44	32	385,00
5	33,7	10	684,46
1	11,22	10	5,19



*Fig. 3. Graphic comparison NIT Avg Time vs Expert users Avg Time.*

We can observe a considerable difference in time for most tasks, especially between tasks 6 to 9. This may indicate that some tasks, which require extended interaction times, are related to complex queries. Immediacy is important for user satisfaction and reduced cognitive load. The relationship between extended interaction times and complex queries is further supported by user comments in the satisfaction survey. Users expressed feelings of dissatisfaction, boredom, and displeasure, especially for tasks with higher average time. Furthermore, if it is observed that the variance is high in a task where experts also have high times, this may indicate that the tasks related with search, feedback and requests for assistance are inherently difficult or complex. On the other hand, the high variance in request human intervention and accessibility options related tasks where experts have low times, may suggest that users have difficulties or inefficiencies in that particular task. Additionally, the high intention to abandon highlights the importance of addressing system efficiency and usability to enhance the user experience. These findings emphasize the need to optimize interaction time for all tasks, particularly those that involve higher complexity. By reducing response times and improving system efficiency, user satisfaction can

be increased, mental load can be decreased, and an overall more positive experience can be fostered.

#### 4.1.2. Perceived Mental Load Analysis

After examining the first of the three evaluation measures, the next step was to understand users' behavior in terms of their perception of mental workload, which is another one of these measures. To accomplish this, the NASA TLX method was implemented, consisting of two parts: In Part 1, participants evaluate their mental workload subjectively on six subscales, including Mental Load, Physical Load, Time Demand, Level of Frustration, Task Complexity, and Performance [34], using a scale of 0 to 20. In Part 2, scores are converted to a scale of 0 to 100, and the primary source of workload is determined [35]. This provides a total weight for the evaluated task.

*Table 2. Average Mental Work Load by task.*

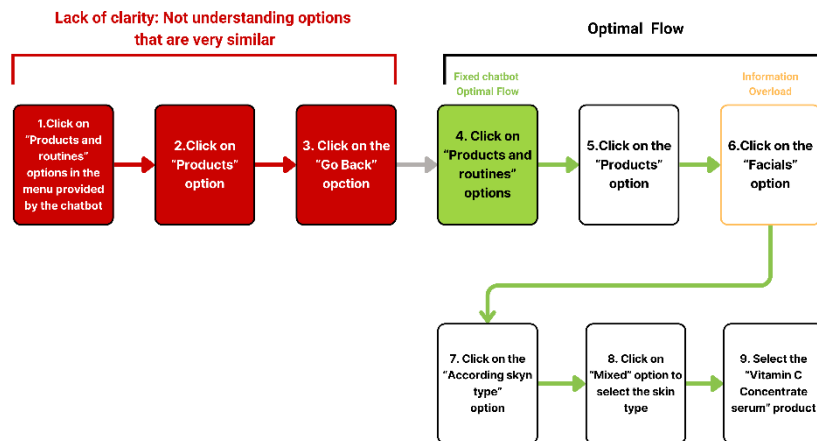
Task	Mental Workload Points (AVG)	Variance
7	91,00	107
8	88,81	128
9	68,70	404
11	66,40	369
4	49,17	471
3	30,50	344
6	25,93	156
5	24,13	389
2	20,67	120
10	17,26	145
1	13,23	49

The analysis of mental workload revealed significant differences in users' perception across different tasks. Tasks 7 and 8 had a higher mental workload, while tasks 1, 10, 2, and 5 showed a lower mental workload. In this case, the average mental workload scores for each task are more clustered and consistent among the participants in tasks 6 to 9, which were previously considered complex. These findings align with the analysis of net interaction time, indicating that tasks with longer interaction time are generally more frustrating. To enhance the user experience and reduce mental workload, it is necessary to optimize task design, simplify interactions, and minimize perceived complexity. This involves eliminating unnecessary steps, providing clear instructions, and presenting information in a concise manner.

#### 4.1.3. Interaction Cost Analysis

The observation format was used to obtain the interaction cost of each task for each user, as well as to conduct a visual analysis using graphs in order to characterize the participants' behavior more accurately. The graphs represent the steps taken by users in each of the 11 tasks and are connected by vectors that indicate the order in which the steps were performed. Figure 4 shows an example of task flow using graphs, where 6 effective/optimal interaction steps were completed. In this figure, we can observe task 2 performed by user 10, where initial problems with the task were encountered. This allowed us to have a clearer understanding of the recurring issues in the interactions, as well as the discomfort experienced by the users, which helped us identify the pain points of the users. For example, Figure 4 highlights a "lack of clarity" in the interaction options in the chatbot due to excessive similarity.

*Fig. 4. Task 2 Graph for User 10.*



Additionally, with this, results were obtained that allowed us to identify the tasks that had the highest interaction cost, as well as those that were not significantly affected by this evaluation metric.

*Table 3. Average cost of interaction for each task*

Task	Avg. Interaction Cost	Variance
7	19	56,77
11	10	16,90
2	9	11,51
8	6	11,51
9	6	41,61
6	6	11,07
4	5	17,34
5	4	3,73
10	2	0,84
3	2	0,28
1	1	0

In the evaluation of this metric, several characteristics must be taken into account, including the satisfaction survey, in which users expressed their dissatisfaction and abandonment of tasks in chatbots with higher CI scores. These tasks also exhibited a higher and more diverse number of problematic points, such as issues with structure and navigation flow, lack of clarity in presented textual information, lack of feedback, unintuitive elements, extended response times, information overload, among others. Specifically, a lack of understanding of user requests was observed, which could indicate failures in both the interface and the AI model responsible for natural language processing and the intersection between the two. Tasks that require search, data entry (sometimes unnecessary or using interfaces different from the chatbot), or complex requests have demonstrated the aforementioned issues, resulting in higher interaction costs, low satisfaction, and ultimately higher abandonment rates. If achieving the desired goal on a specific website seems difficult, most users will simply move to another site that has a lower estimated interaction cost unless the benefits of interacting with the initial site are exceptionally high. Interaction cost is a direct measure of usability, and all usability heuristics aim to minimize it for the user. A quick evaluation of the interaction cost of a design can save a lot of money in the long run as it can provide insight into how challenging the interface will be for the user. It can also serve as a comparative tool among different design alternatives, as the one that minimizes the interaction cost is more likely to succeed.

## 5. Conclusions

In conclusion, through the application of various statistical methods, analysis of interaction graphs, user segmentation and detailed investigations of user recordings, numerous insights were

obtained leading to the following preliminary results in this phase of the study. It was validated that the problem described in the introductory section was detected in the Colombian context, as most of the tasks presented problem points that negatively affected the user experience, which could have led to the complete abandonment of the chatbot and the overall service provided by the companies in more realistic situations. Additionally, it was identified which tasks posed more challenges for Colombian users. During the literature review, we found a paucity of documentation on guidelines and principles for the design of conversational agent interfaces on websites, especially in relation to the mental model and preferences of Colombian users. The behavior of users in relation to the execution of tasks in the chatbot system was characterized, identifying problematic points of interaction and analyzing the good practices employed by users. Both problem points and good practices are a primary source of information for the construction of future design patterns. Metrics were obtained to evaluate tasks, such as interaction time, interaction cost, and mental workload. These metrics could serve as a point of comparison in the implementation of the patterns to be explained in the future work section. A detailed analysis was performed and significant preliminary results were obtained that will help improve the user experience and guide the creation of user interface design patterns in this context.

## 6. Further Work

As future work, it is proposed to address the problems identified in the interaction of Colombian users with web chatbots and ensure greater user satisfaction, as well as build trust in this technology. The following short, medium and long term steps are proposed: build a set of web interface design patterns for chatbots, taking into account the problems, mental models and delve into cultural aspects of Colombian users and later, Latin American users; develop a prototype based on the above design patterns to verify its effectiveness compared to chatbots systems already implemented by different companies, as described in this paper; investigate emerging technologies such as the GPT-3 and GPT-4 language models, which are currently having a significant impact in various fields, and how they could further improve online customer service through the use of chatbots. These steps will contribute to improving the user experience and guide the creation of user interface design patterns, as well as explore new technologies for the advancement of the field.

## References

1. C. V. Mischia, F. Poetze, y C. Strauss, “Chatbots in customer service: Their relevance and impact on service quality”, *Procedia Computer Science*, vol. 201, pp. 421–428, ene. 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.03.055.
2. L. S. G. Piccolo, M. Mensio, y H. Alani, “Chasing the Chatbots”, en *Internet Science*, S. S. Bodrunova, O. Koltsova, A. Følstad, H. Halpin, P. Kolozaridi, L. Yuldashev, A. Smoliarova, y H. Niedermayer, Eds., en *Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 157–169. doi: 10.1007/978-3-030-17705-8\_14.
3. Q. N. Nguyen, A. Sidorova, y R. Torres, “User interactions with chatbot interfaces vs. Menu-based interfaces: An empirical study”, *Computers in Human Behavior*, vol. 128, p. 107093, mar. 2022, doi: 10.1016/j.chb.2021.107093.
4. Khurana, *ChatrEx: Designing Explainable Chatbot Interfaces for Enhancing Usefulness, Transparency, and Trust*. Simon Fraser University, 2021.
5. J. Rhim, M. Kwak, Y. Gong, y G. Gweon, “Application of humanization to survey chatbots: Change in chatbot perception, interaction experience, and survey data quality”, *Computers in Human Behavior*, vol. 126, p. 107034, ene. 2022, doi: 10.1016/j.chb.2021.107034.
6. Brandtzaeg y A. Følstad, “Chatbots: changing user needs and motivations”, *interactions*, vol. 25, núm. 5, pp. 38–43, ago. 2018, doi: 10.1145/3236669.

7. Duijst, “Can we Improve the User Experience of Chatbots with Personalisation?”, 2017. doi: 10.13140/RG.2.2.36112.92165.
8. T. L. Smestad y F. Volden, “Chatbot Personalities Matters: Improving the User Experience of Chatbot Interfaces”, S. S. Bodrunova, O. Koltsova, A. Følstad, H. Halpin, P. Kolozaridi, L. Yuldashev, A. Smoliarova, y H. Niedermayer, Eds., en *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 11551. Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 170–181. doi: 10.1007/978-3-030-17705-8\_15.
9. “Chatbots in customer service: Their relevance and impact on service quality - ScienceDirect”. <https://www-sciencedirect.com/acceso.unicauca.edu.co/science/article/pii/S1877050922004689> (consultado el 15 de mayo de 2023).
10. K. Kouroupis, D. Vagianos, and A. Totka, “Artificial intelligence and customer relationship management” vol. 1, pp. 5–24, publisher: Eleven international publishing.
11. M. Baabdullah, A. A. Alalwan, R. S. Algharabat, B. Metri, and N. P. Rana, “Virtual agents and flow experience: An empirical examination of AI-powered chatbots,” vol. 181, p. 121772. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162522002967>
12. K. F. Haugeland, A. Følstad, C. Taylor, and C. A. Bjørkli, “Understanding the user experience of customer service chatbots: An experimental study of chatbot interaction design,” vol. 161, p. 102788. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581922000179>
13. E. W. T. Ngai, M. C. M. Lee, M. Luo, P. S. L. Chan, and T. Liang, “An intelligent knowledge-based chatbot for customer service,” vol. 50, p. 101098. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567422321000703>
14. M. Baabdullah, A. A. Alalwan, R. S. Algharabat, B. Metri, and N. P. Rana, “Virtual agents and flow experience: An empirical examination of AI-powered chatbots,” vol. 181, p. 121772. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162522002967>
15. M. Chung, E. Ko, H. Joung, and S. J. Kim, “Chatbot e-service and customer satisfaction regarding luxury brands,” vol. 117, pp. 587–595. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296318304776>
16. J. Rhim, M. Kwak, Y. Gong, and G. Gweon, “Application of humanization to survey chatbots: Change in chatbot perception, interaction experience, and survey data quality,” vol. 126, p. 107034. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563221003575>
17. C. V. Misischia, F. Poecze, and C. Strauss, “Chatbots in customer service: Their relevance and impact on service quality,” vol. 201, pp. 421–428. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922004689>
18. Barros, R. Sindhgatta, and A. Nili, “Scaling up chatbots for corporate service delivery systems,” *Commun. ACM*, vol. 64, no. 8, p. 88–97, jul 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3446912>
19. Usability evaluation | digital healthcare research. [Online]. Available: <https://digital.ahrq.gov/health-it-tools-and-resources/evaluation-resources/workflow-assessment-health-it-toolkit/all-workflow-tools/usability-evaluation>
20. G. Lopes, “USING RESEARCH METHODS IN HUMAN COMPUTER INTERACTION TO DESIGN TECHNOLOGY FOR RESILIENCE,” vol. 13, pp. 363–388, publisher: TECSI Laboratório de Tecnologia e Sistemas de Informação - FEA/USP. [Online]. Available: <http://www.scielo.br/j/jistm/a/gcnmw9cqTGGmzMSH4pmD6gb/>
21. K. Kouroupis, D. Vagianos, y A. Totka, “Artificial Intelligence and Customer Relationship Management”, *East European Yearbook on Human Rights*, vol. 4, núm. 1, pp. 5–24, 2021, doi: 10.5553/EEYHR/258977642021004001002.
22. E. L. R. S.A.S, “Avianca fue la aerolínea que más pasajeros transportó en 2022, con 24,6 millones”, *Diario La República*. <https://www.larepublica.co/empresas/avianca-fue-la-aerolinea-que-mas-pasajeros-transporto-con-24-6-millones-en-total-3525428>
23. “Avianca presentó a los medios una mirada del 2021 y sus perspectivas para 2022 -

- AeroErmo”. [Online]. Available: <https://www.aeroermo.com/home/avianca-presento-a-los-medios-una-mirada-del-2021-y-sus-perspectivas-para-2022/>
24. Caso de éxito: Freshly - oct8ne. [Online]. Available: <https://oct8ne.com/es/caso-de-exito-freshly>
  25. SaveMyLeads. History of the mailchimp brand | all about the mailchimp brand. [Online]. Available: <https://savemyleads.com/blog/useful/mailchimp-brand>
  26. Help center. [Online]. Available: <https://mailchimp.com/help/>
  27. Skybuffer – where innovation meets expertise. [Online]. Available: <https://www.skybuffer.com/>
  28. How many customers does revit have? Section: Revit Architecture Forum. [Online]. Available: <https://forums.autodesk.com/t5/revit-architecture-forum/how-many-customers-does-revit-have/td-p/7335306>
  29. Autodesk, todos los software que dispararán tu productividad. Section: Tecnología. [Online]. Available: <https://www.espaciobim.com/autodesk>.
  30. J. Rhim, M. Kwak, Y. Gong, and G. Gweon, “Application of humanization to survey chatbots: Change in chatbot perception, interaction experience, and survey data quality,” vol. 126, p. 107034. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563221003575>.
  31. W. L. i. R.-B. U. Experience. Interaction cost: Definition. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/interaction-cost-definition/>
  32. S. G. Hart, “NASA task load index (TLX),” NTRS Author Affiliations: NASA Ames Research Center NTRS Document ID: 20000021487 NTRS Research Center: Ames Research Center (ARC). [Online]. Available: <https://ntrs.nasa.gov/citations/20000021487>
  33. W. L. in R.-B. U. Experience, “Thinking Aloud: The #1 Usability Tool”, Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/thinking-aloud-the-1-usability-tool/> (consultado el 5 de junio de 2023).
  34. “NASA Task Load Index | Digital Healthcare Research”. <https://digital.ahrq.gov/health-it-tools-and-resources/evaluation-resources/workflow-assessment-health-it-toolkit/all-workflow-tools/nasa-task-load-index>
  35. Isabel de Arque, “NTP 544: Estimación de la carga mental de trabajo: el método NASA TLX,” p. 6.

# **5° Workshop en Sistemas Infotainment y Sistemas Inteligentes**

# Diseño de Prototipo de Aplicación Web para Determinar si una Persona tiene las Habilidades Cognitivas Necesarias para Conducir

Andrea G. Plascencia-Rodríguez<sup>1</sup>[0009-0008-9324-2127], Huizilopoztli Luna-García<sup>1</sup>[0000-0001-5714-7482],  
Roberto Solís-Robles<sup>1</sup>[0000-0001-6629-1048], Hamurabi Gamboa-Rosales<sup>1</sup>[0000-0002-9498-6602],  
Wilson J. Sarmiento<sup>2</sup>[0000-0001-7903-8316]

<sup>1</sup> Laboratorio de Tecnologías Interactivas y Experiencia de Usuario (LITUX), Universidad Autónoma de Zacatecas, Jardín Juárez 147, Centro Histórico, 98000, Zacatecas, México.  
{andrea.plascencia, hlugar, rsolis, hamurabigr}@uaz.edu.mx

<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Multimedia (GIM), Universidad Militar de Nueva Granada, Cra 11, 101-80, Bogotá, Colombia.  
wilson.sarmiento@unimilitar.edu.co

autor de correspondencia: hlugar@uaz.edu.mx

**Abstract.** El Deterioro Cognitivo Leve se caracteriza por un declive cognitivo ligero que afecta mínimamente las actividades diarias, posiblemente afectando la capacidad de conducir, dado que la conducción involucra habilidades cognitivas. KSCAr+Drive, una herramienta específica, evalúa rápidamente a individuos con sospecha de deterioro neurocognitivo. Compuesta por diversas pruebas, abarca un amplio rango de habilidades cognitivas. Este artículo prioriza el Diseño Centrado en el Usuario como elemento esencial para el diseño, se implementan las fases de la norma ISO 9241-210:2019 para desarrollar un prototipo de aplicación web, destinado a determinar la idoneidad cognitiva de una persona para conducir.

**Keywords.** Prototipo de aplicación web, diseño centrado en el usuario, habilidades cognitivas, deterioro cognitivo leve.

## 1. Introducción

Las habilidades cognitivas abarcan las facultades mentales esenciales para interpretar, procesar y responder estímulos, permitiendo la adaptación a diversas situaciones [1]. En la conducción, estas capacidades son vitales, involucrando percepción, atención, control motor, memoria y toma de decisiones [2]. Para evaluar estas capacidades en individuos, en especial en personas mayores, el Kingston Scales Institute ha desarrollado la herramienta "Kingston Standardized Cognitive Assessment - Revised - Plus Driving Scale (KSCAr+Drive)". Esta herramienta examina aspectos como memoria, lenguaje y funciones visomotoras, generando puntuaciones percentiles y brindando una evaluación integral que incluye orientación, comprensión y pensamiento abstracto [3].

Este estudio busca innovar la aplicación de KSCAr+Drive para detectar deterioro cognitivo leve, incapacidad para conducir. Dicho deterioro afecta las capacidades cognitivas sin alterar las actividades diarias; si afecta la independencia, se considera trastorno neurocognitivo mayor [4]. Se clasifica el deterioro cognitivo leve como trastorno menor, distinguiéndolo de mayores por su impacto en la vida diaria [5].

El Informe de la OMS 2018 destaca 1.35 millones de muertes anuales por accidentes de tránsito, siendo los traumatismos viales la principal causa de mortalidad en personas de 5 a 29 años [6]. Evaluar la idoneidad cognitiva para conducir es esencial para la seguridad vial, identificando tempranamente a personas con deterioro cognitivo para prevenir accidentes al evitar que conduzcan.

## 2. Materiales y Métodos



La Interfaz Humano Máquina (IHM) es un vínculo esencial entre usuarios y tecnología [7]. Esta disciplina ha evolucionado, incorporando distintas disciplinas y mejorando la interacción. La importancia de una interfaz radica en su capacidad para cumplir con las metas del usuario. La Experiencia del Usuario (UX) se enfoca en la funcionalidad y la estética, logrando una experiencia general positiva. El éxito de la interacción define esta experiencia [8].

### 2.1. Diseño Centrado en el Usuario

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) involucra a los usuarios finales en el desarrollo del producto para satisfacer sus necesidades [9], [10]. Es un proceso multidisciplinario que une a diferentes partes interesadas. El estándar ISO 9241-210:2019 guía el proceso del DCU a lo largo del ciclo de vida de los sistemas interactivos. El DCU busca comprender las necesidades de los usuarios y orienta el diseño para satisfacerlas. Su objetivo es garantizar la aceptación del producto por parte de los usuarios.

- **Comprender y especificar el contexto de uso:** El contexto de uso abarca usuarios, tareas y entornos con el fin de respaldar el diseño. La información recopilada se emplea para identificar una declaración inicial de requisitos. Para conocer y entender que información es necesaria para el análisis de contexto, se describe el proyecto como un problema que requiere una solución.
- **Especificar los requisitos de usuario:** La obtención y el análisis de requisitos es la parte más importante del desarrollo de software. Además de los técnicos y funcionales, los de usabilidad son esenciales. Se formula una declaración de requisitos centrados en el usuario basados en el contexto y empleando IEEE 830.
- **Producir diseños y prototipos:** Con información contextual relevante y los requisitos de usuario, se crean soluciones de diseño y prototipos. Un prototipo de baja fidelidad permite la disposición de pantallas, seguido por uno de alta fidelidad para la interacción.
- **Evaluación:** Un prototipo permitirá la evaluación basada en usuarios para refinar el diseño. Se verifica si se cumplen las necesidades del usuario. Si no, el proceso del DCU vuelve a comenzar desde la primera etapa.

## 3. Resultados

En el transcurso de la ejecución del DCU, se identificaron los requisitos, focalizados en los usuarios primordiales. Consecuentemente, se avanzó en el desarrollo de un prototipo de aplicación web destinada a evaluar la aptitud cognitiva requerida para la conducción. Los resultados logrados en el contexto de esta fase del DCU se presentan en la secuencia siguiente.

### 3.1. Comprender y especificar el contexto de uso

En esta fase inicial, se destaca la carencia en la evaluación de habilidades para obtener licencias de conducir en México, lo que puede causar conductores con deterioro cognitivo y riesgo de accidentes. La solución propuesta implica identificar estas habilidades mediante evaluaciones rigurosas al tramitar licencias. El enfoque se aplica a solicitantes de todas las edades utilizando la herramienta estandarizada KSCAr+Drive del Kingston Scales Institute, originalmente creada para detectar deterioro cognitivo en personas mayores [11].

Aunque las habilidades cognitivas son esenciales para la conducción segura, el proceso actual de obtención de licencias en México no las considera. Se plantea la integración de estas evaluaciones en la regulación para mejorar la seguridad vial al reducir accidentes.

Se examinaron herramientas existentes y se identificó KSCAr+Drive como una opción viable para detectar deterioro cognitivo. Se investigaron estadísticas de accidentes en México para evaluar el problema y la necesidad de medidas más estrictas en el proceso del trámite de licencias.

Se utilizó la técnica de grupo focal con usuarios de 20 a 35 años para entender sus preocupaciones sobre la evaluación cognitiva en el proceso de obtención de licencias. También se aplicó la técnica de creación de personas basada en investigaciones y suposiciones para mantener al usuario en el centro del diseño [12], [13].

### 3.2. Especificar los requisitos de usuario

En esta etapa, se estructuran los elementos esenciales que darán forma a la arquitectura y funcionalidad de la aplicación web. Se inicia con una inmersión en el estándar IEEE 830 para crear una Especificación de Requisitos de Software (ERS). Esta sección no solo aborda aspectos técnicos, sino también la relación con los usuarios finales y cómo sus necesidades influyen en los requisitos. El proceso colaborativo abarca requisitos funcionales y no funcionales.

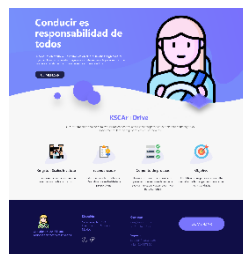
La aplicación busca evaluar habilidades cognitivas para conducir con seguridad. Los usuarios realizan pruebas estandarizadas que ofrecen resultados instantáneos y respaldan decisiones sobre licencias de conducir. La interacción usuario-sistema guía el alcance, basado en pruebas y evaluaciones. Usuarios evaluados (buscando licencias) y aplicadores (que interpretan resultados) son protagonistas.

Esta etapa no solo establece bases técnicas, sino la relación entre tecnología y usuarios, asegurando que la aplicación cumpla requisitos técnicos y satisfaga necesidades reales.

### 3.3. Producir diseños y prototipos

Se crea un prototipo de baja fidelidad, basándose en los resultados obtenidos en las etapas previas. Este prototipo inicial contempla una página de inicio y páginas dedicadas a las pruebas KSCAr+Drive. Su propósito radica en proporcionar una visualización preliminar de los elementos en la interfaz, así como en establecer la secuencia de navegación entre las diferentes pantallas. Posteriormente, se desarrolla un prototipo de alta fidelidad (Figura 1), el cual permite definir la interacción del usuario con la interfaz de manera más detallada y funcional. En el ámbito del desarrollo de software, los prototipos de alta fidelidad son valiosos para someterse a pruebas y evaluaciones por parte de los usuarios, con el fin de obtener retroalimentación y perfeccionar el diseño antes del lanzamiento definitivo del producto [14].

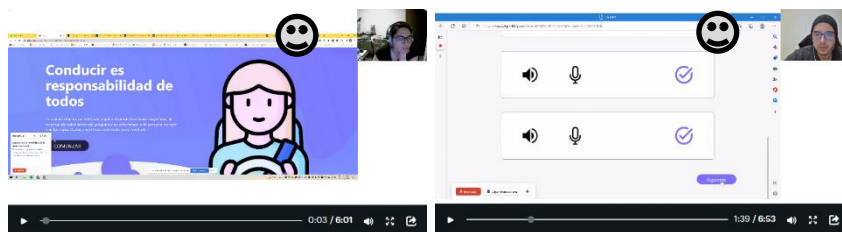
Simultáneamente, se diseña la interfaz de usuario con los 10 principios heurísticos de Nielsen. Aunque se usan normalmente para evaluar usabilidad, en este caso se han incorporado desde el proceso de prototipado como guía de diseño, con la intención de optimizar la calidad del producto final.



*Fig. 1. Prototipo de Alta Fidelidad*

### 3.4. Evaluación

Se evalúa la usabilidad del prototipo, que mide la facilidad de uso y eficacia de la interfaz para los usuarios [10]. Las pruebas de usabilidad buscan garantizar que el producto sea intuitivo y satisfaga expectativas, utilizando métodos como análisis de arquitectura, pruebas de usuario, análisis de tareas y encuestas. El análisis de arquitectura muestra que el prototipo se ajusta al KSCAr+Drive y su orden e información son adecuados. La prueba de usuario involucró cinco participantes de 18 a 55 años a través de la plataforma Ballpark [15]. Se les asignó la tarea de navegar desde la pantalla de inicio hasta la última, mientras se observaba su interacción y escuchaban sus opiniones. (Figura 2).



*Fig. 2. Observación de la Interacción de los Usuarios con el Prototipo*

Tras interactuar con el prototipo, los usuarios completaron el Computer System Usability Questionnaire (CSUQ), un cuestionario diseñado para evaluar la usabilidad. Consta de diez ítems que abarcan la facilidad de uso, recuperación de errores, eficiencia, satisfacción y facilidad de aprendizaje. Se responde en una escala de "totalmente en desacuerdo" a "totalmente de acuerdo". Para usuarios en español, se utilizó una versión adaptada de dieciséis ítems [16].

Los resultados de las evaluaciones (pruebas de usuario, análisis de tareas y encuestas) indican lo siguiente:

1. El mapa de calor por cada pantalla del prototipo muestra dónde los usuarios hicieron clic, demostrando la intuición y claridad de la interfaz.
2. Todos los usuarios lograron completar la tarea de navegar desde la pantalla inicial hasta la última, que muestra los resultados de la prueba KSCAr+Drive.
3. Las calificaciones en las respuestas de los ítems del CSUQ, que miden la usabilidad, fueron altas, con ninguna calificación por debajo de 5.8 (sobre una máxima de 7), indicando que es un buen prototipo.

#### 4. Conclusiones

La falta de evaluación cognitiva en el proceso de obtención de licencias de conducir en México resalta la necesidad de soluciones como el prototipo desarrollado mediante el diseño centrado en el usuario.

La primera interacción con usuarios confirmó el diseño. Para el producto final, sería óptimo incorporar algoritmos de aprendizaje automático para analizar las respuestas del KSCAr+Drive, eliminando dependencia del factor humano en los resultados. Además, podría usarse realidad virtual para complementar la aplicación, reforzando los resultados de la prueba mediante un simulador de conducción.

**Agradecimientos.** El autor principal agradece el apoyo recibido por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) a través del Programa de Becas para Estudios de Posgrado en México.

#### 5. Referencias

1. J. E. Libiano, «NeuronUP, rehabilitación y estimulación cognitiva profesional – REHABILITACIÓN COGNITIVA PROFESIONAL,» 02 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.neuronup.com/estimulacion-y-rehabilitacion-cognitiva/las->

- capacidades-cognitivas-que-son-tipos-funcionamiento-y-estimulacion/. [Último acceso: 2022].
2. M. Leis, M. L. Iturry, C. M. Serrano y R. F. Allegri, «Habilidades atencionales asociadas a un mal desempeño en la conducción vehicular del adulto mayor,» *Neuropsicología Latinoamericana*, vol. VII, n° 3, pp. 36-46, 2015.
  3. «Kingston Scales,» [En línea]. Available: <http://www.kingstonscales.org/cognitive-assessment.html>.
  4. «PsychDB,» [En línea]. Available: <https://www.psychdb.com/cl/3-mild-neurocog-disorder>. [Último acceso: 2022].
  5. F. González Palau, F. Buonanotte y M. M. Cáceres, «Del deterioro cognitivo leve al trastorno neurocognitivo menor: avances en torno al constructo,» *Neurología Argentina*, vol. VII, n° 1, pp. 51-58, 2015.
  6. «World Health Organization (WHO),» [En línea]. Available: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>. [Último acceso: 2022].
  7. «Inductive Automation,» [En línea]. Available: <https://www.inductiveautomation.com/resources/article/what-is-hmi>.
  8. «Entretejidos Revista de Transdisciplina y Cultura Digital,» [En línea]. Available: <https://entretejidos.iconos.edu.mx/thesite/la-importancia-de-una-interfaz-usable-en-un-sistema-de-administracion/>. [Último acceso: 2022].
  9. «VTT's Research Information Portal,» [En línea]. Available: <https://cris.vtt.fi/en/publications/nomadic-media-user-centred-design-guidelines-for-methods-and-tool>. [Último acceso: 2022].
  10. «ISO 9241-210:2019,» [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/77520.html>. [Último acceso: 2022].
  11. L. Kilik, J. N. Fogarty y R. W. Hopkins, «Medical Driving Assessment Outcomes in Seniors Using the KSCAr+Drive An In-Office Screening Tool to Assist Clinicians In Determining Driving Safety and Who to Refer For Medical Driving Assessments,» *Journal of Parkinson's disease and Alzheimer's disease*, vol. VI, n° 2, pp. 01-05, 2018.
  12. «UX Design Institute,» [En línea]. Available: <https://www.uxdesigninstitute.com/blog/what-are-ux-personas/>. [Último acceso: 2022].
  13. «The Interaction Design Foundation,» [En línea]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/personas>. [Último acceso: 2022].
  14. «Adobe Blog,» [En línea]. Available: <https://blog.adobe.com/en/publish/2017/11/29/prototyping-difference-low-fidelity-high-fidelity-prototypes-use#what-a-prototype-is-and-what-it-isnt>. [Último acceso: 2022].
  15. «Ballpark - Product research so simple, you'll never skip it again,» [En línea]. Available: [https://ballparkhq.com/?utm\\_campaign=Ballpark%20Launch%200422&utm\\_source=Marvel%20website&utm\\_medium=prototype-banner](https://ballparkhq.com/?utm_campaign=Ballpark%20Launch%200422&utm_source=Marvel%20website&utm_medium=prototype-banner). [Último acceso: 2022].
  16. M. I. Hedlefs Aguilar, A. de la Garza González, M. P. Sánchez Miranda y A. A. Garza Villegas, «Adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ / Spanish language adaptation of the Computer Systems Usability Questionnaire CSUQ,» *Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, vol. IV, n° 8, pp. 84-99, 2016.

# Identification of data mining techniques for the analysis of university dropout among Systems Engineering students at the Universidad del Cauca

Erika L. Camacho<sup>1</sup>[0009-0007-6102-8487], Yazmin V. Gutierrez<sup>1</sup>[0009-0007-5940-5001], Esneider Majin<sup>1</sup>[0009-0002-5304-1693], Jesús A. Velasco<sup>1</sup>[0009-0004-2395-0129], Pablo H. Ruiz<sup>1,2</sup>[0000-0003-2098-2614], and Vanessa Agredo-Delgado<sup>1,2</sup>[0000-0003-0870-6895]

<sup>1</sup> Universidad del Cauca, Street 5 #4-70, Popayán, Colombia  
{erikalcamacho, yavigutierrez, emajin, jesusvm}@unicauca.edu.co

<sup>2</sup> Corporación Universitaria Comfacauca - Unicomfacauca, Street 4 #8-30, Popayán, Colombia  
{pruiz, vagredo}@unicomfacauca.edu.co

**Abstract.** Student desertion in higher education institutions is considered a problem that has increased in recent years due to different factors and that can affect, among many other elements, the processes of high-quality accreditation of universities, in addition, desertion should be analyzed from the needs of personal development and welfare of students, being a topic of interest and research that can allow to plan and implement strategies or actions to avoid situations that trigger such decisions of students. However, at present, universities lack adequate strategies that allow the retention of students and the proper management of the factors that generate these desertions, often caused by a lack of knowledge and by actions that do not have the appropriate effects. Therefore, this research seeks to identify some data mining techniques that allow making predictions and analysis regarding student desertion of Systems Engineering students at the Universidad del Cauca, Popayán - Colombia, to improve decision-making and planning of appropriate and relevant strategies to reduce student desertion rates. In this sense, this paper shows the first step to achieve this research, the process of systematic mapping of the literature, which allowed to determine which were the data mining techniques and factors that could most influence student dropout, and then apply them. As a result of this mapping, it was found that the use of decision trees and neural networks are some of the techniques with which the best results can be obtained, while in terms of factors it was found that socioeconomic, educational, and personal factors are the factors that are most related to the student's decision to drop out.

**Keywords:** Student desertion, Data mining techniques, Factors associated with desertion, Systematic mapping of literature.

## 1. Introduction

In the national overviews on the analysis of the higher education situation, it has been found that historically, student dropout is a major problem that affects the educational quality indexes, to which optimal solutions must be sought to recognize its causes and possible strategies to prevent or solve them, according to the corresponding case [1]. In this sense, it should be considered that most higher education institutions in Colombia have the necessary information to recognize these causes, such as student admission data, dropout rates, graduation rates, grade records, among others, which, when treated correctly, could lead to taking preventive or corrective measures against this problem [2]. For this reason, this paper identifies some data mining techniques currently used, based on a systematic literature mapping (SLM), which allows an analysis of large volumes of information to determine the possible causes of university dropout. In this way, research has been analyzed which approaches different methods and consequently results from the use of data mining, to find the causes and possible solutions to the problem of desertion. In this sense, it is to consider that the Universidad del Cauca welcomes students from different parts of the country, and the headquarters present in municipalities such as El Bordo, Guapi, Santander

de Quilichao and its main campus in Popayán, welcomes in total more than 15,000 students, and specifically, the systems engineering program for the first semester of 2023 has about 600 students (Information from the Systems Engineering Program Committee, Universidad del Cauca), which makes the university one of the largest in the country. It is expected that the information to be analyzed from the Universidad del Cauca will be extracted based on the data generated by the university welfare area, specifically from the *permaneSer* program [3] where the information currently handled on the university's dropouts is located.

## 2. Problem statement

Student desertion is a problem that is rooted in the abandonment of education and occurs due to different factors, such as: socioeconomic deficiencies, educational shortcomings, and personal and psychological difficulties, among others [4]. It should also be considered that this phenomenon not only affects the students, since financial losses may occur, and few graduations may occur, which may damage the prestige of the institution since one of the quality criteria is measured by the number of students who successfully complete their higher education and by the success of the retention methods for them [5].

Some of the factors that may influence student desertion may be economic deficiencies, due to which the highest dropout rate occurs, since most students, those who enter public universities, are from the lower middle class and often do not have the economic solvency to meet all their needs [6]. Another factor is the educational deficiencies in secondary education, which are generally due to poor performance and previous training in the schools or colleges where the students come from, influencing the lack of knowledge necessary to face higher education [7]. On the other hand, mental health is one of the reasons why dropout occurs, being of great importance to work with the analysis of psychosocial factors, since they allow knowing in an integral way the students, from the analysis of variables such as: stress, time pressure, participation in university activities, self-efficacy and academic satisfaction, organization, communication, and class participation [8]. Other similar factors that greatly influence student desertion are social status, marital status, ICFES score, parents' education, number of siblings, age, or gender [9]. There are also shortcomings in university welfare, where often there are no timely psychology and psychiatry services for students, so that the student in trouble either by personal situations or psychological illnesses cannot be treated at the time it requires, generating additional repercussions [8].

It is important to highlight the existence of educational data mining, a discipline that allows the development of techniques that not only analyze data from the educational context but also enable access to information related to internal factors of the students, thus enhancing its use in educational processes such as course enrollment, student dropout, academic performance, among others [10]. Although the Universidad del Cauca has data on students who drop out of their studies, as well as the percentage of dropouts for each semester, it does not have adequate technological infrastructure and a more accurate and adequate analysis of this information, which would allow the precise identification of the causes that lead to this dropout.

In conclusion, have considered several factors that influence student desertion, and specifically, want to identify which of these factors most influence the students of the Systems Engineering program at the Universidad del Cauca, so that they make the decision to withdraw, because this institution, so far, does not have a system that allows the identification, prevention, and control of the factors by which this phenomenon occurs, thus existing a desertion rate for the period 2020-1 of 5.2%, for the period 2021-2 of 10.67%, and finally for the period 2022-1 of 11.10%, which is necessary to decrease and thus improve the indexes of the program. From this, it is of great importance to determine which data mining techniques would be the most appropriate to perform this analysis, thus obtaining the identification of different patterns, elements that are characteristic of data mining [11], which will allow defining appropriate strategies to generate retention and avoid inconveniences for both students and the university.

### 3. Methodology

This work was developed following the multicycle action research methodology with bifurcation [12], which consists of three cycles which are detailed as follows:

#### 3.1. Conceptual cycle

The objective of this cycle is to carry out a conceptual analysis of the problem and finally identify the most relevant elements for the execution of the research project proposed here. To obtain the results of this cycle, a SLM was performed based on the standards defined by [13].

Each of the steps followed to carry out this mapping is presented below:

#### Research questions:

- Q1: What are the most efficient data mining techniques for predicting factors affecting college dropout?
- Q2: What are the factors that most influence college dropout?

**Bases and search engines:** In the present work, mainly used the Scopus database, Science Direct, and the IEEE database to search for the different papers, books, and journals that were very useful in the development of this research.

**Search string:** The defined search string was: "data mining" AND "desertion" OR "drop out" AND "students" AND "universities". For the definition of this string, general terms such as: "data mining", "universities", "desertion", "engineering", "drop-out", "Higher Education Institutions", "Risk of desertion profiles", "Student dropout analysis", "Students" were considered.

From the queries made in the databases and applying the respective filters and quality criteria previously mentioned, a final total of 15 papers were obtained, referred to as primary papers.

After the review and analysis of the selected primary articles, each of the research questions is answered.

#### **Q1: What are the most efficient data mining techniques for predicting factors affecting college dropout?**

After mapping the selected primary papers, it was possible to recognize some of the most used techniques in data mining such as: Decision trees, which are used for their flexibility to process both categorical and numerical data, the easy interpretation of results and for presenting good accuracy rates. In addition, they are widely used because they are useful in binary classification, as in the case of dropout, where there is the option of a student dropping out or not (1 or 0), depending on certain characteristics [5], [12], [11], [4], [10], [14], [15], [16], [17]. Likewise, there are techniques such as neural networks, which are a powerful model of automatic learning, inspired by the functioning of neurons present in biological brains and seek, through data processing, to generalize based on a considerable number of solutions [18]. Another of the most widely used techniques are Bayesian networks where learning is easily achieved and are used to model complex systems by representing the relationships between a set of variables. [8], [15]. Lastly, support vector machines, which is a supervised learning technique used to solve classification problems [12], [19].

#### **Q2: What are the factors that most influence college dropout?**

From the information collected in the primary papers, it can be concluded that the factors that most influence college dropout are socioeconomic, educational, and personal factors [12], [20], [21], [17]. Socioeconomic factors may arise due to a lack of economic resources, since students often must move from their city of origin, buy books and study materials, among other activities

that generate extra expenses that often cannot be covered [22], [20], [15]. These factors also arise due to the low educational level in the family environment, since the people around the student are unable to provide a quality education [18], [8]. As for the educational factors, it was found that they occur because there are shortcomings in secondary education regarding the preparation of students to face university life, i.e., they do not have enough knowledge to develop their careers in the best way and often choose to withdraw from it [5], [10], [21], [16]. Another educational factor that affects the student is the little knowledge they have about the career they wish to pursue, sometimes being the career, they did not want [23]. Personal factors include interpersonal relationships with family, friends or partners, which influence the continuation of studies [4], [22], since the reaction of students to inconveniences in this personal area can affect the student's mental state, and if he/she suffers from a mental disorder, it may affect his/her capacity to respond in the educational field and thus generate university dropout [11], [8].

### 3.2. Methodological cycle

The objective of this cycle is to be able to define the proposal proposed here and meet the objectives of the project, considering this, this cycle is currently under construction considering the information previously collected. The following are the activities that will be carried out to comply with the requirements:

**Analysis of the SLM results:** Considering the results obtained in the SLM carried out in the previous cycle, it was obtained that the most used techniques are decision trees and neural networks, obtaining a list of guidelines for future application in the data set obtained from the Systems Engineering students of the Universidad del Cauca.

**Data sheets:** Data sheets will be prepared with the records of the information obtained from the students who dropped out in the period to be analyzed from 2020 to 2023, dividing it into four categories: personal, academic, institutional, and socioeconomic.

**Data mining:** With the previously defined data sheets, the information will be collected and verified using a follow-up guide to select, process, and transform the data collected. In the next step, it is intended to use the decision tree algorithm and neural networks to analyze the data of the Systems Engineering program, which will allow generating models and patterns to make the respective evaluation and interpretation of the results obtained. The aim is to have this information, to analyze this information classifying the results when elaborating a predictive model that identifies patterns associated to university desertion.

Finally, the evaluation and interpretation of the results will be organized through the elaboration of tables, graphs or tools that allow the analysis of the findings for decision making in the prevention of university dropout.

**Definition of strategies for the prevention and solution of student desertion:** Based on the analysis of the predictions and results obtained, it is intended to develop an action plan containing prevention strategy, including possible solutions to the program's desertion.

### 3.3. Validation cycle

This cycle is intended to be carried out in later stages of the research with the information collected and carried out in the previous cycle. In this sense, the validation methodology chosen for the project is "The case study"[24], which consists of initially planning what is intended to be done, then its execution, where it is intended to observe, retrieve information, record it and understand the phenomenon on the development of the project and finally the analysis of the results of what has been done and whether an improvement of the proposed approach is required. Specifically, for this project, the qualitative and descriptive characteristics of the case study will



be taken as a reference, which will allow validating the usefulness of the dropout prevention strategies, found in the action plan defined in the previous cycle.

#### 4. Conclusions and future work

The multiple studies on the analysis of university dropout in undergraduate students in its different quantitative and qualitative components allowed finding three factors that influence this dropout such as: socioeconomic deficiencies, educational shortcomings, and personal difficulties, in addition to the little use of technologies for the analysis of university statistical data that allow providing relevant information for prevention. In this sense, considering the papers analyzed, the result of the SLM, the studies that use the processing of university students' metadata through data mining, exposes relational patterns between low income, pre-university educational quality, low statistical analysis of desertion together with family factors, with the high risk of student desertion, which allows determining that it is an adequate tool to define possible strategies to prevent student desertion based on the analysis of the factors that may be occurring in the students under study.

After performing a SLM, it could be determined that the identification of patterns and prediction of possible dropout cases in university students is achieved through data mining and exhaustive analysis of a large amount of information based on some of the most used techniques such as: decision trees, which by processing categorical data as numerical with simple interpretations of results, similarly, neural networks and support vector machines (widely used in the classification of samples), which have allowed to analyze college dropout data, obtaining that socioeconomic, educational and personal factors are the most common that generate dropouts. It is for this reason that it is thinking of applying these data mining techniques to the information that has on systems engineering students at the Universidad del Cauca, who have shown an increase in dropouts over the years, and it sees the need to address this problem, to solve and prevent with different actions and in this way attend to the welfare of students and continue to ensure the quality of the Universidad del Cauca.

As future work, it is expected to continue with the methodological cycle and the validation cycle that will allow the fulfillment of the objectives of the project and thus be able to contribute to this line of research and to the university students, since it could later be replicated in other educational programs and possibly, if the expected effect arises, replicated in other universities.

#### References

- [1] S. M. R. Ramírez, D. U. Velásquez, E. P. Zapata, C. Velásquez, and E. M. H. Ramírez, "Risk of desertion profiles in students of a Colombian university," *Revista de Psicología (Peru)*, vol. 38, no. 1, pp. 275–297, 2020, doi: 10.18800/psico.202001.011.
- [2] M. Ávila Pérez and J. Medina Cruz, "Minería de datos para la predicción de la deserción estudiantil en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia."
- [3] Vicerrectoria de Cultura y Bienestar. Universidad del Cauca, "Programa de permanencia y graduación. PermaneSer," Programa de Permanencia y Graduación de la Universidad del Cauca, 2023. <https://vicecultura.unicauca.edu.co/viceculturav2/PermaneSer> (accessed Jun. 08, 2023).
- [4] D. Vila, S. Cisneros, P. Granda, C. Ortega, M. Posso-Yépez, and I. García-Santillán, "Detection of Desertion Patterns in University Students Using Data Mining Techniques: A Case Study," in 2018 IEEE 1st Colombian Conference on Applications in Computational Intelligence (ColCACI), Medellín, Colombia: IEEE, 2019, pp. 420–429. doi: 10.1007/978-3-030-05532-5\_31.
- [5] B. Perez, C. Castellanos, and D. Correal, "Applying Data Mining Techniques to Predict Student Dropout: A Case Study," in 2018 IEEE 1st Colombian Conference on

- Applications in Computational Intelligence (ColCACI), Medellín, Colombia: IEEE, 2018, pp. 1–6. doi: 10.1109/ColCACI.2018.8484847.
- [6] M. Arias-Pérez, M. Bastidas-Ramos, and C. Salazar-Mejía, “Estudio sobre la deserción estudiantil universitaria y sus implicaciones académicas, económicas y sociales,” *Boletín de Coyuntura*, vol. 19, pp. 9–13, 2018.
- [7] J. Noroña Alarcón, J. Paladines, R. Poveda Paéz, and N. Álvarez, “Sistema de Innovación de la Minería de datos: Deserción y Permanencia de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Guayaquil-Guayas,” *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, pp. 102–111, 2019.
- [8] N. Ndou, R. Ajoodha, and A. Jadhav, “Educational Data-mining to Determine Student Success at Higher Education Institutions,” in *2020 2nd International Multidisciplinary Information Technology and Engineering Conference, IMITEC 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Nov. 2020. doi: 10.1109/IMITEC50163.2020.9334139.
- [9] S. M. Merchan Rubiano and J. A. Duarte Garcia, “Analysis of Data Mining Techniques for Constructing a Predictive Model for Academic Performance,” *IEEE Latin America Transactions*, vol. 14, no. 6, pp. 2783–2788, Jun. 2016, doi: 10.1109/TLA.2016.7555255.
- [10] B. Pérez, C. Castellanos, and D. Correal, “Predicting Student Drop-Out Rates Using Data Mining Techniques: A Case Study,” in *Applications of Computational Intelligence. ColCACI 2018. Communications in Computer and Information Science*, 2018, pp. 111–125. doi: 10.1007/978-3-030-03023-0\_10.
- [11] A. M. Mariano, A. B. De Magalhães Lelis Ferreira, M. R. Santos, M. L. Castilho, and A. C. F. L. C. Bastos, “Decision trees for predicting dropout in Engineering Course students in Brazil,” in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2022, pp. 1113–1120. doi: 10.1016/j.procs.2022.11.285.
- [12] M. Alban and D. Mauricio, “Factors to predict dropout at the universities: A case of study in Ecuador,” in *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, IEEE, 2018, pp. 1238–1242. doi: 10.1109/EDUCON.2018.8363371.
- [13] Ó. A. Beltrán G, “Revisión sistemática de la literatura,” *Rev Colomb Gastroenterol*, vol. 20, pp. 60–69, 2005, Accessed: Jun. 07, 2023. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/3377/337729264009.pdf>
- [14] E. J. Hernandez, N. Duque, D. P. Quintero, J. C. Escobar Naranjo, and J. Ramirez, “Educational data mining for the analysis of student desertion,” *Guayaquil, Ecuador*, 2018. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/326905039>
- [15] A. Vilorio, J. G. Padilla, C. Vargas-Mercado, H. Hernández-Palma, N. O. Llinas, and M. A. David, “Integration of data technology for analyzing university dropout,” in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2019, pp. 569–574. doi: 10.1016/j.procs.2019.08.079.
- [16] J. Zárate-Valderrama, N. Bedregal-Alpaca, and V. Cornejo-Aparicio, “Modelos de clasificación para reconocer patrones de deserción en estudiantes universitarios,” *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 29, no. 1, pp. 168–177, Mar. 2021, doi: 10.4067/S0718-33052021000100168.
- [17] S. Guzmán-Castillo et al., “Implementation of a Predictive Information System for University Dropout Prevention,” in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2022, pp. 566–571. doi: 10.1016/j.procs.2021.12.287.
- [18] D. E. Moreira da Silva, E. J. Solteiro Pires, A. Reis, P. B. de Moura Oliveira, and J. Barroso, “Forecasting Students Dropout: A UTAD University Study,” *Future Internet*, vol. 14, no. 3, p. 76, Feb. 2022, doi: 10.3390/fi14030076.

- [19] R. Zhang, J. Wang, N. Jiang, and Z. Wang, “Quantum support vector machine without iteration,” *Inf Sci (N Y)*, vol. 635, pp. 25–41, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.ins.2023.03.106.
- [20] J. Silva et al., “RETRACTED CHAPTER: Data Mining to Identify Risk Factors Associated with University Students Dropout,” 2019, pp. 44–52. doi: 10.1007/978-981-32-9563-6\_5.
- [21] B. Y. Chindoy Chasoy, K. Y. Diaz Pedroza, and A. A. Rosado Gómez, “Development of software to predict academic performance using data mining techniques and tools,” *J Phys Conf Ser*, vol. 1708, no. 1, p. 012037, Dec. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1708/1/012037.
- [22] L. F. Castro R., E. Espitia P., and A. F. Montilla, “Applying CRISP-DM in a KDD Process for the Analysis of Student Attrition,” 2018, pp. 386–401. doi: 10.1007/978-3-319-98998-3\_30.
- [23] P. Berka and L. Marek, “Bachelor’s degree student dropouts: Who tend to stay and who tend to leave?,” *Studies in Educational Evaluation*, vol. 70, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.stueduc.2021.100999.
- [24] R. K. Yin, *Case study research and applications: Design and methods*, 6th Ed. SAGE publications, 2018.

# Tendencias En El Diseño, Desarrollo E Implementación De PaaS Con Inteligencia Artificial Aplicada A La Agricultura

Arturo Plascencia-Rodríguez<sup>1</sup>, Huizilopoztli Luna-García<sup>1</sup>[0000-0001-5714-7482], José M. Celaya-Padilla<sup>1</sup>[0000-0001-6847-3777], Klinge Orlando Villalba Condori<sup>2</sup> [0000-0002-8621-7942], Johany Armando Carreño Gamboa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Tecnologías Interactivas y Experiencia de Usuario (LITUX), Universidad Autónoma de Zacatecas, Jardín Juárez 147, Centro Histórico, 98000, Zacatecas, México.  
{arturo.pr, hlugar, jose.celaya}@uaz.edu.mx

<sup>2</sup>Vicerrectorado de Investigación, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, 04002, Perú.  
kvillalba@ucsm.edu.pe

<sup>3</sup>Grupo de investigación Ingeniería, Ciencias Ambientales e Innovación, Universidad Católica del Norte, Medellín, Colombia.  
jarmandocg@ucn.edu.co

Autor de correspondencia: hlugar@uaz.edu.mx

**Abstract.** This article provides an overview of the current state of technology applications in the field of agriculture. The region of Latin America faces significant challenges related to nutrition, food safety, and security, particularly affecting vulnerable communities. Addressing these issues while also considering the impact of climate change on agricultural practices is a complex task. Technology, including artificial intelligence, the internet of things, and social networks, has the potential to play a crucial role in developing sustainable solutions. The article presents a first approximation to literature based in a multivocal literature review to identify relevant technological trends and methodologies for the proposed Platform as a Service (PaaS) development. The findings highlight various functionalities and applications in the literature that align with the proposed PaaS, such as price information, remote monitoring, and control systems. Additionally, the study explores methodologies and tools for PaaS implementation, including low-code development, user-centered design, and agile methodologies. The challenges and limitations in adopting digital solutions in agriculture are discussed, emphasizing the need for co-design, social sciences integration, and addressing cybersecurity, reliability, governance, transparency, and financing issues. This article serves as a preliminary exploration to guide the development of a comprehensive PaaS solution that can contribute to the sustainable development of agriculture in Latin America

**Keywords:** Agriculture, IoT, HCI, AI, Remote sensing

## 1. Introducción

En la región de América Latina se tiene el desafío de mejorar la nutrición, inocuidad y seguridad alimentaria, problemas correlacionados y que se retroalimentan con otros, como deficiencia en la salud pública y el desarrollo de las comunidades, problemas que se sienten con más severidad en las comunidades más vulnerables [1]. Lo anterior implica la relevancia de la seguridad alimentaria en esta región y la sostenibilidad de la misma.

Por lo que es necesario combatir la inseguridad alimentaria; la pobreza rural; promover los medios de subsistencia sostenibles en las zonas rurales; asegurar a los grupos vulnerables a alimentos suficientes; inocuos y nutricionalmente adecuados; aumentar la eficacia y adaptabilidad de los sistemas de producción y comercialización de productos agrícolas; adopción de tecnologías apropiadas para intensificar de modo sostenible los sistemas de producción; asegurar el suministro de alimentos, bienes y servicios agrícolas; generar y difundir conocimientos sobre agricultura; evaluar, analizar y establecer perspectivas sobre la agricultura y sus tendencias[2, 3].

Pero a la vez que se tiene que resolver las problemáticas e implementar las soluciones anteriormente descritas, es necesario a su vez atender al cambio climático, pues es un tema que preocupa a la mayoría de los gobiernos del mundo y que atañe a toda la humanidad y justamente nuestras actividades productivas son las que generan el mayor impacto en este tópico[4, 5].

En añadidura, las problemáticas antes descritas y las consecuencias del cambio climático impactan con mayor severidad a la agricultura latinoamericana, lo que es especialmente sensible si consideramos que el sector agrícola en la región puede llegar a representar un 5% del PIB, el 23% de las exportaciones y el 16% del empleo[6].

Aumentar la producción, contrarrestar los impactos del cambio climático y a su vez tener una perspectiva de sostenibilidad que ayuda a mitigar el impacto de esta producción en el cambio climático, es una problemática compleja en la que la tecnología podría jugar un papel importante en la solución, por lo que se puede constatar que existe un interés extendido en diversos actores por aplicar este tipo de soluciones[6], lo que está generando en varias partes del mundo diversas propuestas de soluciones tecnológicas a las problemáticas antes mencionadas, como sustratos de nueva generación, robótica para aumentar las diversas etapas de la agricultura, mejora genética, agricultura de precisión o sistemas expertos[7, 8, 9].

Derivado de lo anterior, tenemos la intención de desarrollar una Plataforma como Servicio (PaaS) que pueda integrarse con sistemas físicos; como sensores, control de invernaderos, sistemas de agricultura de precisión; que integre tecnologías como la inteligencia artificial (IA), redes sociales, internet de las cosas (IoT), es nuestra intención que este desarrollo sea adoptado de forma generalizada, por lo que debe ser un sistema usable, eficiente y fiable. Por lo que consideramos necesario conocer el estado del arte en lo que respecta a esta propuesta, en este trabajo se presentará una primera aproximación a la literatura disponible y relevante con la intención de orientar mejor el planteamiento del desarrollo de nuestra PaaS.

## **2. Metodología**

Este trabajo de investigación se llevó a cabo con la intención de identificar las tendencias tecnológicas relevantes, así como las metodologías adecuadas para generar una propuesta, diseño y validación de la PaaS propuesta, con la intención de realizar un trabajo posterior de una MRL completa enfocada en los tópicos correctamente fundamentados como solución de diseño de solución.

### **2.1. Revisión Multivocal de Literatura “multivocal literature review” (MLR)**

Para lograr una aproximación inicial adecuada al estado del arte nos basamos en la metodología MLR [10], de la cual se implementaron los siguientes pasos.

#### **2.1.1. Planificación de la revisión de literatura basada en MLR**

En esta etapa se debe justificar la necesidad de ejecutar una MLR, su objetivo y su alcance; ya que se busca generar información relevante para la audiencia a la que se van a reportar los resultados es necesario definir a esta audiencia, el tema específico, el objetivo principal que se busca alcanzar con el estudio y basándonos en esto se debe decidir si se ejecuta una MLR u otro tipo de estudio, para ello es necesario decidir si vamos a incluir literatura gris o solo literatura blanca, es importante también, establecer las preguntas que se esperan responder con el estudio [10].

#### **2.1.2. Conducción de la revisión basada en MLR**

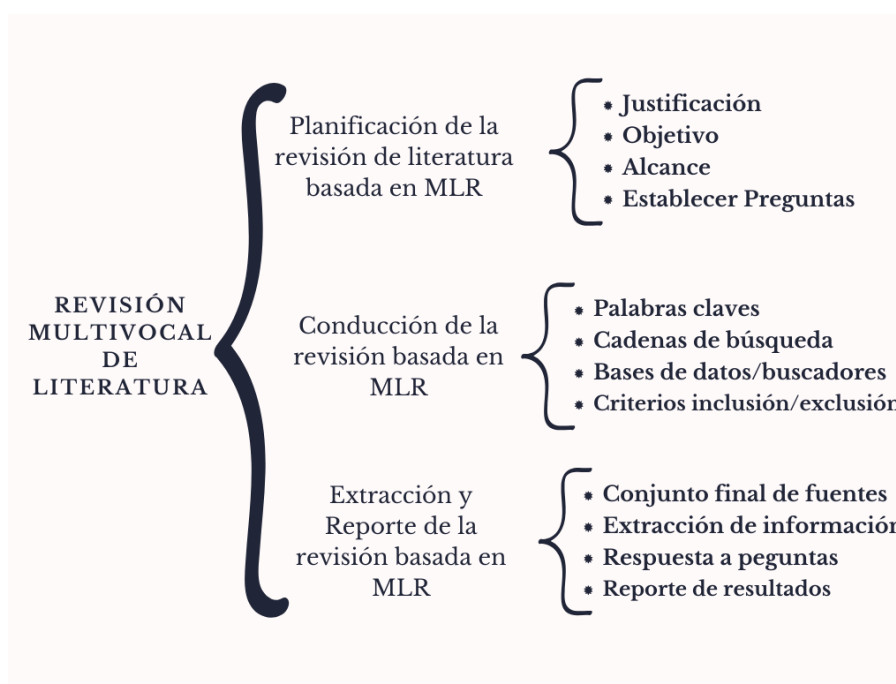
Con esta información debemos definir las palabras claves que servirán para crear las cadenas de búsqueda, la importancia de este paso radica en definir con precisión qué tópicos específicamente son de nuestro interés, igualmente debemos seleccionar las bases de datos y buscadores que se van a utilizar para recabar información, construir nuestra cadena de búsqueda, así como los criterios de exclusión e inclusión de fuentes, con estos elementos se debe realizar la búsqueda inicial una vez obtenemos nuestro conjunto de referencias inicial, procedemos a aplicar los

criterios de inclusión/exclusión para obtener nuestro conjunto final de referencias procedemos a realizar una extracción de información.

### 2.1.3. Extracción y reporte de los resultados de la revisión basada en MLR

Una vez tenemos nuestro conjunto final de referencias, procedemos a extraer la información que nos ayudará a responder las preguntas que nos planteamos y que pretendemos responder con la MLR utilizando una matriz de extracción, en la que emplearemos criterios de rastreabilidad como el nombre del artículo, DOI [10].

Figura 1. Representación gráfica de la Metodología



## 3. Propuesta

### 3.1. Planificación de la revisión basada en MLR

Para definir si es necesario implementar una revisión de literatura basada en una MLR se utilizaron las preguntas guía propuestas por Garusi, Felder y Mäntylä que podemos observar en la Tabla 1 [10].

Tabla 1. Preguntas guía sobre inclusión de Literatura Gris y su respuesta.

#	Pregunta guía	Respuesta
1	¿El tema es complejo y no se puede resolver considerando sólo la literatura formal?	si
2	¿Existe una falta de volumen, calidad de evidencia, o de consenso en la medición de los resultados en la literatura formal?	no
3	¿Es importante la información contextual para el tema en estudio?	si
4	¿El objetivo es validar o corroborar resultados científicos con experiencias prácticas?	si
5	¿El objetivo es cuestionar suposiciones o falsar resultados de la práctica utilizando investigaciones académicas o viceversa?	si
6	¿Sería útil una síntesis de ideas y evidencias de la comunidad industrial y académica para una o ambas comunidades?	si
7	¿Hay un gran volumen de fuentes de profesionales que indiquen un alto interés de los profesionales en un tema?	si

Ya que se respondieron afirmativamente algunas preguntas, se justifica la necesidad de incluir Literatura Gris (LG), junto a Literatura Blanca (LB) y, por tanto, se justifica el basarnos en la MLR para este estudio, la audiencia es la comunidad académica en las áreas de ciencia de datos, Interacción Humano Computadora, Desarrollo de Software y afines, así como profesionales en la industria en dichas áreas.

El objetivo principal de este estudio es identificar las tendencias tecnológicas relevantes y su impacto en el HCI, con un enfoque en las metodologías y herramientas utilizadas para aplicar en el diseño de la PaaS propuesta, con esta información se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

**P1.** *¿Cuáles son las tendencias actuales en la aplicación de tecnologías aplicables a la PaaS propuesta?*

**P2.** *¿Qué metodologías y herramientas se utilizan en la implementación de soluciones PaaS?*

**P3.** *¿Cuáles son los principales desafíos y limitaciones en la adopción de soluciones digitales como la propuesta en este trabajo en la agricultura y cómo se abordan?*

Una vez establecidas estas preguntas de investigación se establecieron las palabras claves a utilizar en las búsquedas y términos que se considerarán equivalentes, Tabla 2. Se seleccionaron 5 bases de datos y motores de búsqueda, Tabla 2.

**Tabla 2.** *Palabras claves y términos equivalentes para la búsqueda.*

<b>Palabras Claves</b>	<b>Términos Equivalentes</b>
Agriculture	farming, greenhouse, precision agriculture, smart farming, greenhouse
User-centered design	Human-computer interaction, HCI, User experience, UX
IoT	Internet of Things
AI	artificial intelligence, machine learning, deep learning
Remote sensing	remote sensing, remote data collection
Data analytics	
E-commerce	
Gamification	
Computer vision	
Social Networks	
Blockchain	smart contracts

**Tabla 3.** *Bases de datos y motores de búsqueda.*

<b>Base de Datos y/o Motores de Búsqueda</b>	<b>Links</b>
ACM	<a href="https://dl.acm.org/">https://dl.acm.org/</a>
IEEE	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/">https://ieeexplore.ieee.org/</a>
SpringerLink	<a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>

Google Academic	<a href="https://scholar.google.com/">https://scholar.google.com/</a>
Google	<a href="https://google.com/">https://google.com/</a>

Utilizando las palabras claves y tomando en cuenta las bases de datos en las cuales se realiza la búsqueda, se establecieron los criterios de inclusión, Tabla 4. De igual forma estableció una cadena de búsqueda, Tabla 5.

*Tabla 4. Criterios de inclusión.*

<b>Criterio de inclusión</b>	<b>Justificación</b>
Documentos de 2018 a la fecha	Se busca que la información esté actualizada
Documentos escritos en español o inglés	Son los 2 idiomas más relevantes por número de hablantes e información generada.
Información fiable	Es relevante analizar que quien la pública sea un profesionalista u organización competente en el área para incluir literatura gris.
Por relevancia	Se espera que la información esté relacionada con la solución propuesta.

*Tabla 5. Cadenas de búsqueda.*

<b>Cadena de Búsqueda</b>	<b>Justificación</b>
("HCI" OR "Human-computer interaction" OR "User-centered design" "User experience" OR "UX") AND ("Agriculture" OR "Farming" OR "Greenhouse" OR "Precision agriculture" OR "Smart farming") OR ("Platform as a Service" OR PaaS)	Con esta cadena de búsqueda se busca información relevante para el diseño de la PaaS propuesta o con soluciones aplicadas a la agricultura.

Como sugieren Garousi, Felder y Mäntylä [10], se utilizó como criterio de detención de búsqueda la saturación teórica, dando como resultado en la búsqueda inicial los resultados de la Tabla 6, aplicando los criterios de selección definidos previamente.

*Tabla 6. Resultado de búsqueda.*

<b>Base de Datos</b>	<b>Artículos Seleccionados</b>
ACM	67
IEEE	10
SpringerLink	9
Google Academic	10
Google	20



De estas fuentes de información recabadas se clasificaron las de mayor interés, para ello se procedió a leer el Abstract o Resumen, así como las conclusiones con la intención de evaluar la relevancia de la fuente, para clasificar LG se utiliza “Quality assessment checklist of grey literature for software engineering” establecidas por Garousi, Felder y Mäntylä [10]

**Tabla 7. Resultado segundo análisis.**

Base de Datos	Artículos Seleccionados
ACM	8
IEEE	4
SpringerLink	5
Google Academic	3
Google	3

De las fuentes iniciales obtuvimos nuestro conjunto final de referencias, en la Tabla 7, se observa la Base de Datos y la cantidad que cada una de ellas aportó al conjunto final, de estas fuentes procedimos a la extracción y sintetización de datos, para ello empleamos nuestra matriz de extracción en conjunto con una revisión crítica de literatura propuesta en el documento titulado “Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering” [11], en la Tabla 8. Podemos apreciar la matriz de extracción que obtuvimos.

**Tabla 8. Resultado segundo análisis.**

P1. ¿Cuáles son las tendencias actuales en la aplicación de tecnologías aplicables a la PaaS propuesta?				
No.	Título de la Fuente	DOI/Link	Área de relevancia	Tipo de fuente
12	Mobile Mandi: Towards an Accessible Agricultural Market Information Service for Low-Literate Users	<a href="https://doi.org/10.1145/3572334.3572377">https://doi.org/10.1145/3572334.3572377</a>	Ejemplo de una aplicación con cloud computing que presenta un funcionalidad similar a una de las funcionalidades propuestas en la PaaS que se pretende desarrollar	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología
13	Design and Implementation of Service and Management System of Agricultural Technicians	<a href="https://doi.org/10.1051/mateconf/201817603013">https://doi.org/10.1051/mateconf/201817603013</a>	Ejemplo de una aplicación con cloud computing que presenta un funcionalidad similar a una de las funcionalidades propuestas en la PaaS que se pretende desarrollar	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología
14	Building a Fish–Vegetable Coexistence System Based on a Wireless Sensor Network	<a href="https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3032795">https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3032795</a>	Ejemplo de una aplicación con cloud computing que presenta un funcionalidad similar a una de las funcionalidades propuestas en la PaaS que se pretende desarrollar	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología
15	Design for Social Control of Shared Media: A Comparative Study of Five Concepts	<a href="https://doi.org/10.1145/3546155.3546694">https://doi.org/10.1145/3546155.3546694</a>	Ejemplo de una aplicación con cloud computing que presenta un funcionalidad similar a una de las funcionalidades propuestas en la PaaS que se pretende desarrollar	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología

<b>P1. ¿Cuáles son las tendencias actuales en la aplicación de tecnologías aplicables a la PaaS propuesta?</b>				
<b>No.</b>	<b>Título de la Fuente</b>	<b>DOI/Link</b>	<b>Área de relevancia</b>	<b>Tipo de fuente</b>
16	Development of intelligent information decision support systems	<a href="https://doi.org/10.1145/3584202.3584203">https://doi.org/10.1145/3584202.3584203</a>	Ejemplo de una aplicación con cloud computing que presenta un funcionalidad similar a una de las funcionalidades propuestas en la PaaS que se pretende desarrollar	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología
17	Engaging end-user driven recommender systems: personalization through web augmentation	<a href="https://doi.org/10.1007/s11042-020-09803-8">https://doi.org/10.1007/s11042-020-09803-8</a>	Ejemplo de una aplicación con cloud computing que presenta un funcionalidad similar a una de las funcionalidades propuestas en la PaaS que se pretende desarrollar	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología
18	Marketing and production activities of textile companies? Blockchain technology study	<a href="https://doi.org/10.1145/3584202.3584226">https://doi.org/10.1145/3584202.3584226</a>	Ejemplo de una tecnología aplicada a funcionalidades propuestas en la PaaS que se pretende desarrollar	Estudio de mapeo sistemático
19	A Right Time to Give: Beyond Saving Time in Automated Conditional Donations	<a href="https://doi.org/10.1145/3411764.3445371">https://doi.org/10.1145/3411764.3445371</a>	Ejemplo de una tecnología aplicada a funcionalidades propuestas en la PaaS que se pretende desarrollar	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología
<b>P2. ¿Qué metodologías y herramientas se utilizan en la implementación de soluciones PaaS?</b>				
<b>No.</b>	<b>Título de la Fuente</b>	<b>DOI/Link</b>	<b>Área de relevancia</b>	<b>Tipo de fuente</b>
20	Human Reliance on Machine Learning Models When Performance Feedback is Limited: Heuristics and Risks	<a href="https://doi.org/10.1145/3411764.3445562">https://doi.org/10.1145/3411764.3445562</a>	Propuesta de metodología para el diseño de sistemas de toma de decisiones	Estudio experimental
21	Modelling in low-code development: a multi-vocal systematic review	<a href="https://doi.org/10.1007/s10270-021-00964-0">https://doi.org/10.1007/s10270-021-00964-0</a>	Descripción de metodología low-code	MLR
22	STAGER: Semantic-based Framework for Generating Adapters of Service-based Generic-API for Portable Cloud Applications	<a href="https://doi.org/10.1109/TSC.2018.2831204">https://doi.org/10.1109/TSC.2018.2831204</a>	Descripción de metodología de acceso a servicios cloud computing mediante APIs	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología
23	Palette Load Balancing: Locality Hints for Serverless Function	<a href="https://doi.org/10.1145/3552326.3567496">https://doi.org/10.1145/3552326.3567496</a>	Descripción de servicios de cloud computing sin servidor conocidos como FaaS	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología
24	Cloud Resource Demand Prediction using Machine Learning in the Context of QoS Parameters	<a href="https://doi.org/10.1007/s10723-021-09561-3">https://doi.org/10.1007/s10723-021-09561-3</a>	Propuesta de sistema de predicción de demanda de recursos mediante Machine Learning	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología
25	Experience: ARISTOTLE: wAke-up ReceIver-based, STar topology	<a href="https://doi.org/10.1145/3583120.3586961">https://doi.org/10.1145/3583120.3586961</a>	Propuesta de sistema de sensores sin batería y topología estrella para redes IoT	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología

<b>P1. ¿Cuáles son las tendencias actuales en la aplicación de tecnologías aplicables a la PaaS propuesta?</b>				
<b>No.</b>	<b>Título de la Fuente</b>	<b>DOI/Link</b>	<b>Área de relevancia</b>	<b>Tipo de fuente</b>
	baTteryLEss sensor network			
26	Link Quality Modeling for LoRa Networks in Orchards	<a href="https://doi.org/10.1145/3583120.3586969">https://doi.org/10.1145/3583120.3586969</a>	Propuesta de modelo de propagación de señal en redes Lora para huertos	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología
27	Wattsworth: An Open-Source Platform for Decentralized Sensor Networks	<a href="https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2946853">https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2946853</a>	Propuesta de plataforma open source para, recabar, procesar y presentar datos orientada a IoT	Proyecto de investigación aplicada o desarrollo de tecnología
28	CMMI: Niveles de madurez 2 y 3	<a href="https://acortar.link/b0bAx9">https://acortar.link/b0bAx9</a>	Modelo de madurez organizacional	
29	ISO 9241-210:2010	ISO 9241-210:2010	Modelo ISO para el Diseño Centrado en Usuario	
30	UML : Lenguaje de Modelado Unificado	<a href="https://acortar.link/Qjkk9">https://acortar.link/Qjkk9</a>	Metodología para unificar el funcionamiento de los módulos desarrollados	
31	¿Qué es el desarrollo Agile?	<a href="https://acortar.link/Q2lHkQ">https://acortar.link/Q2lHkQ</a>	Metodología de desarrollo rápido, flexible e iterativo	
<b>P3. ¿Cuáles son los principales desafíos y limitaciones en la adopción de soluciones digitales como la propuesta en este trabajo en la agricultura y cómo se abordan?</b>				
<b>No.</b>	<b>Título de la Fuente</b>	<b>DOI/Link</b>	<b>Área de relevancia</b>	<b>Tipo de fuente</b>
32	Opportunities and Barriers of Smart Farming Adoption by Farmers Based on a Systematic Literature Review	<a href="https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3032795">https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3032795</a>	Retos que presenta la adopción de tecnologías en el contexto de la agricultura.	SRL
33	Noticing the Environment – A Design Ethnography of Urban Farming	<a href="https://doi.org/10.1145/3546155.3546659">https://doi.org/10.1145/3546155.3546659</a>	Enfoque sobre nuevas propuestas	Estudio de etnografía de diseño
34	Does the Whole Exceed its Parts? The Effect of AI Explanations on Complementary Team Performance	<a href="https://doi.org/10.1145/3411764.3445717">https://doi.org/10.1145/3411764.3445717</a>	Colaboración entre Inteligencia Artificial y equipos humanos	Estudio de usuarios mixtos basado en métodos cualitativos y cuantitativos

#### **4. Resultados**

##### **P1. ¿Cuáles son las tendencias actuales en la aplicación de tecnologías aplicables a la PaaS propuesta?**

Algunas de las funcionalidades y/o aplicaciones propuestas en la literatura plantean paralelismos con las funcionalidades planeadas en la PaaS propuesta con lo cual ayudan a consolidar la propuesta de la misma, podemos encontrar funcionalidades tales como proveer de información sobre los precios actuales y estimaciones de precios futuros del sector agrícola en contextos complejos como el mercado Indio; gestionar el servicio de consulta prestado por un

conjunto de técnicos agrícolas a campesinos en China; una plataforma de acuaponía con monitoreo y control remoto de lógica difusa basada en sensores inalámbricos con tecnología ZigBee; el control del contenido multimedia de forma de control consensual, que si bien no es una aplicación directa ya que no interesa el control de contenido multimedia, si nos interesa el control de recomendaciones, y datos por parte de la comunidad de usuarios; estos datos pueden ser utilizados para crear un sistema de apoyo a la toma de las decisiones de los agricultores, y la literatura muestra que estos sistemas que incluye subsistemas de soporte, bases de datos, conocimiento y bloques funcionales, así mismo la literatura parece indicar la importancia de las bases de datos relacionales y el modelo de entidad-relación en la modelización e implementación de datos dentro de estos sistemas; encontramos también una revisión que muestra el estado del arte de la aplicación de tecnología blockchain aplicada a la industria textil con la intención de volver más eficiente y transparente el intercambio de información en la cadena de valor de este sector, mismo conceptos y desarrollos que tenemos interés en aplicar al sector agrícola, en especial nos interesa la aplicación de esta tecnología para gestionar el financiamiento de proyectos agrícolas o seguros del sector, aplicación que también se reportan en la literatura.

## **P.2. *¿Qué metodologías y herramientas se utilizan en la implementación de soluciones PaaS?***

En la creación de sistemas de apoyo a la toma de decisiones con AI se propone en la literatura que nos debemos enfocar en identificar el contexto de aplicación, definir metas y métricas de desempeño, diseñar interfaces intuitivas, facilitar la comprensión del rendimiento del modelo, promover la confianza y calibración del usuario, proporcionar explicaciones y justificaciones, y realizar evaluaciones continuas para mejorar el sistema.

Se encontró una MLR que nos da la base para plantearnos un desarrollo de nuestra PaaS utilizando el método de low-code con la intención de ganar agilidad, en la misma parece indicar que este tipo de metodología es especialmente útil para el prototipado rápido. CMMI Nivel 2: Implementaremos las prácticas de CMMI Nivel 2, como la gestión de requerimientos, planificación, seguimiento de proyecto, gestión de configuración y medición de procesos; para garantizar la calidad y la consistencia en el desarrollo de AIDA como base de nuestro desarrollo, integrando de en este modelo de capacidades metodologías centradas en el diseño como Diseño Centrado en Usuarios, así como metodologías ágiles entre otras, con la finalidad de lograr un diseño y desarrollo, usable, accesible, eficiente, fiable, robusto, escalable y adaptado a sus usuarios.

ISO 9241-210:2010(E): Aplicaremos Diseño Centrado en Usuario DCU, empleado el estándar mencionado, con la finalidad de lograr un desarrollo estandarizado, adoptaremos este enfoque para comprender a fondo las necesidades, desafíos y preferencias de los agricultores y otros actores involucrados. UML: Emplearemos UML para generar una guía visual para el equipo de desarrollo y ayudarán a comunicar de manera efectiva el diseño y la arquitectura de la solución, de forma que el diseño modular se integre de forma adecuada y escalable. Desarrollo Ágil: Seguiremos una metodología para adaptarnos rápidamente a los cambios y necesidades del proyecto. Trabajaremos en ciclos cortos e iterativos, dividiendo el proyecto en pequeñas tareas y entregas incrementales. Esto nos permitirá obtener retroalimentación temprana de los usuarios y ejecutar ajustes continuos. De igual forma se encontraron metodologías y propuestas interesantes en las que es necesario indagar a mayor profundidad, como serverless, predicción de demanda de recursos en cloud computing mediante machine learning o APIs semánticas, ya que estas tecnologías por lo que se recaba en la literatura parecen ser especialmente útiles para nuestra propuesta. Para recabar datos se requieren de sensores inalámbricos especialmente por las condiciones que la agricultura impone, por lo que reducir el consumo de energía o la necesidad de baterías es siempre interesante, es por ello que la propuesta de un conjunto de nodos de sensado con sensores sin batería es sumamente interesante, en combinación con una creación de red Lora

con un modelado preciso de la distribución de las señales de los nodos de comunicación se podría construir una red IoT robusta para aplicarlo a la agricultura.

**P3.** *¿Cuáles son los principales desafíos y limitaciones en la adopción de soluciones digitales como la propuesta en este trabajo en la agricultura y cómo se abordan?*

Después de analizar los diversos estudios podemos concluir que si bien una propuesta como la PaaS que hemos ideado puede representar una oportunidad relevante, ya que es posible que este tipo de tecnologías aumenta la productividad y la eficiencia del sector, no está exenta de retos, tecnológicos, de usabilidad, adopción, económicos y sobre todo en gestión y continuidad en el tiempo o que implica que no es factible centrarse en la perspectiva tecnológica si se pretende crear una propuesta que impacte en el sector agrícola de nuestra región; se deben incluir metodologías de co-diseño, diseño colaborativo, diseño centrado en usuario; apoyarse de ciencias sociales para lograr entender las necesidades y preferencias de todos los perfiles involucrados y superar retos de ciberseguridad, fiabilidad, gobernanza, transparencia y financiación. Parte de los desafíos que se deben superar pueden ser solventados según sugieren los hallazgos etnográficos y los trabajos de diseño al pasar de diseños centrados en el control y las mediciones discretas de datos ambientales, a diseños que ayuden a los usuarios a notar las relaciones interdependientes en entornos cambiantes de manera sensorialmente rica, a la vez que la Inteligencia Artificial (AI) implementada en estos diseños debe ser diseñada utilizando métodos y propuestas que mejoren el trabajo colaborativo AI-humano, con estrategias que expliquen oportunamente las conclusiones de los modelos IA a sus usuarios. Lo anteriormente descrito puede complementarse con diseños de baja carga cognitiva y que ofrezcan interactuar con el usuario mediante interfaces que el usuario utiliza en su día a día como podría ser Whatsapp, facilitando así su adopción de forma generalizada, para recabar los datos, obtenidos con las herramientas antes mencionadas, procesarlos y presentarlos en la revisión de literatura se encontró a una plataforma de arquitectura abierta, que puede ahorrar tiempo de desarrollo.

## **5. Conclusiones**

Una plataforma como la que se plantea es un proyecto complejo que requiere enfrentar retos, tecnológicos, sociales, financieros y de percepciones, se deben prever en todo el proyecto la usabilidad, fiabilidad y usabilidad, pero es cierto también que existen ya varias metodologías, plataformas y herramientas desarrolladas y validadas que pueden integrarse para crear la plataforma propuesta.

## **6. Trabajos Futuros**

Este trabajo cumple con la función de ser una aproximación inicial a la literatura disponible y se realizó con el objetivo de lograr convertir una idea inicial en una propuesta sustentada por el conocimiento científico disponible, por lo tanto se planea utilizar los resultados observados en este estudio para realizar una serie de MLRs completas, en temas como metodologías como HCI, tecnologías específicas y contextos de uso, con la intención de complementar con esta información los datos que se obtengan de posibles usuarios una futura especificación de requerimientos y construir a la vez una guía de desarrollo de la PaaS que se propone.

## **7. Agradecimientos**

Deseamos expresar nuestra gratitud a la comunidad académica del programa de la Maestría en Ciencias del Procesamiento de la Información (MCPI) por su importante apoyo y guía en este trabajo, expresamos igualmente nuestra gratitud al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por su apoyo financiero, apoyo que nos permite acercarnos a nuestras metas de investigación y a desarrollar nuestras habilidades.

## 1. Referencias

1. |Pan American Health Organization. "Objetivo estratégico 9. paho". <https://www.paho.org/en>. <https://www3.paho.org/spanish/gov/csp/od328-obj9-12-s.pdf>.
2. "Marco Estratégico para la FAO". Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/x3551s/x3551s03.htm> (accedido el 9 de junio de 2023).
3. "Sistema agroalimentario de México, un desafío de bienestar". gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/sistema-agroalimentario-de-mexico-un-desafio-de-bienestar?idiom=es> (accedido el 9 de junio de 2023).
4. "Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climatico". UNFCCC. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf> (accedido el 1 de junio de 2023).
5. "Qué es el cambio climático". Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/cumbre-cambio-climatico-cop21/el-cambio-climatico/> (accedido el 13 de junio de 2023).
6. "Seguridad alimentaria, nutrición y erradicación del hambre CELAC 2025 Elementos para el debate y la cooperación regionales". REPOSITORIO DIGITAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe. [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40348/1/S1600707\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40348/1/S1600707_es.pdf) (accedido el 4 de junio de 2023).
7. M. Moreira. "Agricultura 4.0: Cosechas abonadas con ciencia y tecnología". El Independiente. <https://www.elindependiente.com/desarrollo-sostenible/2018/04/07/agricultura-4-0-cosechas-abonadas-ciencia-tecnologia/#gs.hfVhHdU> (accedido el 7 de junio de 2023).
8. F. Kamata. "Cómo Japón está revolucionando la agricultura sin tierra ni trabajadores - BBC News Mundo". BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49784511> (accedido el 6 de junio de 2023).
9. J. R. García Alba. "Sistemas expertos en agricultura de precisión: Revisión sistemática de la literatura | García Alba | RINDERESU". Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable. <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/144/146> (accedido el 9 de junio de 2023).
10. V. Garousi, M. Felderer y M. V. Mäntylä, "Guidelines for including grey literature and conducting multivocal literature reviews in software engineering", *Inf. Softw. Technol.*, vol. 106, pp. 101–121, febrero de 2019. Accedido el 13 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2018.09.006>
11. J. E. Garcés Cano y E. J. Duque Oliva "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering", *Innovar*, vol. 17, n.º 29, pp. 184–194
12. J. Chahal y A. Gopalan, "Mobile mandi: Towards an accessible agricultural market information service for low-literate users", *Acm, ernational Conference on Information & Communication Technologies*.
13. Y. Lu, F. Wang, C. Luo, W. Yu y J. Yu, "Design and implementation of service and management system of agricultural technicians", *MATEC Web Conf.*, vol. 176, p. 03013, 2018. Accedido el 13 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817603013>
14. S.-J. Hsiao y W.-T. Sung, "Building a fish–vegetable coexistence system based on a wireless sensor network", *IEEE Access*, vol. 8, pp. 192119–192131, 2020. Accedido el 13 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1109/access.2020.3032795>
15. M. Berguer, B. Barati, B. Pflęging y R. Bernhaupt, "Design for social control of shared media: A comparative study of five concepts", *Acm, NordiCHI '22*, October 8–12.
16. Y. Lu, F. Wang, C. Luo, W. Yu y J. Yu, "Design and implementation of service and management system of agricultural technicians", *MATEC Web Conf.*, vol. 176, p. 03013, 2018. Accedido el 13 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817603013>
16. M. Wischenbart, S. Firmenich, G. Rossi, G. Bosetti y E. Kapsammer, "Engaging end-user driven recommender systems: Personalization through web augmentation",

- Multimedia Tools Appl., octubre de 2020. Accedido el 13 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09803-8>
17. N. Charos, "Marketing and production activities of textile companies? Blockchain technology study", *Acm, Proceedings of the 6th International Conference on Future*
  18. *Networks & Distributed Systems*. Accedido el 3 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3584202.3584226>
  19. N. J. Bidwell et al., "A right time to give: Beyond saving time in automated conditional donations", *Acm, Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2021*, art. n.º 49. Accedido el 10 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3411764.3445371>
  20. Z. Lu y M. Yin, "Human reliance on machine learning models when performance feedback is limited: Heuristics and risks", *Acm, Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, art. n.º 78. Accedido el 4 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3411764.3445562>
  21. Bucaioni, A. Cicchetti y F. Ciccozzi, "Modelling in low-code development: A multi-vocal systematic review", *Softw. Syst. Model.*, enero de 2022. Accedido el 13 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/s10270-021-00964-0>
  22. E. Hossny, S. Khattab, F. A. Omara y H. Hassan, "STAGER: Semantic-based framework for generating adapters of service-based generic-api for portable cloud applications", *IEEE Trans. Services Comput.*, p. 1, 2018. Accedido el 13 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1109/tsc.2018.2831204>
  23. M. Abdi et al., "Palette load balancing: Locality hints for serverless functions", *Acm, EuroSys*. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3552326.3567496>
  24. P. Nawrocki y P. Osypanka, "Cloud resource demand prediction using machine learning in the context of qos parameters", *J. Grid Comput.*, vol. 19, n.º 2, mayo de 2021. Accedido el 13 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/s10723-021-09561-3>
  25. S. Mosavat, M. Zella, M. Handte, A. J. Golkowski y P. J. Marrón, "Experience: ARISTOTLE: WAKE-up REceiver-based, STAR topology baTteryLEss sensor network", *Acm*. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3583120.3586961>
  26. K. Yang, Y. Chen, X. Chen y W. Du, "Link quality modeling for lora networks in orchards", *Acm, The 22nd International Conference on Information Processing in Sensor Networks*. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3583120.3586969>
  27. J. S. Donnal, "Wattsworth: An open-source platform for decentralized sensor networks", *IEEE Internet Things J.*, vol. 7, n.º 1, pp. 189–196, enero de 2020. Accedido el 13 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1109/jiot.2019.2946853>
  28. "CMMI: Niveles de madurez 2 y 3 - Adictos al trabajo". *Adictos al trabajo*. <https://www.adictosaltrabajo.com/2006/03/31/cmmi-2y-3/> (accedido el 11 de junio de 2023).
  29. "Iso 9241-210:2010". *ISO*. <https://www.iso.org/standard/52075.html> (accedido el 9 de junio de 2023).
  30. "ITESRC - portal académico - UML : Lenguaje de modelado unificado ::". *TecNM | Campus Carbonífera | Tecnológico Nacional de México*. [https://www.itesrc.edu.mx/portal/articulos.php?id\\_art=1#:~:text=UML%20es%20una%20herramienta%20que,y%20diseño%20de%20un%20problema](https://www.itesrc.edu.mx/portal/articulos.php?id_art=1#:~:text=UML%20es%20una%20herramienta%20que,y%20diseño%20de%20un%20problema). (accedido el 13 de junio de 2023).
  31. "¿Qué es la metodología ágil?" *Red Hat - We make open source technologies for the enterprise*. <https://www.redhat.com/es/devops/what-is-agile-methodology> (accedido el 13 de junio de 2023).
  32. S. -J. Hsiao and W. -T. Sung, "Building a Fish–Vegetable Coexistence System Based on a Wireless Sensor Network," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 192119-192131, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3032795.
  33. Poikolainen Rosén, M. Normak y M. Wiberg, "Noticing the environment – A design ethnography of urban farming", *Acm, NordiCHI '22: Nordic Human-Computer Interaction Conference*, art. n.º 34. Accedido el 9 de junio de 2023. [En línea]. Disponible:

<https://doi.org/10.1145/3546155.3546659>

34. G. Bansal et al., "Does the whole exceed its parts? The effect of AI explanations on complementary team performance", CHI '21: Proc. 2021 CHI Conf. Human Factors Comput. Syst., art. n.º 81. Accedido el 8 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3411764.34457>



## **3º Workshop de Interacción en Juegos**

# Awareness for an Adaptive Gamification in Collaborative Collecting Systems

Diego Torres<sup>1,2</sup>[0000-0001-7533-0133], Juan Enrique Garrido<sup>3</sup> [0000-0003-4402-1076], María Dalponte Ayastuy<sup>2,1</sup>[0000-0002-1412-5694], Alejandro Fernandez<sup>1,2</sup> [0000-0002-7968-6871] and Cesar A. Collazos<sup>4</sup> [0000-0002-7099-8131]

<sup>1</sup> LIFIA, CICPBA-Facultad de Informática, UNLP, Argentina

<sup>2</sup> Departamento de CyT, UNQ, Argentina

diego.torres@lifa.info.unlp.edu.ar

maria.dalponte@lifa.info.unlp.edu.ar

alejandros.fernandez@lifa.info.unlp.edu.ar

<sup>3</sup> University of Lleida, Spain

juanenrique.garrido@udl.cat

<sup>4</sup> Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca, Colombia

ccollazo@unicauca.edu.co

**Abstract.** This article presents an innovative approach to developing a strategy for situation awareness in an adaptive gamification framework within the context of Collaborative location-based collecting systems (CLCS). The proposed approach incorporates five key factors representing user behavior and context in the adaptive gamification process for CLCS. These factors include player preferences, player status, gamified activities, groupware activities, and project goal status. Each factor is crucial in describing various aspects of the framework and groupware interaction that players should be aware of during their game experience. Users can analyze and react appropriately to different situations by acquiring knowledge about these five axes. This modeling approach enables the early development of awareness and facilitates decision-making. Ultimately, this article is a useful guide for improving existing frameworks and enhancing the overall user experience through situation awareness.

**Keywords:** Situated Awareness, Adaptive Gamification, Collaborative Collecting Systems.

## 1. Introduction

Citizen Science (CS) is a methodological approach that encourages people non-related to an academic institution to actively participate in the design and run of a scientific project[11]. Different activities could be performed in CS projects, for example, co-design activities, data analysis, data collection of data in the field, data analysis, or collaborative solving problems[4, 13]. Collaborative location-based collecting systems (CLCS)[1] are collaborative systems for a community of users that collects data that minimally includes geo coordinates and timestamp information. Usually, CLCS has specific objectives related to coverage in terms of space and time. For example, it is collecting specific data in a specific area during the weekend.

Adaptive gamification is a trending strategy to engage, direct participation, and retain users according to users' behavior and preferences [6]. Gamification is the way to add game elements to an action that was not designed as a game [7]. Indeed, adaptive gamification considers that gamification elements cannot be generalized to all domains and all users. CLCS could incorporate adaptive gamification to have better participation from the public and improve project goals with an adequation of gamification activities that better fit user behavior and project goals.

Dalponte et al. [6] propose a basic framework to adapt gamification according to user preferences, special behavior, and system interaction. However, the initial approach of Dalponte et al. does not include an awareness of system behavior or other players' activities.

Awareness of what is happening around the user is essential for completing objectives. In this sense, there is a need to consider awareness as a critical factor to be included in a framework oriented to gamification. Mica Endsley defined awareness as “knowing what is going on” in 1995 [8]. The concept refers to the perception users have of the system state. Endsley also analyzes how awareness can evolve from the user’s point of view. Concretely, the work defines Situation Awareness (SA) posed it as “the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future” [8]. The definition is based on an individual’s mental model of the ongoing situation working on three levels in which the knowledge evolves.

Making decisions and obtaining adequate awareness are part of games. Therefore, the levels of SA should be considered for gamification frameworks as it can help to reflect the evolution of the information given to users to decide future actions. There is a need to define parameters allowing designers to offer correct awareness for users of games.

This article proposes a novel approach to designing a situation awareness strategy for an adaptive gamification framework in the context of CLCS. Particularly the introduction of five representation features of user behavior and context in adaptive gamification for CLCS, namely, according to player preferences, player status, the gamified activities, groupware activities, and project goal status. Each describes aspects of the framework and groupware interaction that each player should know during their game experience. The user acquires knowledge about these five axes, and the user receives, analyzes, and generates reactions. This modeling makes it possible to make early awareness development decisions. Finally, this article can be used as a best practice guide to improve an existing framework through awareness to improve the user experience.

## 2. Related Work

We have not explicitly found related works that combine the awareness design for gamification frameworks at the moment of writing this article. Related to social games, social presence awareness in a videogame and consoles[3, 12] are mainly focused in the context of game consoles. Most of the development of awareness is in groupware systems, including definitions of virtual space awareness[9, 10]. In the work of Collazos et al.[5], the authors also introduce five-axis in an awareness architecture which includes awareness goals to support, awareness information identification, modeling, distribution, and awareness of user interface. Although the goals are not directly connected, the approaches could be complemented by the one introduced in this article.

## 3. Characteristics of users from the adaptive gamification perspective

To define the implications of an awareness strategy to an adaptive gamification framework, this article takes as reference Rayuela<sup>5</sup>, an adaptive gamification framework for CLCS. This platform adds an adaptive gamification layer to existing citizen science projects. **Fig.** shows an overview of the challenge-based adaptive gamification layer. The citizen science project in the gray box provides the task users should complete by collecting location-based information using their mobile phones. Volunteers complete the task using the project tool without any type of gamification. Rayuela provides a new layer of gamification outside the project's main application. In Rayuela, the citizen science project manager registers their project and configures their goals in Rayuela (Project setup box). Then, volunteers make a registration for Rayuela and select to play the game of the citizen science project. Every time the volunteer completes a task in the citizen science project, the volunteer registers the action in Rayuela. Then, Rayuela combines that information through the Gamification Engine, a user profile, and a game challenge recommendation, a specific game challenge adapted for that volunteer.

The user profile is given in terms of the person's preferences, the activity the person is playing, the person performing the gamified activity, other people performing the gamified activity, and

---

<sup>5</sup> <https://github.com/cientopolis/rayuela>

the general state of the project. These dimensions, in turn, are represented internally in the system. And it is based on these internal representations and modeling that adaptive gamification makes decisions and recommendations.

In the following, we will describe what aspects are important to model for the Rayuela adaptive gamification system that serves as a framework for describing different aspects of the internal representation of an adaptive gamification system.

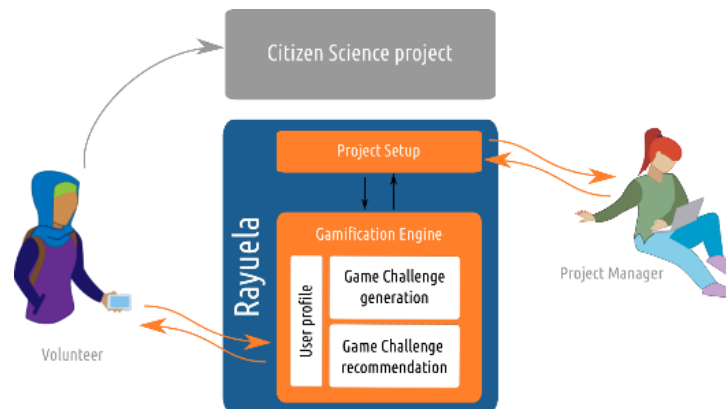
**Player Preferences:** A player's preferences are generally pairs of attributes and values that describe aspects of each player's tastes and preferences, which will not change during game life.

**Player status:** The activity of task types the player performs along the gamification. For example, traveling characteristics and activities based on the task such as activity rate.

**Gamified activity:** They are determined by the characteristics that can be determined of the player linked to the elements of the game or the gamification layer. For example, determining the profile of the player [2] (Killer, Collector, etc.), or challenges status (completed, started, etc.)

**Groupware-related activities:** Understanding the participation status of other players can aid in the efficient collaborative building of knowledge. The characteristics can be classified as either specific to the presence of other players or related to their status in the game. This proximity can happen in physical space, where they are close, or in virtual space, such as in the same virtual activity room.

**Project Status:** Projects have different characteristics susceptible to change during their life cycle. Although these characteristics can be very diverse, we will limit them to those linked to the project's objectives—for example, the number of tasks performed to achieve an objective.



*Fig. 1. Rayuela overview*

#### 4. Situation Awareness from the gamification perspective

Situation Awareness is a natural element of games, composing the part of the system which generates knowledge of those elements in the environment related to the users and their activities. Mica Endsley[8] offered a key definition that represents the context situation in an evolutive process matching with the mental model of the ongoing situation. That situation evolves along three levels:

- Level 1: perception of the elements in the environment. The user receives information from the environment.
- Level 2: comprehension of their meaning. The user analyses and understands the information received according to their context.
- Level 3: projection of future system states. According to the knowledge acquired, the user can decide what to do in the future. The user can make a decision.

The three levels represent how awareness evolves from the user's point of view. The result is the evolution of the knowledge about the context. At the final state, the users are in conditions to predict and decide the next action more accurately. This issue is essential for dynamic decision-making, a key step in the context of this paper: adaptive gamification.

In videogames, understanding the information a user receives while playing a game represents a remarkable step in their experience. Each user needs time to receive, detect, analyze, and react to received information from an interaction. In other words, the user needs an evolutive process related to the received information. In this sense, the levels inside SA, as Mica Endsley has proposed, matches perfectly with a user's mental model while gaming.

Making decisions and obtaining adequate awareness are part of videogames. Therefore, the levels of SA should be considered for gamification frameworks as it can help to reflect the evolution of the information given to users to decide future actions. There is a need to define parameters allowing designers to offer correct awareness for users of games. To that end, this paper tries to offer the integration of awareness as part of a particular adaptive gamification framework to generate a complete tool. The resulting framework pretends to be a correct way of modeling games with an adequate user experience.

The previous section has described specific characteristics of users offered as part of the game to be aware of the context. Therefore, each characteristic offers information that can be considered independent of general awareness. In this sense, there is a need to analyze those characteristics to understand their contribution to the awareness offer to the user.

The user receives each of the characteristics in two possible ways:

Quantitative view in terms of objective values such as a percentage.

Qualitative view in terms of a more subjective way as it is an explanation of the meaning of the quantitative-related value. This explanation can be seen as the interpretation of the quantitative data according to the user's preferences given to the system and considered as a key part of Rayuela.

Both views work in parallel as each quantitative view has an associate view for any gaming characteristic. On the one hand, the quantitative view is an adequate option to measure as it should contain quantities. On the other hand, the qualitative view is oriented to offer a more understandable way as it should contain explanations of the quantities (quantitative view). These views are complemented with a final decision related to each characteristic, named as projection view, representing the result of applying the knowledge obtained during the current context of the game.

The views help in the objective of the present paper as it implies an evolution of the situation awareness received by the user during a game. Concretely, those views represent the two first levels of Situation Awareness, as M. Endsley described. The quantitative view matches the first level, where the user receives information about the situation. Once that information is analyzed, it helps users to understand the meaning of what has been perceived. The third level appears naturally because the knowledge obtained from the qualitative view allows the user to make decisions looking for a result in the near future as a projection.

**Table 1.** Situation awareness levels of adaptive gamification perspective.

General family	Specific topic	Quantitative view – Level 1 SA	Awareness understanding (qualitative) - Level 2 SA	Projection – Level 3 SA
Player status	Challenge progress	Accomplished percentage of the total	How near or far the challenge is to be completed	The intensity of the effort to be applied in the next steps.
Groupware	Physical proximity	Meters from a collaborator	How near or far a collaborator is in the real context	The options for being helped or to help others.
	Current activity	Activity in progress	Current objective of the player	Actions to perform as the next step

Project status	Temporal activity	Number of intensity level related to the current activity	How intense is the current activity	The level of concentration in the next task.
----------------	-------------------	---	-------------------------------------	--

**Table** shows the connection between five characteristics of users from the adaptive gamification perspective (it is only a sample for the case) and the levels of SA.

## 5. Conclusions and Future Work

Including awareness when designing gamification is a key factor for improving user experience. Therefore, the present paper tries to show a way to inclusion of awareness as part of an existing adaptive gamification framework named Rayuela.

The evolutive definition of Situation Awareness makes the integration. To that end, the source of knowledge is the set of characteristics of users from the adaptive gamification perspective that Rayuela offers. In this sense, the integration is done by including the evolution of each characteristic as three evolutive views in the mental model of each user as part of the framework when defining those characteristics, such as parameters. As a result, each characteristic is described by a quantitative view representing the first data the user receives and by a qualitative view representing the analysis of that data according to the profile and preferences of the user (the meaning the user gives to the data). The evolution of the information finishes with a projection that represents the next step to be given by the user according to the knowledge received and analyzed. In conclusion, the information given to the user evolves in a customizable way based on the users' preferences, which allows the own users to make decisions more accurately. The contribution could be a useful guide for improving existing frameworks and enhancing the overall user experience through situational awareness. In this direction, further work will include developing an extension of the functionality of Rayuela that includes an API to allow concrete development of awareness projection, for example, by adding specific user interface elements that could be integrated into Rayuela UI. Additionally, several evaluation and use cases designed to demonstrate its usefulness are part of the future work.

## References

1. Ayastuy, M.D., Torres, D., Fernández, A.: Adaptive gamification in Collaborative systems, a systematic mapping study. *Comput. Sci. Rev.* 39, 100333 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100333>.
2. Bartle, R.: Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs. *J. MUD Res.* 1, 1, 19–19 (1996). <https://doi.org/10.1007/s00256-004-0875-6>.
3. Cepero, M.T., Montané-Jiménez, L.G., Toledo-Toledo, G., Hernández-Ocaña, B., Ochoa, C.A.: Social Presence Awareness Visualization in a Collaborative Videogame. *Int. J. Human-Computer Interact.* 1–17 (2022). <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2132357>.
4. Cochero, J.: AppEAR: Una aplicación móvil de ciencia ciudadana para mapear la calidad de los hábitats acuáticos continentales. *Ecol. Austral.* 28, 2, 467–479 (2018).
5. Collazos, C.A., Gutiérrez, F.L., Gallardo, J., Ortega, M., Fardoun, H.M., Molina, A.I.: Descriptive theory of awareness for groupware development. *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.* 10, 12, 4789–4818 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12652-018-1165-9>.
6. Dalponte Ayastuy, M., Torres, D., Fernández, A.: A Model Of Adaptive Gamification In Collaborative Location-Based Collecting Systems. In: *Artificial Intelligence in HCI: 3rd International Conference, AI-HCI 2022, Held as Part of the 24th HCI International Conference, HCII 2022, Virtual Event, June 26 – July 1, 2022, Proceedings*. pp. 201–216 Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (2022). [https://doi.org/10.1007/978-3-031-05643-7\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-05643-7_13).

7. Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., Nacke, L.: From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments. pp. 9–15 (2011).
8. Endsley, M.R.: Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Hum. Factors*. 37, 1, 32–64 (1995).
9. Gutwin, C., Greenberg, S.: A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware. *Comput. Support. Coop. Work CSCW*. 11, 411–446 (2002).
10. Gutwin, C., Greenberg, S.: Workspace awareness for groupware. In: Conference Companion on Human Factors in Computing Systems. pp. 208–209 (1996).
11. Haklay, M. (Muki), Dörler, D., Heigl, F., Manzoni, M., Hecker, S., Vohland, K.: What Is Citizen Science? The Challenges of Definition. In: Vohland, K. et al. (eds.) *The Science of Citizen Science*. pp. 13–33 Springer International Publishing, Cham (2021). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_2).
12. Hudson, M., Cairns, P.: Interrogating social presence in games with experiential vignettes. *Entertain. Comput.* 5, 2, 101–114 (2014). <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2014.01.001>.
13. Kapenekakis, I., Chorianopoulos, K.: Citizen science for pedestrian cartography: collection and moderation of walkable routes in cities through mobile gamification. *Hum.-Centric Comput. Inf. Sci.* 7, 1, (2017). <https://doi.org/10.1186/s13673-017-0090-9>.

# Juegos Serios para el control del Estrés en tiempos de COVID-19: Revisión de Literatura

Lady K. Gomez<sup>1</sup>, Edwin S. Molina<sup>1</sup>, Cesar A. Collazos<sup>1</sup> and Lara G. de Pinho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad del Cauca, Cauca, Colombia

<https://www.unicauca.edu.co/versionP/>

<sup>2</sup> Universidade de Évora, 7004-516 Évora, Portugal

<https://www.uevora.pt/>

**Abstract.** Serious Games have gained recognition as a potential resource within the field of mental health, as they have the capacity to improve teaching, understanding, and the reduction of specific factors. Consequently, they have emerged as a valuable tool for facilitating stress management education. This article aims to assess the effectiveness of serious games in stress control. The method used is based on the Kitchenham methodology. The results of this analysis reveal little focus on the implementation of relaxation techniques like mindfulness or the use of collaborative games. Therefore, ideas for future work are presented to explore innovative approaches that will contribute to the advancement of the field, ultimately benefiting individuals' overall mental health.

**Palabras claves:** Juegos Serios, Estrés, Control, Manejo.

## 1. Introducción

Los niveles de estrés presentaron un aumento significativo a partir de la crisis sanitaria mundial provocada por el brote y la expansión del virus COVID-19 [1], este brote hizo necesario el confinamiento prolongado como medida preventiva, lo cual contribuyó a un deterioro de la salud mental de la población [2], como lo es el estrés agudo, el cual puede derivar en otras enfermedades como lo son la ansiedad y la depresión. [3]. Por esta razón es necesario generar mecanismos de enseñanza para el control del estrés, como lo son los juegos serios (JS), los cuales son diseñados para la enseñanza y aprendizaje. Además, pueden adaptarse a diferentes niveles de habilidad y permitir una retroalimentación inmediata sobre el rendimiento del jugador que puede ayudar a mejorar y desarrollar su conocimiento y habilidades. Así mismo, se utilizan para abordar temas sociales y emocionales, proporcionando herramientas para mejorar el bienestar general [4]. A partir de esto se realiza una revisión sobre JS existentes para el control del estrés.

En el presente documento se compone de una introducción en la que se establece el contexto del tema y su relevancia, una metodología sobre la búsqueda de los artículos, los resultados obtenidos y la descripción de cada uno. Así mismo, se realiza una discusión sobre los artículos descritos y las conclusiones pertinentes.

## 2. Metodología

El proceso de selección usado para la revisión sistemática cualitativa de literatura se basó en la metodología Kitchenham [5], donde se establecen 4 fases: la identificación, la selección, la elegibilidad, y la inclusión. La literatura encontrada fue seleccionada para el rango de años entre 2020 y 2023 a fin de verificar que influencia tuvo la pandemia dentro de los JS enfocados en el estrés, estos documentos fueron extraídos de las bases de datos exactas, Scopus, Science Direct, EBSCO, IEEE Xplore y ACM Digital Library. Las palabras claves correspondientes al tema son: "Stress", "Post-traumatic Stress Disorder", "Stress Disorder", "Serious Game", "Digital Game" y "Collaborative Game". Haciendo uso de estas, la cadena de búsqueda construida fue: ("Stress" OR "Post-traumatic Stress Disorder" OR "stress disorder" OR "Post-traumatic Stress Disorder



Among COVID19") AND ("Serious Game" OR "digital game" OR "Game-Based learning" OR Collaborative Game").

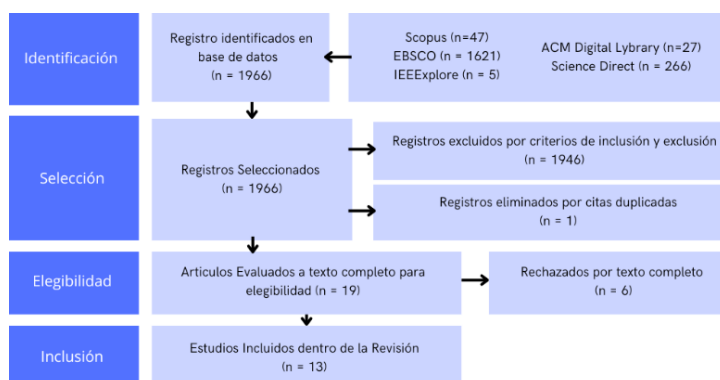


Fig. 2. Diagrama de flujo PRISMA para la revisión sistemática de la literatura e inclusión de los artículos.

En la Figura 1 se visualizan las fases de inclusión de los artículos dentro de la revisión. En total se obtuvieron 1966 resultados identificados entre la literatura consultada, a estos artículos se le aplicaron los criterios indexados en la Tabla 1, de estos se obtuvieron 13 documentos para ser incluidos dentro de la revisión.

Table 1. Criterios de Inclusión y Exclusión.

<b>Inclusión</b>	Términos incluidos en la cadena de búsqueda.
	Artículos publicados en revistas, conferencias y libros.
	Artículos escritos en inglés y español.
	Publicaciones desde 2020 hasta 2023.
<b>Exclusión</b>	Títulos donde fueran artículos de JS no enfocados en detectar, prevenir, controlar o tratar el estrés, ansiedad o depresión.
	Artículos que solo presentan resumen o contenido en diapositivas.
	Contenido de páginas web, blogs personales o folletos.

### 3. Resultados

Para este apartado se realiza una revisión de las características de las herramientas utilizadas para el tratamiento del estrés y/o de la salud mental. Se tiene un interés en la estrategia que se usa dentro estas herramientas para lograr un buen tratamiento. En esta revisión se encontraron 13 trabajos para ayudar en la salud mental.

Table 2. Descripción de los artículos incluidos en revisión

Nombre Artículo	Descripción	Elementos
<b>Serious game to promote socioemotional learning and mental health (emoTIC): a study protocol for randomized controlled trial [6].</b>	Tiene como objetivo diseñar un JS basado en modelos de inteligencia emocional para prevenir problemas de salud mental y promover el bienestar en adolescentes españoles de 11 a 16 años. El proyecto incluye tres etapas de evaluación para analizar su eficacia: inicio, postratamiento y seguimiento.	emoTIC
<b>A framework and serious game for decision making in stressful situations; a</b>	Presenta un JS diseñado para simular una situación estresante de evacuación en un incendio, con el objetivo de entrenar habilidades de toma de decisiones en bomberos y otros profesionales en situaciones de alto	C++, Unity, para Computador, para percibir

Nombre Artículo	Descripción	Elementos
<b>fire evacuation scenario [7].</b>	estrés en su trabajo diario. El juego se basa en el enfoque de Entrenamiento de Exposición al Estrés (SET) y utiliza indicadores fisiológicos para medir los niveles de estrés.	los niveles, de estrés (GSR y HR).
<b>Making it Real: A Study of Augmented Virtuality on Presence and Enhanced Benefits of Study Stress Reduction Sessions [8].</b>	Investiga si la adición de objetos del mundo físico al mundo virtual aumenta la sensación de presencia y mejora la eficacia de un Agente Virtual Inteligente (IVA) para reducir el estrés de los estudiantes durante sus sesiones de estudio. Se realizó un estudio con 50 participantes divididos en dos grupos: el grupo virtual aumentado y el grupo virtual. Los resultados mostraron que ambos grupos redujeron sus niveles de estrés, pero no se encontraron beneficios en agregar objetos reales al entorno virtual.	JS en Realidad Virtual, Virtualidad aumentada, Dispositivo Fitbit.
<b>Awe Versus Aww: The Effectiveness of Two Kinds of Positive Emotional Stimulation on Stress Reduction for Online Content Moderators [9].</b>	Se centra en el impacto de las emociones positivas en la reducción del estrés y la fatiga en moderadores de contenido. El estudio involucró a 387 participantes divididos en tres grupos, y se encontró que la exposición repetida a estímulos emocionales positivos como la ternura y el asombro puede contribuir a una espiral ascendente de afecto positivo que puede contrarrestar las espirales negativas creadas por las actividades de moderación de contenido.	No especificado
<b>LINA - A Social Augmented Reality Game around Mental Health, Supporting Real-world Connection and Sense of Belonging for Early Adolescents [10].</b>	Su objetivo del proyecto es crear un juego móvil de realidad aumentada llamado <b>LINA</b> con un enfoque serio. El juego está diseñado para ayudar a los adolescentes mayores de 10 años a fortalecer su conexión social y su sentido de pertenencia en el mundo real. Se basa en la colaboración estructurada entre parejas o grupos de jugadores, y su objetivo es crear experiencias positivas a través de la resolución exitosa de acertijos y desafíos.	Realidad Aumentada, comunicación de campo, cercano (NFC).
<b>A Biofeedback-Based Mobile App With Serious Games for Young Adults With Anxiety in the United Arab Emirates: Development and Usability Study [11].</b>	Su enfoque es ayudar a controlar la ansiedad, esto lo realiza a través de una manilla que mide la frecuencia cardiaca mientras ofrece juegos simples para manejar el estrés, se denota que es una aplicación sencilla de usar y podría tener gran impacto según los expertos, la limitación más grande de este estudio estuvo en que no fue llevada a la implementación con chicos que sufren ansiedad.	Biorretroalimentación, Videos
<b>Playing mobile games for stress recovery purposes: A survey of Chinese adolescents [12].</b>	Presenta un estudio donde se evidencia el uso de juegos móviles como herramientas para ayudar a la recuperación de adolescentes chinos. Este estudio se enfoca principalmente en cuatro dimensiones como lo son el desapego psicológico, la relajación, control y dominio. Los resultados arrojados mostraron que los juegos sociales y de baja complejidad, tienen un potencial mayor en la recuperación del estrés.	No aplica
<b>Using Game-Based Training to Reduce Media Induced Anxiety in Young Children – A Pilot Study on the Basis of a Game-Based app (MARTY) [13].</b>	Se centra en la enseñanza para tratar rasgos y trastornos de ansiedad como las fobias en el pasado. Entonces presenta una aplicación de entrenamiento basada en juegos (MARTY) para enseñar a los niños pequeños a enfrentar sus miedos. El entrenamiento se basa en técnicas estándar para la reducción de la ansiedad, como técnicas de respiración y estrategias cognitivas.	Spence Children Anxiety Scale, Terapia Cognitiva Conductual (TCC), LISA.
<b>Real-time Stress Detection Model and Voice Analysis: An</b>	Se enfoca en un modelo de detección del estrés en tiempo real mediante el análisis de la voz al hablar en público, a fin de proporcionar apoyo y retroalimentación	Python Librosa, Realidad virtual, Unity,

Nombre Artículo	Descripción	Elementos
<b>Integrated VR-based Game for Training Public Speaking Skills [14].</b>	social para entrenar estas habilidades. Integra la audiencia en el juego de realidad virtual utilizando técnicas de aprendizaje por refuerzo. De acuerdo con los niveles de estrés que se detecten en la voz hablante, la audiencia virtual brinda apoyo social en modo de entrenamiento, retroalimentación para capacitar a los usuarios.	Base de datos audiovisual Ryerson, algoritmos, RAVDESS.
<b>Serious video games and psychological support: A depression intervention among young cancer patients [15].</b>	Este estudio tiene la intención de evaluar dos JS para saber cuál es el más adecuado para reducir síntomas depresivos asociados con un diagnóstico de cáncer, los dos juegos son <b>3DGIT</b> y <b>Rmisión-II</b> . Se realiza en 60 pacientes oncológicos, con un diagnóstico de depresión leve-moderada de edades entre 10 a 19 años que se encuentran en las 3 primeras etapas del cáncer. Finalmente, al analizar los resultados obtenidos, estos muestran que no hay diferencias significativas, sin embargo, hay una leve inclinación hacia el juego <b>3DGIT</b> .	Remisión II, 3D GIT
<b>Laughter as a Controller in a Stress Buster Game [16].</b>	Presenta el diseño y validación de un juego llamado <b>Laugh Out Loud</b> , donde la risa actúa como controlador de la mecánica del juego. Su objetivo es hacer que florezca una flor marchita por medio de la risa. Utiliza un detector de risas y una interfaz de juego. Este detector es un algoritmo de aprendizaje automático que analiza las señales registradas por el micrófono en tiempo real y mide la intensidad y duración de esta. El final del juego sucede cuando la flor está completamente florecida.	Random Forest
<b>A mobile VR-based respiratory biofeedback game to foster diaphragmatic breathing [17].</b>	Propone un juego móvil de biorretroalimentación respiratoria haciendo uso de realidad virtual para fomentar la respiración diafragmática, tiene unos que sensores detectan las señales fisiológicas y estas se envían en tiempo real para proporcionar información de las funciones corporales y así mejorar el control consciente del usuario, controlando voluntariamente su actividad electrotérmica, ayudando a la reducción del estrés.	Realidad Virtual, ANOVA de medidas.
<b>Use of virtual reality technologies as an Action-Cue Exposure Therapy for truck drivers suffering from Post-Traumatic Stress Disorder [18].</b>	Propone realizar terapia de <b>Exposición de Señales de Acción</b> para los camioneros que sufren de trastorno de estrés postraumático haciendo uso de la realidad virtual, este estudio se pretende reactivar la sensación de miedo de un paciente exponiéndolo gradualmente a estímulos que le provoquen miedo y dejándolo reaccionar dentro de este entorno y controlar sus reacciones emocionales. Se exponen dos casos con resultados satisfactorios, en el primero se presenta un avance en el proceso de duelo, mientras el segundo logró trabajar nuevamente de camionero.	Realidad virtual, Mapeo de Learning Mechanics to Game Mechanics (LM-GM), Inteligencia artificial.

#### 4. Discusión

Siguiendo la línea de los diferentes investigadores que han usado los JS creemos que los JS tienen un gran potencial dentro del control del estrés, permitiendo una concientización y prevención a estados de estrés agudo los cuales no se trabajan comúnmente de forma conjunta dentro de los JS. De los artículos mencionados en la revisión, se ha enfatizado en la implementación de distintos métodos y estrategias que han permitido llevar a cabo una disminución del estrés, pero solo

algunos de estos han trabajado directamente con una técnica de relajación las cuales tienen buenos resultados, dentro de la literatura hemos encontrado que Mindfulness [19] es una de las técnicas con mayores resultados, ya que se enfoca en el área psicológica, donde se busca generar mayor atención en el instante preciso, aprendiendo a relacionarse con la situación actual. Entre sus beneficios se encuentra la reducción del estrés, el mejoramiento de la concentración, y la salud mental en general.

## 5. Conclusiones

A través de la revisión realizada se evidenció que los juegos serios son una buena opción para el tratamiento, prevención y control del estrés, ya que es posible enseñar de forma efectiva y dinámica las diferentes técnicas, métodos y tratamientos para este problema, más no se encontraron muchos documentos en los que se usan técnicas de relajación, ni juegos cooperativos que tengan este objetivo. Por esto se propone para trabajos futuros la realización de un JS que contenga esta técnica no tratada por los artículos expuestos dentro de la revisión. Se ve gran potencial en un JS en el control del estrés que incluya Mindfulness, puesto que puede ser aprendido de forma fácil, efectiva y divertida, se propone utilizar métodos de medición del control del estrés antes y después de usar la aplicación, como PSS-14 que genera datos objetivos y comparables sobre el estrés percibido, a fin de conocer el mejoramiento en el control del estrés, así como generar dentro del JS espacios de cooperación con otros usuarios.

## Referencias

- [1] Molano Tobar, N. J., Chalapud Narváez, L. M., & Astaíza Aragón, M. C., «Nivel de estrés durante la pandemia covid-19 en universitarios del suroccidente colombiano», *Hacia la Promoción de la Salud*, 27 (1), 38-51. doi:10.17151/hpsal.2022.27.1.4.
- [2] «From Stress to Depression: Bringing Together Cognitive and Biological Science.», <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/0963721420964039>
- [3] Camargo, B., «Estrés, Síndrome General de Adaptación o Reacción General de Alarma. Revista Médica Científica», <https://www.revistamedicocientifica.org/index.php/rmc/article/view/103>.
- [4] K. Fuerte, «¿Qué son los Serious Games?», Observatorio / Instituto para el Futuro de la Educación, 28 de septiembre de 2018. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/que-son-los-serious-games/> (accedido 14 de junio de 2023).
- [5] Francisco José García-Peñalvo, «Desarrollo de estados de la cuestión robustos: Revisiones Sistemáticas de Literatura». doi: <https://doi.org/10.14201/eks.28600>.
- [6] De La Barrera, U., Postigo-Zegarra, S., Mónaco, E., Gil-Gómez, J.-A., & Montoya Castilla, I. «Serious game to promote socioemotional learning and mental health (emoTIC ): a study protocol for randomised controlled trial. *BMJ Open*», doi: 10.1136/bmjopen-2021-052491. <https://bmjopen.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjopen-2021-052491>.
- [7] Daylamani-Zad, D., Spyridonis, F., & Al-Khafaaji, K., «A framework and serious game for decision making in stressful situations; a fire evacuation scenario. *International Journal of Human-Computer Studies*», doi: 10.1016/j.ijhcs.2022.102790.
- [8] Zuniga Gonzalez, D. A., Richards, D., & Bilgin, A. A. (2021). «Making it Real: A Study of Augmented Virtuality on Presence and Enhanced Benefits of Study Stress Reduction Sessions». *International Journal of Human-Computer Studies*, 147, 102579. doi: 10.1016/j.ijhcs.2020.102579
- [9] Cook, C. L., Cai, J., & Wohn, D. Y. (2022). «Awe Versus Aww: The Effectiveness of Two Kinds of Positive Emotional Stimulation on Stress Reduction for Online Content Moderators. » *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 6(CSCW2), 1-19. doi: 10.1145/3555168. <http://arxiv.org/abs/2202.5964>
- [10] Mittmann, G., Barnard, A., Krammer, I., Martins, D., & Dias, J. «LINA- A Social

- Augmented Reality Game around Mental Health, Supporting Realworld Connection and Sense of Belonging for Early Adolescents ». Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, 6(CHI PLAY), 1-21. doi: 10.1145/3549505.
- [11] Almeqbaali, S. Ouhbi, M. A. Serhani, L. Amiri, R. K. Jan, N. Zaki, A. Sharaf, A. Al Helali, & E. Almheiri, «A Biofeedback-Based Mobile App with Serious Games for Young Adults with Anxiety in the United Arab Emirates: Development and Usability Study », doi: 10.2196/36936.
- [12] C. Chen, «Playing mobile games for stress recovery purposes: A survey of Chinese adolescents», ene. 2021. doi: 10.1016/j.tele.2020.101481.
- [13] T. Heumos & M. D. Kickmeier-Rust, «Using Game-Based Training to Reduce Media Induced Anxiety in Young Children – A Pilot Study on the Basis of a Game-Based app (MARTY) », doi: 10.34190/EJEL.20.18.3.001.
- [14] Arushi, R. Dillon, and A. N. Teoh, Real-time Stress Detection Model and «Voice Analysis: An Integrated VR-based Game for Training Public Speaking Skills», doi: 10.1109/CoG52621.2021.9618989.
- [15] S. Khan, A. Z. Abbasi, S. F. Kazmi, T. D. Hooi, U. Rehman, H. Hlavacs, and F. S. Arslan, «Serious video games and psychological support: A depression intervention among young cancer patients », Mar. 2022, doi: 10.1016/j.entcom.2022.100479.
- [16] G. Deshpande, S. Patel, S. Chanda, P. Patil, V. Agrawal, and B. W. Schuller, «Laughter as a Controller in a Stress Buster Game», New York, NY, USA, Feb. 2021, pp. 316-324, doi: 10.1145/3421937.3421984.
- [17] C. Rockstroh, J. Blum, and A. S. Goritz, «A mobile VR-based respiratory biofeedback game to foster diaphragmatic breathing», Virtual Reality, vol. 25, no. 2, pp. 539-552, Jun. 2021. doi: 10.1007/s10055-020-00471-5.
- [18] B.-A. J. Menelas, C. Haidon, A. Ecrepont, and B. Girard, «Use of virtual reality technologies as an Action-Cue Exposure Therapy for truck drivers suffering from Post-Traumatic Stress Disorder», Jan. 2018. doi: 10.1016/j.entcom.2017.10.001
- [19] Importancia de la aplicación de técnicas de relajación en el aula de educación física. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/download/88011/67038/319046>, (accedido el 1 de junio de 2023).

## **2º Workshop sobre Industria 4.0 y HCI**

# Industria 4.0 en el contexto latinoamericano: Tendencias y Retos hacia una mejor interacción del Ser Humano con la Tecnología

Alicia Mon<sup>1</sup>[0000-0001-6365-9943]; Horacio René Del Giorgio<sup>1</sup>[0000-0002-7124-6273]; César Collazos<sup>2</sup>[0000-0002-7099-8131]; Juan Manuel González Calleros<sup>3</sup>[0000-0002-9661-3615]; Ismar Frango<sup>4</sup>[0000-0001-8029-072X]; Maria Amelia Eliseo<sup>4</sup>[0000-0003-0913-3259]; Valeria Farinazzo Martins<sup>4</sup>[0000-0002-5058-6017] y Daniela Vieira Cunha<sup>4</sup>[0000-0001-6478-7138]

<sup>1</sup> Universidad Nacional de La Matanza, Buenos Aires, Argentina  
amon@unlam.edu.ar; hdelgiorgio@unlam.edu.ar

<sup>2</sup> Universidad del Cauca, Popayán, Colombia  
ccollazo@unicauca.edu.co

<sup>3</sup> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México  
jumagoca78@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, Brazil  
ismar.silveira@mackenzie.br; mariaamelia.eliseo@mackenzie.br; valeria.farinazzo@mackenzie.br;  
daniela.cunha@mackenzie.br

**Abstract.** La convergencia entre las tecnologías digitales, los sistemas físicos y la ciencia de datos trajo consigo una significativa cantidad de transformaciones en el proceso productivo (denominado “Industria 4.0”). En este sentido, este artículo propone un análisis del estado de adopción de estas transformaciones en cuatro países de América Latina, señalando algunos desafíos y oportunidades en la región, con el fin de identificar los principales productos TIC utilizados en las diferentes áreas funcionales genéricas dentro de las empresas y cómo influyen en la interacción entre el ser Humano y la Tecnología.

**Keywords:** Índice TICs; Latinoamérica; Desarrollo Industrial; Industria 4.0

## 1. Introducción

En la actualidad, se está generando una revolución tecnológica en el campo de la industria, conocida como la cuarta revolución industrial. Una serie de avances en diversos campos como la robótica, la biotecnología, la genética, la nanotecnología, la internet de las cosas, vehículos autónomos, el desarrollo de la inteligencia artificial, la realidad virtual, la realidad aumentada y la fabricación aditiva a través de impresiones 3D se suman a la revolución energética y el desarrollo de las TICs que caracterizaron a la tercera revolución industrial [1]. Este conjunto de avances científicos y tecnológicos toman la forma de innovación y se manifiestan no sólo en la vida cotidiana de las personas, sino también en los procesos que se desarrollan en la actividad económica, tanto en la producción industrial de bienes, así como en la prestación de servicios. Dentro de esos grandes campos, la digitalización ha cobrado un rol protagónico y en algunos sectores productivos y de servicios se ha tornado imprescindible. En este contexto cobra fuerza el término “Industria 4.0”, que refiere específicamente a la cuarta revolución industrial e implica un salto cualitativo significativo en la organización y gestión de las cadenas de valor [2]. La Interacción Humano-Computador, no es ajena a esta nueva revolución, dado que incide en el desarrollo de una industria centrada en las personas, colocando las necesidades e intereses humanos en el centro del proceso de producción. En lugar de preguntar qué pueden hacer los trabajadores con la nueva tecnología, en este nuevo escenario, se pregunta qué puede hacer la tecnología por los trabajadores. Si bien los robots son incansables y precisos, son literales y carecen de la capacidad de pensamiento crítico y creativo de sus socios humanos. Para poder detectar las características específicas de este tipo de usuarios, se ha realizado un estudio que permite relevar el estado actual del desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en la industria manufacturera en el contexto latinoamericano, más precisamente en Argentina, Brasil, Colombia y México.

Para ello, se aplicó el Índice InTICs® [3] y se desarrollaron un conjunto de instrumentos de inducción, relevamiento y medición que permitiera evaluar las características específicas de los productos Software, Hardware y de Infraestructura tecnológica implementados en la actualidad en las industrias en sus diferentes ramas de actividad, a efectos de analizar el conjunto de características principales de los usuarios de las distintas áreas industriales [4]. En los siguientes apartados se presentan la metodología aplicada para el diseño del instrumento de evaluación y los resultados del análisis de encuestas realizadas en estos cuatro países mencionados anteriormente.

## 2. Metodología

A continuación, un resumen de la metodología utilizada para el diseño del instrumento de evaluación del nivel de inserción de TICs en la Industria, en adelante InTICs®.

### 2.1. Instrumento de Evaluación

El modelo de evaluación aplicado se ha enfocado en el índice InTICs® que se estructura a partir de la detección de productos tecnológicos y su cruce con las áreas funcionales de las mismas. Los productos tecnológicos se presentan diferenciados en 3 componentes de TICs: Software, Hardware e Infraestructura [5]. El modelo evalúa las tipologías identificadas de TICs implementadas en diferentes áreas funcionales al interior de las industrias, donde cumplen funciones específicas en las áreas en donde se encuentren implementadas [6]: Estas áreas funcionales genéricas que diferencia el índice están basadas en el Modelo de Cadena de Valor de Michael Porter (Dirección, Contabilidad y Finanzas, Ingeniería, Compras, Logística, Producción, Ventas y una margen de ampliación, de acuerdo con el sector de la empresa). Una vez identificados estos productos tecnológicos y su cruce con cada proceso, el modelo genera una valoración o puntaje por niveles según, entre otras opciones: su grado de desarrollo en cuanto al tiempo que existen como herramientas utilizadas en el Mercado, si el tipo de soporte que brindan aporta información sensible a las empresas, cuál es la complejidad del problema que resuelven, si su utilización impacta en una mejora de los procesos o sobre el control de los procesos, si mejora la eficiencia en la utilización de recursos, si mejora la productividad y si reduce costos operativos.

Esa valoración podrá ser de “1”, para una contribución básica para los productos que ya tienen mucho tiempo en el mercado, de “5” para una contribución media de aquellos productos que llevan un tiempo de utilización en el mercado pero que aún permanecen disponibles, y “10” para una contribución avanzada sobre aquellos productos de tecnología de innovación o que emergen como productos nuevos en el mercado para ser implementados en las industrias [6]. La Figura 1 expone un extracto de la Tabla Matriz del índice. Las filas presentan a cada producto TICs agrupadas por tipo y coloreadas según la clasificación dentro de cada agrupamiento. El índice se conforma con la sumatoria de la ponderación de cada uno de los productos TICs en una industria particular, que se encuentran implementados en un Área Funcional determinada, tal como se presenta en la siguiente fórmula (1):

$$\text{Índice} = \sum \text{Contrib (1)} + \sum \text{Contrib (5)} + \sum \text{Contrib (10)} \quad (1)$$



PROCESOS PRODUCTIVOS →		Dirección	Contabilidad y Finanzas	Ingeniería	Compras	Logística	Producción	Ventas
ICTS ↓								
SOFTWARE	Tecnologías WEB - Página WEB (Sitio Externo)	1						1
	Tecnologías WEB - Intranet (Sitio Interno)	1	1	1	1	1	1	1
	Tecnologías WEB - Extranet (Transaccional)				5	5		5
	Tecnologías WEB - Publicidad On Line	5						5
	Sistemas Colaborativos - Video Conferencia	10		10				10
	Sistemas Colaborativos - Telefonía IP	5	5	5	5	5	5	5
	Sistemas Colaborativos - Mensajería Instantánea	1	1	1	1	1	1	1
	Sistemas Colaborativos - Email	1	1	1	1	1	1	1
	Sistemas Colaborativos - Redes Sociales	1						1
	Sistemas Colaborativos - Sincronización de Archivos	5	5	5			5	5
	Sistemas Colaborativos - Aplicaciones Móviles	5	5	5	5	5	5	5
	Herramientas de Oficina - Procesador de Texto	1	1	1	1	1	1	1
	Herramientas de Oficina - Hoja de Cálculo	1	1	1	1	1	1	1
	Herramientas de Oficina - Presentaciones	1	1	1				1
	Herramientas de Oficina - Gestor de Base de Datos		5	5	5	5	5	5
	Herramientas de Oficina - Gestor de Agenda y Correo Electrónico	1	1	1	1	1	1	1
	Herramientas de Oficina - Gestor de Archivos PDF	5	5	5				5
	Herramientas de Oficina - Lector de Archivos PDF	1	1	1	1	1	1	1
	Sistemas de Gestión - Sistema de Gestión Integral (ERP)	5	5	5	5	5	5	5
	Sistemas de Gestión - Sistema de Relación con Clientes (CRM)	5	5					5
	Sistemas de Gestión - Atención de Reclamos							5
	Sistemas de Gestión - Tablero de Control / Balanced Score Card	10						10
	Sistemas de Gestión - Business Intelligence	10	10	10	10	10	10	10
	Sistemas de Gestión - Big Data	10	10	10	10	10	10	10
	Sistemas de Gestión - Machine Learning	10		10				10
	Sistemas de Gestión - Software de Control Energético					10		10
	Sistemas de Gestión - Logística/Abastecimiento			5	5	5	5	5
	Sistemas de Gestión - Sistema de Gestión de la Calidad (SGC)	5	5	5	5	5	5	5

Fig. 1. Extracto de Tabla Matriz [4]

Para realizar el relevamiento en un conjunto de empresas específicas en una región determinada, se diseñó una encuesta digital que contiene los productos Software, Hardware e Infraestructura para que el usuario que la está respondiendo pueda identificar rápidamente las áreas y los productos que en su empresa tiene o no implementados.

El cuestionario se diseñó para ser autoadministrado. Luego de la evaluación del diseño del formato, de la visualización y de la dinámica de las preguntas se constataron los criterios de detección del informante clave. Para soportar el cuestionario, se desarrolló una aplicación de software que permite realizar el relevamiento autoadministrado completando una encuesta; realiza el cálculo del índice en forma automática con la ponderación de cada uno de los productos que la empresa completa; devuelve el resultado del cálculo a la persona que completó la encuesta; y alimenta una base de datos diseñada para el procesamiento de los datos y el posterior análisis estadístico.

### 3. Estudio de casos de Argentina, Brasil, Colombia y México

La Herramienta de Evaluación Automática de TICs en la industria se aplicó de manera voluntaria en 72 industrias distribuidas en los 4 países, incluyendo empresas de la industria manufacturera de distintas ramas y tamaño. Los resultados de la aplicación del índice a ese conjunto de empresas, permitió analizar que el 64% de las empresas autoevaluadas se encuentra en un Nivel Básico, el 31% se encuentran en un Nivel Medio y el 6% se ubican en el Nivel Avanzado de desarrollo tecnológico (Fig2).

Distribución por Puntaje (Total - 72 Industrias)

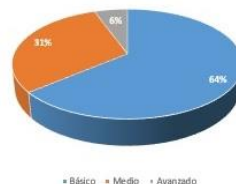


Fig. 2. Niveles según puntaje. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al tamaño de las empresas analizadas, 9 empresas se presentaron como grandes, lo que corresponde al 13% del total, solo 1 (11%) de ellas se encuentra en el Nivel Avanzado de inserción de las TIC; 5 (56%) se encuentran en el Nivel Medio y 3 (33%) en el Nivel Básico. En cuanto a las medianas empresas, 7 (70%) se encuentran en el Nivel Medio y 3 (30%) en el Nivel

Básico de inserción de las TIC. En cuanto a las pequeñas empresas, 1 (6%) se encuentra en el Nivel Avanzado, 7 (41%) en el Nivel Medio y 9 (53%) en el Nivel Básico. Paara las microempresas el 6% están en el Nivel Avanzado; el 8% están en el Nivel Medio y el 86% están en el Nivel Básico de inserción de las TIC.

#### 4. Resultados y Discusión

El Índice TIC presentado se aplicó para realizar el relevamiento en un conjunto de 45 empresas en Argentina, 5 en Brasil, 7 en Colombia y 15 en México, tomando una muestra no probabilística de empresas, a efectos de evaluar el nivel de desarrollo tecnológico actual e identificar los productos de la Industria 4.0 implementados en las diferentes áreas funcionales donde son operados. El estudio es de tipo exploratorio, basado en una muestra de conveniencia y los datos cuantitativos que arroja se utilizan únicamente para representar el análisis cualitativo de ambos países, sin realizar comparaciones estadísticas de empresas, tecnologías, niveles de desarrollo ni áreas funcionales.

Realizando el análisis por área funcional de cada empresa, por una cuestión de espacio sólo se presenta de manera pormenorizada el área de Compras, en la cual las empresas de Argentina tienen implementados 34 productos de la Industria 4.0, las empresas de Brasil, sólo 4, las empresas de Colombia tienen implementadas 23, en tanto que de las empresas de México cuentan con 22 productos distribuidos de la siguiente manera (Fig. 3)

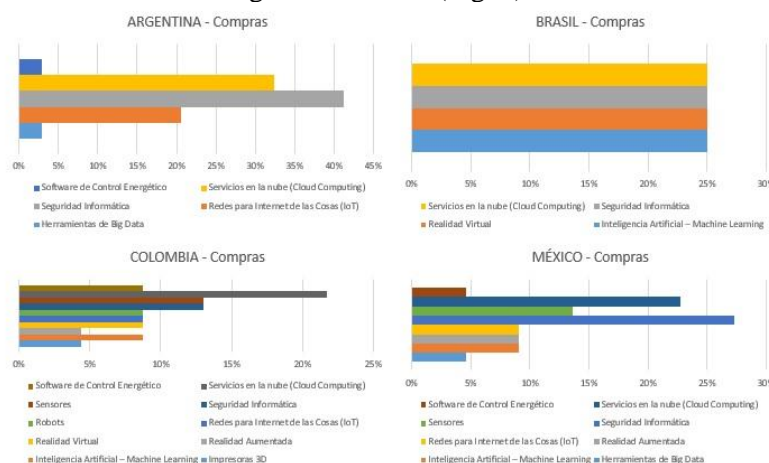


Fig. 3. Distribución de TICs en Argentina/Brasil/Colombia/México (Compras) – Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las características de los usuarios que trabajan en la industria con la diversidad de equipos y tecnologías resultantes de la transformación digital de las empresas hacia la Industria 4.0, está claro que este nuevo escenario exige que los trabajadores se adapten y adquieran conocimientos en el uso de TIC, inclusive realizando múltiples tareas para adaptarse a las necesidades de la industria. Cabe señalar que estos análisis no consideraron el sector productivo de las empresas ni su nivel de desarrollo. Además, no se consideró el tamaño y la ubicación de las empresas en sus respectivos países. La encuesta se limita a identificar los productos TIC utilizados en diferentes áreas funcionales genéricas dentro de las empresas donde estas tecnologías cumplen funciones específicas en base a los resultados de la aplicación del Índice InTICs®.

#### 5. Conclusiones

En este artículo se describe una aplicación del Índice InTICs® para identificar los productos TICs utilizados en las diferentes áreas funcionales genéricas dentro de las empresas en 4 países: Argentina, Brasil, Colombia y México, incluidas empresas de la industria manufacturera de diferentes ramas y tamaños. Los resultados muestran que todos los productos TIC están presentes

en todas las áreas funcionales en diferentes cantidades, lo cual implica el requerimiento de trabajadores con diferentes habilidades y conocimientos para utilizar estos diferentes productos tecnológicos. Se destaca que los trabajadores más demandados por las empresas de los cuatro países en todas sus áreas funcionales internas deberán contar con habilidades y conocimientos en Seguridad Informática y Servicios en la nube. A pesar de que la investigación describe el estado actual del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la industria manufacturera en el contexto de cuatro países de América Latina, se debe considerar que Brasil y Colombia contaron con una muestra muy pequeña, con la participación de 5 y 7 empresas, respectivamente.

Sin duda, se requieren avances en términos de inversión, reglamentación, capacitación de la mano de obra y una profundización en las colaboraciones público-privadas, fomentando alizanzas entre universidades, centros de investigación, gobiernos y empresas. Así, con el aumento de la productividad y la mejoría de la eficacia operativa, algunos logros relevantes pueden impactar positivamente las economías de estos países. Como trabajos futuros se pretende ampliar la aplicación del Índice InTICs® no sólo en los cuatro países estudiados, sino incluir nuevos países latinoamericanos para identificar el escenario de desarrollos tecnológicos y la necesidad de recursos humanos en el contexto de América Latina.

## 6. Agradecimientos

Parte de este trabajo fue apoyado por MackPesquisa (Fundo Mackenzie de Pesquisa e Inovação), Proyecto N° 221006

## Referencias

- [1] Marino, E., Barbieri, L., Colacino, B., Fleri, A., Bruno, F. (2021). An Augmented Reality inspection tool to support workers in Industry 4.0 environments. *Computers in Industry*. 127. 103412. 10.1016/j.compind.2021.103412.
- [2] Fernández, J. (2017). La industria 4.0: Una revisión de la literatura. *Desarrollo e innovación en Ingeniería*, 369. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8739528>
- [3] Instituto Nacional de Propiedad Industrial: Acta 3857739, (2019). Disponible en <https://portaltramites.inpi.gob.ar/MarcasConsultas/Resultado?acta=3857739>
- [4] Albrieu, R., Basco, A., Brest López, C., de Azevedo, B., Peirano, F., Rapetti, M., Vienni, G. (2018). Travesía 4.0: hacia la transformación industrial argentina. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Traves%3%ADa\\_4.0\\_hacia\\_la\\_transformaci%3%B3n\\_industrial\\_argentina\\_es\\_es.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Traves%3%ADa_4.0_hacia_la_transformaci%3%B3n_industrial_argentina_es_es.pdf)
- [5] Del Giorgio, H., Mon, A. (2019). *Las TICs en las Industrias*. Ed. Universidad Nacional de La Matanza. Buenos Aires, Argentina. Disponible en [https://indicetics.unlam.edu.ar/es-ar/pdf/libros/Las\\_TICs\\_en\\_las\\_Industrias.pdf](https://indicetics.unlam.edu.ar/es-ar/pdf/libros/Las_TICs_en_las_Industrias.pdf)
- [6] Mon, A., Figuerola, C., De María, E., Del Giorgio, H., Querel, M. (2016). Inserción de TICs en el Desarrollo Industrial. III Congreso Argentino de Ingeniería, CONFEDI, Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Resistencia, Universidad Nacional del Nordeste – Facultad de Ingeniería. Resistencia, Argentina. ISBN 978-950-42-0173-1.

# METODO AGIL PARA EVALUACION DE USABILIDAD Y ACCESIBILIDAD PARA PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DESARROLLADORAS DE SOFTWARE: PROPUESTA

Carlos Andrés Casas Domínguez<sup>1</sup>[0009-0005-6977-8528], Pablo H. Ruiz<sup>1</sup>[0000-0003-2098-2614] and Vanessa Agredo Delgado<sup>1</sup>[0000-0003-0870-6895]

<sup>1</sup> Corporación Universitaria Comfacauca - Unicomfacauca, Street 4 #8-30, Popayán, Colombia  
{carloscasas, vagredo, pruiiz}@unicomfacauca.edu.co

**Abstract.** Una buena evaluación de usabilidad y accesibilidad en un proceso de desarrollo impacta directamente el éxito de este, siendo la usabilidad, la medida de la calidad de la experiencia de usuario cuando interactúa con un producto software, en términos eficiencia, eficacia y satisfacción, y por otro lado, la accesibilidad hace referencia a la medida en que los productos, sistemas, servicios, e instalaciones pueden ser utilizados por personas con la gama más amplia de necesidades, características y capacidades de usuario para lograr objetivos en contextos de uso identificado, es por esto que, estos proceso de evaluación deben ser de gran relevancia para ser incluidos dentro de las empresas desarrolladoras de software debido a que la calidad de un producto depende mucho de la inclusión de estas características. Sin embargo, no siempre es fácil implementar los métodos de evaluación o estrategias existentes, por cuestiones de tiempos, recursos, personal, entre otros. Teniendo en cuenta la importancia de incluir estas dos características en el proceso de desarrollo de software, en este artículo se presenta una propuesta que se basa principalmente en construir un método ágil de evaluación de usabilidad y accesibilidad en pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software. Con la realización de este método se espera contribuir en mejorar los procesos de evaluación de usabilidad y accesibilidad en términos de tiempo, recursos, costos y experiencia. El proyecto realizará un proceso investigativo, donde se busca inicialmente identificar y caracterizar los métodos de evaluación existentes, además de las necesidades que actualmente tienen las pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software, y con estos elementos construir el método ágil de evaluación, que posteriormente se validará su utilidad, eficiencia y facilidad de uso, por medio de su implementación en una empresa de la ciudad de Popayán.

**Keywords:** Usability, Accessibility, Evaluate, Software.

## 1. INTRODUCCION

Dentro de un proceso de desarrollo de aplicaciones informáticas existen una serie de fases que deben ser ejecutadas por el equipo desarrollador, entre las que se pueden encontrar la toma de requisitos, el diseño, la implementación, las pruebas y el despliegue [1], como parte de estas fases es necesario validar y verificar que el producto desarrollado tenga las características necesarias para garantizar que sea un producto de calidad [2], [3], es aquí donde es de vital importancia, la realización de evaluaciones de usabilidad y accesibilidad, siendo la usabilidad “el grado en el que un producto o sistema puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico [4]” y la accesibilidad está definida como “la medida en que los productos, sistemas, servicios, entornos e instalaciones pueden ser utilizados por personas de una población con la gama más amplia de necesidades, características y capacidades de usuario para lograr objetivos en contextos de uso identificado [2], [5]”. Según Alabama et al. [6], las características de usabilidad y accesibilidad son las más importantes para tener en cuenta al ser incluidas en el desarrollo de productos software y de esta forma garantizar que exista una interacción usuario-sistema de la forma más intuitiva, adecuada y sencilla posible [6], además de poder tener software con una calidad aceptable,

además de que sea confiable, compatible, efectivo, eficiente y usable [3], [6]. En este sentido, la necesidad de desarrollar aplicaciones informáticas que faciliten la realización de tareas a los usuarios, se ha convertido en un factor determinante para la mayoría de los diseñadores/desarrolladores [2], esto debido a la creciente era informática donde muchas de las tareas diarias son realizadas a través del uso de sistemas digitales, a los cuales deben acceder diferentes tipos de usuarios, y donde el objetivo principal de estos, debería de ser facilitar el estilo de vida de las personas, y no generar inconvenientes y dificultades adicionales [3], [7]. Por lo tanto, es aquí donde las empresas desarrolladoras deben brindar software usable y accesible, si quieren destacar entre la competencia y que de esta forma la cantidad de usuarios que utilice sus productos sea cada vez mayor [8], [9]. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados por las empresas, aun no se logra abarcar todas las necesidades que conlleva la inclusión de elementos de usabilidad y accesibilidad, considerando que las empresas pequeñas o medianas cuentan con tiempo, recursos y personal reducido, lo cual hace más difícil cubrir dichas necesidades [10], además que para garantizar dicha usabilidad y accesibilidad, es necesario realizar evaluaciones de estas características y realizarlas con los métodos existentes y tradicionales, los cuales, no permiten evaluar esas características en conjunto de forma sencilla y rápida, y considerando las limitaciones que puede tener cada empresa, ya que muchos de estos métodos requieren de tiempo, experiencia y personal capacitado para su aplicación y ejecución [11], [12]. Debido a esto, existe la necesidad de desarrollar un método ágil que facilite la evaluación tanto de la usabilidad como de la accesibilidad, que pueda ser usado por pequeñas y medianas empresas, esto con el fin de reducir los costos, recursos y tiempo que actualmente requieren este tipo de evaluaciones, pero que igualmente se garantice un alto porcentaje de usabilidad y accesibilidad que brinde la calidad requerida en el producto a desarrollar.

En este sentido, este artículo presenta una propuesta para realizar el proceso de construcción de dicho método ágil, y es por ello que el artículo se estructura de la siguiente forma, La sección 2 contiene la problemática que se pretende afrontar con esta propuesta, la sección 3 contiene los trabajos relacionados, la Sección 4 los objetivos del proyecto y la metodología para definir la propuesta, la sección 5 contiene los resultados preliminares y finalmente la sección 6 contiene las conclusiones y el trabajo futuro.

## **2. PROBLEMATICA**

El éxito o fracaso de un producto software depende en gran medida de su rendimiento y de su interfaz [13], ya que, es aquí donde el usuario percibe, a través de la interacción, que la herramienta es amigable, fácil de entender, comprensible y atractiva [14], en este sentido, los desarrolladores y diseñadores deben lograr la calidad de esta interacción y del producto como tal, asegurando en principal medida la usabilidad y accesibilidad en todo tipo de desarrollo software [13]. Por su parte, los estándares ISO91 e IEEE98 llevan tiempo recomendando la inclusión de la accesibilidad en términos de atributos como fiabilidad, eficiencia y fiabilidad, intentando vencer las discapacidades del usuario para acceder a la información presentada en las herramientas software, elementos que no se consideran a la hora de desarrollar [15], mientras que los estándares ISO 9241-11 e ISO 25000 trabajan en pro de brindar a los usuarios una experiencia de calidad y disminuir la dificultad de la interacción humano computador en términos de eficiencia, eficacia y satisfacción [16], [17]. Por esta razón, un aspecto importante es garantizar que las herramientas software incorporen estos elementos de usabilidad y accesibilidad de forma completa y correcta, donde uno de los medios de garantizarlas es a través de la aplicación de métodos que permitan su evaluación, los cuales deben aplicarse desde la fase inicial y a lo largo de todo el proceso de desarrollo [18]. Sin embargo, existe una gran cantidad de métodos de evaluación actuales (lo que impide la elección del adecuado para un contexto específico), los cuales son extensos, contienen necesidades diferentes de personal para su ejecución, contienen grados diferentes de complejidad y cuentan con una variedad en niveles de rigurosidad en los estándares o principios evaluados [19], incluyendo que el uso de estos métodos depende de diferentes variables, incluido el costo, la disponibilidad de tiempo, de recursos humanos, experiencia en personas con discapacidad, y

todos los elementos necesarios para interpretar e implementar dichos métodos [20]. Además, si incluimos que las empresas de desarrollo pueden ser pequeñas o medianas, que tienen presupuesto y personal limitado, será necesario que dichas evaluaciones sean hechas por el mismo personal desarrollador o de otras áreas sin la experiencia necesaria, tanto en usabilidad, como en tener un especialista en accesibilidad [21]. De igual forma, los actuales desarrolladores, no desconocen la importancia de la usabilidad, e incorporan algunas técnicas específicas, sin embargo, dan escasa participación a los usuarios en las etapas de diseño y evaluación del producto desarrollado, dando como resultado, un escenario que podría llevar a la producción de software con déficits de usabilidad y accesibilidad [22]. En el mejor de los casos, una vez que el producto está casi desarrollado, se realizan pruebas enfocadas a medir el grado de usabilidad de este, pero ello, no ha resultado suficiente [13]. Esto se debe a que las metodologías actuales de la ingeniería de la usabilidad propuestas, difieren de los modelos de la ingeniería de software, lo que ocasiona que el desarrollador lo vea como un cambio radical en su estructura de trabajo, por lo cual continúa con su proceso de desarrollo habitual, además de que esto equivale a costos, tiempos adicionales, necesidad de uno o varios expertos en usabilidad y accesibilidad que puedan implementar dichos procesos [22], por lo cual se evidencia la falta de un método de evaluación ágil que permita a estas empresas realizar dicha evaluación de una forma más dinámica, rápida, eficiente y adaptable para los desarrolladores y las empresas que lo deben aplicar.

### 3. TRABAJOS RELACIONADOS

Para realizar evaluaciones de usabilidad y accesibilidad a lo largo del tiempo han existido varios estudios donde se evidencia que en la mayoría de las propuestas se utilizan métodos tradicionales como evaluación heurística [8], [23], inspección de estándares [13], [24], pruebas manuales [14], [21], [24], automáticas [10], [25], entre otros, pero este tipo de métodos se deben realizar por separado tanto para usabilidad y accesibilidad, un estudio presenta el proceso MODECUA [2] el cual ha sido formalizado para medir la madurez de la capacidad en los procesos destinados a desarrollar software usable y accesible, este se basa en los siete procesos de “diseño centrado en el usuario” que aparecen en ISO/TR 18529 [2], el cual evalúa cada etapa del proceso de desarrollo de software detectando falencias que deben ser intervenidas para mejorar del nivel de madurez. Por otra parte, la propuesta de Crowdsourcing [11], divide el trabajo en pequeñas tareas y puede emplear trabajadores para resolverlas en paralelo de forma remota, es un sistema novedoso de evaluación de accesibilidad de forma manual, cada tarea de evaluación manual se asigna a varios no expertos, mientras que algunos de ellos son personas con diferentes tipos de discapacidad para lograr una visión integral, además de realizar encuestas que permitan identificar barreras frecuentes que puede tener el usuario final. Por otro lado, en la actualidad, para la evaluación de la accesibilidad se realizan mayormente pruebas automáticas con la utilización de herramientas software, en [25], se propone un software llamado A4U, el cual permite realizar estas pruebas de manera sencilla con la diferencia de que permite complementar la evaluación con más pruebas o informes manuales que las aplicaciones por lo general no permiten. De acuerdo a lo anterior, podemos identificar que la mayoría de estudios propuestos se enfocan en una de las dos características, sin considerar la evaluación de las dos al mismo tiempo, lo cual resulta en la inversión de mayor tiempo, mayores recursos, y mayor experiencia en estas temáticas, por esta razón, lo que se busca con esta propuesta es contribuir a brindar un método que contemple la evaluación de ambas características al tiempo, facilitando su evaluación en pequeñas y medianas empresas desarrolladora de software, considerando sus limitaciones para poder realizar evaluaciones y así garantizar la inclusión de elementos de usabilidad y accesibilidad en sus productos.

### 4. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

**Objetivo general:** Definir un método ágil de evaluación de usabilidad y accesibilidad para pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software de la ciudad de Popayán.

**Objetivos específicos**

- Caracterizar e identificar de la literatura los métodos de evaluación de usabilidad y accesibilidad de productos software.
- Construir un método ágil de evaluación de usabilidad y accesibilidad para pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software.
- Validar la viabilidad del método propuesto mediante su aplicación en una pequeña y/o mediana empresa de desarrollo de software de la ciudad de Popayán.

### **Metodología**

Esta propuesta será desarrollada siguiendo la metodología de investigación acción multi-ciclo con bifurcación [26] de la cual se tendrán en cuenta tres ciclos: conceptual, metodológico y de evaluación como se muestra a continuación.

#### Ciclo conceptual

- Recolectar información a partir de una revisión sistemática de la literatura respecto a los métodos existentes sobre evaluación de usabilidad y accesibilidad en el desarrollo de software.
- Identificar las características o necesidades de las pequeñas-medianas empresas desarrolladoras de software.
- Analizar la información recolectada para caracterizar los métodos de evaluación de usabilidad y accesibilidad que servirán para las pequeñas-medianas empresas.

#### Ciclo Metodológico

- Clasificar los métodos de usabilidad y accesibilidad de acuerdo con sus características, definiendo los pro y contras de utilizarlos.
- Clasificar las necesidades de las pequeñas-medianas empresas desarrolladoras de software de acuerdo con la prioridad de las falencias encontradas.
- Construir de acuerdo con la información obtenida con anterioridad un método ágil de evaluación de usabilidad y accesibilidad para pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software.

#### Ciclo de Evaluación

- Diseñar un mecanismo de evaluación de la utilidad, eficiencia y facilidad de uso del método ágil de evaluación de usabilidad y accesibilidad.
- Aplicar el método ágil en una empresa real de desarrollo de software en la ciudad de Popayán.
- Analizar los resultados obtenidos en la aplicación de la actividad anterior.
- Refinar el método ágil de evaluación de usabilidad y accesibilidad, teniendo en cuenta el análisis de los resultados obtenidos.

## **5. RESULTADOS PRELIMINARES**

Como resultados obtenidos hasta el momento, se desarrolló una revisión sistemática de la literatura (RSL) con el objetivo de caracterizar e identificar, según la literatura existente, las definiciones, estrategias, pautas, métodos, herramientas o enfoques de evaluación de usabilidad y accesibilidad usados en el desarrollo de software en la actualidad. Esta tuvo como primer resultado un total de 430 artículos, estos fueron sometidos a un proceso de depuración que consistió en identificar estudios repetidos y que no correspondían a la descripción de la propuesta, el cual dio como resultado 109 artículos que nuevamente se sometieron a un proceso de depuración, este nuevo filtro consistió en la lectura completa obteniendo como resultado 31 artículos denominados artículos primarios. Para obtener estos artículos se tomó las bases de datos ACM Explorer, IEEE, Scopus, Web of Science, Science Direct y Google Académico. De acuerdo a la SRS� se pudo evidenciar que la mayoría de los estudios buscan identificar cuáles son los errores o falencias que aún existen al día de hoy en evaluaciones de usabilidad y accesibilidad con el fin de brindar herramientas, métodos, pautas que permitan mejorar la implementación de

estas, igualmente se evidencia que los artículos son enfocados en una característica a la vez, y un pequeño porcentaje cubre la usabilidad y accesibilidad al mismo tiempo, y finalmente se identifica que los métodos de evaluación tradicionales no contemplan en su totalidad las necesidades de los usuarios al día de hoy en contextos específicos.

## 6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La usabilidad y accesibilidad debe ser una parte fundamental al momento de desarrollar productos software, y en este sentido, las empresas deben tener elementos que les permitan realizar un proceso de evaluación que les permita garantizar la inclusión de estas características, teniendo como prioridad al usuario final, por lo tanto, se deben implementar métodos de evaluación que faciliten su aplicación y generen resultados óptimos en sus productos, de tal manera que se puedan aplicar considerando las limitaciones de empresas con pocos recursos, limitaciones de tiempo y personal.

De acuerdo con la RSL se pudo determinar que actualmente existen métodos de evaluación, que son difíciles de aplicar para empresas con las características anteriormente nombradas y que requieren de personal adicional para poder obtener resultados satisfactorios, por tal motivo se hace necesario tener un método que garantice la evaluación adecuada de la usabilidad y accesibilidad.

Como trabajo futuro se espera realizar las actividades y cada uno de los ciclos de la metodología para desarrollar a cabalidad esta propuesta y obtener así, un gran impacto al brindar una metodología ágil que permita a las empresas desarrolladoras implementar evaluaciones de usabilidad y accesibilidad de forma sencilla y práctica, obteniendo software de mayor calidad que sea aceptado por un mayor porcentaje de usuarios finales.

## Referencias

1. M. DE Desarrollo De Software y E. Gabriel Pacienza, “Facultad de química e ingeniería ‘fray Rogelio Bacon’ pontificia universidad católica argentina santa maría de los buenos aires cátedra seminario de sistemas”.
2. C. Quintal y J. A. Macías, “Measuring and improving the quality of development processes based on usability and accessibility”, *Univers Access Inf Soc*, vol. 20, núm. 2, pp. 203–221, jun. 2021, doi: 10.1007/s10209-020-00726-7.
3. R. M. Carvalho, R. M. de C. Andrade, y K. M. de Oliveira, “Aquarium - A suite of software measures for HCI quality evaluation of ubiquitous mobile applications”, *Journal of Systems and Software*, vol. 136, pp. 101–136, feb. 2018, doi: 10.1016/j.jss.2017.11.022.
4. H. Hayat y R. Cerradura, “Usability Evaluation in Practice: Selecting the Appropriate Method”, en : *ICHCIUEM 2020 : International Conference on Human-Computer Interaction and Usability Evaluation Methods*, 2020.
5. D. M. B. Paiva, A. P. Freire, y R. P. de Mattos Fortes, “Accessibility and Software Engineering Processes: A Systematic Literature Review”, *Journal of Systems and Software*, vol. 171, ene. 2021, doi: 10.1016/j.jss.2020.110819.
6. H. W. Alomari, V. Ramasamy, J. D. Kiper, y G. Potvin, “A User Interface (UI) and User eXperience (UX) evaluation framework for cyberlearning environments in computer science and software engineering education”, *Heliyon*, vol. 6, núm. 5, may 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03917.
7. G. Delgado-Quesada, J. Porrás-Fernández, K. Araya-Orozco, y M. Chacón-Rivas, “Good Practices in Usability Testing on People with Disabilities”, en *Proceedings - 2019 International Conference on Inclusive Technologies and Education, CONTIE 2019*, Institute



- of Electrical and Electronics Engineers Inc., oct. 2019, pp. 187–190. doi: 10.1109/CONTIE49246.2019.00043.
8. P. Raj Prem Kumar Tutor, J. Åberg, L. universitet Examiner, K. Sandahl, y L. universitet, “Software Development Methods and Usability : A Systematic Literature Review”, 2017.
  9. T. Alahmadi, “A multi-method evaluation of university website accessibility: Foregrounding user-centred design, mining source code and using a quantitative metric”, en *Proceedings of the 14th Web for All Conference, W4A 2017*, Association for Computing Machinery, Inc, abr. 2017. doi: 10.1145/3058555.3058580.
  10. E. Fundingsland *et al.*, “Website usability analysis of United States emergency medicine residencies”, *AEM Educ Train*, vol. 5, núm. 3, jul. 2021, doi: 10.1002/aet2.10604.
  11. S. Song *et al.*, “Crowdsourcing-based web accessibility evaluation with golden maximum likelihood inference”, *Proc ACM Hum Comput Interact*, vol. 2, núm. CSCW, nov. 2018, doi: 10.1145/3274432.
  12. A. De Lima Salgado, F. M. Federici, R. P. De Mattos Fortes, y V. G. Motti, “Startupworkplace, mobilegames, and older adults: A practical guide on UX, usability, and accessibility evaluation”, en *SIGDOC 2019 - Proceedings of the 37th ACM International Conference on the Design of Communication*, Association for Computing Machinery, Inc, oct. 2019. doi: 10.1145/3328020.3353948.
  13. Víctor Chimarro C, Bertha Mazón O, y Joffre Cartuche C, “La usabilidad en el desarrollo del software”, *Utmach*, 2015.
  14. Esmeralda Serrano Mascaraque, “Accesibilidad vs usabilidad web: evaluación y correlación”, *BIBLIOTECOLÓGICA*, vol. 23, núm. 0187-358X, pp. 61–103, 2009.
  15. J. Carlos *et al.*, “Accesibilidad y usabilidad web para la inclusión de personas con discapacidad Accessibility and usability web for the inclusion of people with disabilities”. [En línea]. Disponible en: <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identic/index>
  16. E. Norma, “Prólogo nacional”, 2014.
  17. P. Roa Molina Ingeniero Electrónico, C. Morales Ingeniero Telemático, y P. Gutiérrez, “Norma ISO/IEC 25000 ISO/IEC 25000 Standard”. [En línea]. Disponible en: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tia>
  18. Andrés Paniagua L, Diana Bedoya R, y Carlos Mera, “Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles”, *TecnoLógicas*, vol. 23, pp. 99–117, 2020.
  19. Sandra M. Hurtado, Jessica Pimentel, y Gabriel E. Chanchí, “Estudio comparativo de métodos de evaluación de usabilidad para sitios web”, *DIALNET*, pp. 126–136, 2018.
  20. P. Angeleri, A. Blanco, J. Ceballos, y R. 2019 Titiosky, “Línea de investigación en evaluación de productos software: dificultades encontradas”. Red de Universidades con Carreras en Informática, 2019.
  21. MANUEL FELIPE LÓPEZ CISTERNAS, “Métodos de evaluación de usabilidad para aplicaciones web transaccionales”, 2012.
  22. M. A. Mascheroni, C. L. Greiner, G. N. Dapozo, y M. G. Estayno, “Ingeniería de Usabilidad. Una Propuesta Tecnológica para Contribuir a la Evaluación de la Usabilidad del Software”, 2013.
  23. J. César y S. González, “Métodos de Evaluación de Usabilidad para Sistemas de Información Web: Una revisión”, 2018.
  24. Walter Sanchez, “La usabilidad en Ingeniería de Software: definición y características”, 2012.
  25. L. A. Do Amaral, R. P. De Mattos Fortes, y T. J. Bittar, “A4U - An approach to evaluation considering accessibility and usability guidelines”, en *WebMedia 2018 - Proceedings of the 24th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, Association for Computing Machinery, Inc, oct. 2018, pp. 295–298. doi: 10.1145/3243082.3264666.
  26. F. J. Pino, M. Piattini, y G. H. Travassos, “Managing and developing distributed research projects in software engineering by means of action-research Gestión y desarrollo de proyectos de investigación distribuidos en ingeniería del software por medio de investigación-acción”, 2013.

## **2° Workshop de Trabajo Colaborativo y Aprendizaje Colaborativo**

# La importancia del trabajo colaborativo dentro de los modelos de transformación digital: un mapeo sistemático

Alex Armando Torres Bermúdez <sup>1</sup>[0000-0003-3830-3982], César Alberto Collazos <sup>2</sup>[0000-0002-7099-8131], Alicia Mon <sup>3</sup>[0000-0001-6365-9943]

<sup>1</sup> Corporación Universitaria Comfacaucá-Unicomfacaucá, Popayán, Colombia  
atorres@unicomfacaucá.edu.co

<sup>2</sup> Universidad del Cauca (Popayán-Cauca, Colombia)  
ccollazo@unicauca.edu.co

<sup>3</sup> Universidad Nacional de La Matanza (Buenos Aires, Argentina)  
amon@unlam.edu.ar

**Resumen.** Este documento proporciona información sobre el estado del arte de marcos o modelos de transformación digital en las organizaciones y la importancia del trabajo colaborativo en la implementación de procesos de transformación digital. También propone vías para futuras investigaciones en marcos colaborativos para la implementación de procesos de transformación digital en instituciones de educación superior. Utilizando una revisión sistemática de la literatura de 75 artículos, este documento proporciona una descripción general sobre procesos de transformación digital a través de 36 marcos o modelos identificados en diferentes sectores de la industria (24) incluyendo la educación superior (12). La Transformación digital es un cambio paradigmático esencialmente cultural, centrado en la experiencia y compromiso del cliente; que ocurre en un entorno de hiperconectividad y se caracteriza por la colaboración en todas las actividades de la cadena de valor; se habilita con tecnologías (disruptivas), nuevos modelos de negocio y nuevas competencias; e impacta en innovaciones organizacionales que provocan cambios en múltiples dimensiones, con énfasis en los procesos y modelos de negocio, y, simultáneamente, en las personas. Los hallazgos identificados indican pocos marcos o modelos de transformación digital con una hoja de ruta para su implementación (5%) y validación (6%) en instituciones de educación superior y 14% de marcos o modelos contemplan elementos de trabajo colaborativo para apoyar proceso de transformación digital en sus organizaciones, evidenciando una oportunidad para proponer un marco de trabajo colaborativo para la implementación de procesos de transformación digital en instituciones de educación superior que sea práctico, sostenible y con resultados.

**Palabras claves:** Transformación Digital, Trabajo Colaborativo, Marco de Trabajo.

## 1. Introducción

La transformación digital está surgiendo como una temática de interés no sólo en las comunidades científicas, sino como prácticas cada vez más recurrentes en las dinámicas organizacionales, que están sometidas a las presiones que imponen las tecnologías digitales, los nuevos modelos de negocio que se manifiestan en toda la cadena de valor, y las demandas personalizadas de los usuarios en un entorno de hiperconectividad[1]. Esta nace a partir de los efectos combinados de varias innovaciones digitales que generan nuevos actores, estructuras, prácticas, valores y creencias que cambian, amenazan, reemplazan o complementan las reglas que existen dentro de las organizaciones, ecosistemas, industrias o sectores [2]. No pocos autores han tratado de explorar el concepto de transformación digital a través de tres áreas de cambio principales: comportamiento del consumidor, procesos de negocio y modelos de negocios [3], [4], [5]. A partir de la revisión de la literatura, el concepto de transformación digital que se consolidó y unificó lo define como un proceso evolutivo de cambio en la cultura organizacional que se rige en un entorno de hiperconectividad con unos principios de colaboración para la digitalización de procesos en todas las actividades de la cadena de valor, que es habilitado con la adopción de tecnologías digitales e impacta en los procesos de gestión, modelos de negocio, creación de valor, eficiencia

y desempeño operacional; factible de implementar a partir de marcos de trabajo y puede evaluarse a través de modelos de madurez, e indicadores claves de desempeño.

Adicional a ello, las investigaciones coinciden en que el sector de la educación es una de las últimas industrias que ha iniciado cambios en una cultura digital porque está adherido a los viejos métodos y prácticas, el sector de la educación no es la excepción[6]. Por lo tanto, sigue sin estar claro o con poca evidencia qué tipo de modelo/s o marcos de trabajo de transformación digital puede implementarse en las Instituciones de Educación Superior que sean prácticos, sostenible y con resultados [7].

La transformación digital conduce a contextos de trabajo cambiantes y nuevos objetos de trabajo que dan lugar a la necesidad de colaboración a través de las fronteras ocupacionales. Sin embargo, hay una falta de modelos teóricos de colaboración interprofesional, particularmente con respecto a la competencia de colaboración interprofesional de los individuos (COCC)[18]. La colaboración interprofesional como forma crucial de trabajo en el Contexto de la Transformación Digital. [19] también afirma que la transformación digital contribuye a fomentar el trabajo colaborativo y la comunicación interna.

Considerando los problemas de conocimiento mencionados anteriormente surge la pregunta de investigación orientada al desarrollo de una propuesta de investigación doctoral ¿Cómo implementar un marco de trabajo colaborativo de transformación digital para mejorar la eficiencia de los procesos misionales en una institución de educación superior? Para ello se consideró pertinente en medio de un mapeo sistemático conocer resultados en otros sectores para fortalecer una propuesta como futura investigación porque la revisión sistemática de la literatura evidenció escasos marcos de trabajo validados en escenarios de educación superior para implementar procesos de Transformación Digital, mediado por un entorno de trabajo colaborativo para mejorar la eficiencia de los procesos misionales.

En este sentido el presente documento presenta en su sección 2, la metodología llevada a cabo para la realización de un mapeo sistemático, la sección 3 describe los resultados obtenidos en dicho mapeo sistemático, descritos por medio de un análisis cuantitativa y cualitativo, posteriormente la sección 4 presenta la discusión de los resultados, donde se confirman vacíos de conocimiento que permiten realizar investigaciones futuras de un marco de trabajo colaborativo para implementar procesos de transformación digital en instituciones de educación superior, y finalmente en la sección 5, se presentan las conclusiones definidas de este proceso.

## **2. Materiales y Métodos**

Para llevar a cabo el mapeo sistemático, se realizó el procedimiento definido por Petersen et al. [8][9] sin embargo, se complementa con los procedimientos de investigación propuesto por Hoyos Botero[10], El mapeo sistemático se realizó en tres fases: planeación, ejecución, documentación.

### **2.1. Fase Planeación**

- A. **Definición de la propuesta.** Este mapeo tiene como objetivo determinar y caracterizar el estado actual del conocimiento sobre definición y utilización de marcos o modelos de Transformación Digital para el sector de la educación superior, que dispongan de documentación sobre su validación para contribuir en el mejoramiento continuo de los procesos misionales. Se realizó desde el 2017 hasta 2022.
- B. **Preguntas de Investigación** Las preguntas de investigación presentadas en la Tabla 1 permiten conocer el estado actual de trabajos que han realizado aportes bajo la temática de transformación digital, como definición y aplicación de marcos o modelos de DT en diferentes sectores de la industria.

*Tabla 1. Preguntas de Investigación*

No.	Pregunta
P1	¿Cuáles son las investigaciones desarrolladas sobre transformación digital y trabajo colaborativo en las organizaciones?
P2	¿Qué tipo de soluciones han sido implementadas para facilitar la adopción de procesos de Transformación Digital en las organizaciones?
P3	¿Cuáles son los elementos o aspectos relevantes que se deben tener en cuenta en los procesos de Transformación Digital en las universidades?
P4	¿Cuáles son los marcos o modelos de transformación digital definidos para instituciones de educación superior?
P5	¿Qué iniciativas de trabajo colaborativo existen para apoyar procesos de transformación digital en funciones misionales de las universidades?
P6	¿Qué beneficios y desafíos conlleva la adopción de procesos de Transformación Digital en las organizaciones?

C. **Estrategia de búsqueda.** La cadena de búsqueda se construye con base en los pasos definidos por Kitchenham y Charters [11]. En la Tabla 2 se describen los términos usados en esta investigación para la construcción de la cadena de búsqueda. La búsqueda se realizó en los motores: Scopus, Science Direct y Web of Science, considerando los estudios realizados entre el 2017 y 2022.

*Tabla 2. Términos de búsqueda*

Cadena de búsqueda utilizada
((("Transformación Digital") OR ("Digital Transformation") OR ("Modelo de Transformación Digital") OR ("Digital Transformation Models") AND ("Trabajo Colaborativo") OR ("Collaborative work") OR ("Collaborative Work Model") OR (" Modelo de Trabajo Colaborativo"))

#### D. Selección de Criterios

**D1. Criterios de inclusión y exclusión.** Como criterios de inclusión artículos que (1) relacionados con digitalización y tecnologías digitales, (2) publicados entre los años 2017 y 2022, (3) sean aplicados a empresas y universidades, (4) la temática sea de trabajo colaborativo o transformación digital, 5) sean producto de investigación, workshops o conferencias. Se excluyen los artículos que: 1) no fueron publicados entre el 2017 y el 2022) no tratan temas de transformación digital, o trabajo colaborativo, 2) que solo presentan resumen, contenido de páginas web y blogs personales.

**D2. Criterios de Evaluación de Calidad.** Para medir la calidad de los estudios seleccionados y determinar los relevantes, se desarrolló un cuestionario con un sistema de puntuación de tres valores (-1, 0 y +1).

E. **Estrategia extracción de datos. Como método de síntesis, la información de estudios seleccionados, se extrajo y estructuró adaptando las fichas bibliográficas propuestas por Hoyos Botero [10]:** Identificación (título, autores, año de publicación, palabras claves), categoría de investigación, resumen, problemática, enfoque de solución metodológica,

conclusiones, Respuestas a preguntas de investigación, brechas de investigación identificadas, evaluación de calidad (0-7), aporte investigación actual.

## 2.2. Fase Ejecución.

Esta fase describe las etapas que permitieron identificar los estudios primarios potenciales para llevar a cabo el mapeo sistemático. La figura 1 indica el número de artículos incluidos durante el proceso de selección de estudios.

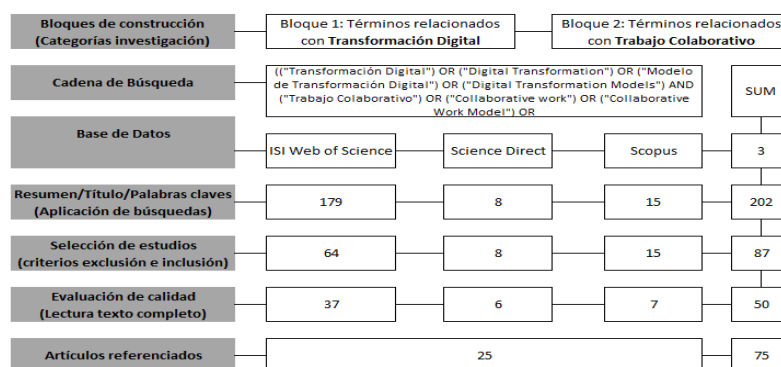


Fig.1 número de artículos incluidos durante el proceso de selección de estudios.

## 2.3. Fase documentación.

La herramienta *Parsifal* permitió documentar los datos a extraer de los artículos identificados como estudios primarios dentro del mapeo sistemático, como lo indica la sesión E. En el siguiente apartado se dará respuesta a la pregunta 4 relacionada con los marcos o modelos de transformación digital.

## 3. Resultados

En la literatura existente se encontraron 36 marcos o modelo de transformación digital agrupados por diferentes autores que coinciden en aspectos similares. Estos han sido clasificados entre marcos o modelos conceptuales de transformación digital, marcos o modelos de transformación digital y modelos de madurez digital. El 33% hacen parte del sector de la educación y el 67% otros sectores de la industria. Del sector de la educación se identificaron clasificados 6 modelos conceptuales, 4 modelos de transformación digital y 2 modelos de madurez. En otros sectores de la industria se encuentran discriminado de la siguiente manera: 1 marco colaborativo, 7 marcos de transformación digital, 1 modelo colaborativo, 5 modelos de madurez digital, 6 modelos conceptuales de transformación digital, 2 modelo de transformación digital, 1 marco conceptual de transformación digital y 1 taxonomía de transformación digital.

## 4. Discusión

En cuanto a modelos, marcos de transformación digital, el mapeo sistemático de literatura [12] arrojó que existen apenas contribuciones de métodos sistemáticos como metodología de investigación sobre Transformación Digital, mientras es más frecuente encontrar modelos conceptuales, marcos de trabajo y estrategias; y mucho más frecuentes, estudios de caso enfocados a áreas muy puntuales. Adicional a esto, como resultado del interés académico, se han

publicado numerosos marcos de transformación digital para abordar diferentes sectores y sus necesidades [13].

A pesar de los marcos identificados, sin embargo hay escasos marcos de trabajo validados en escenarios de educación superior para implementar procesos de Transformación Digital, mediado por un entorno de trabajo colaborativo para contribuir en el mejoramiento de los procesos misionales, tal como lo menciona [7], hay escasez de modelos de transformación digital prácticos, implementables y simples que combinen tecnologías, sistemas y fenómenos educativos.

Esta brecha teórica evidencia por lo tanto, que sigue sin estar claro qué tipo de modelo/s de transformación digital sostenible podrían adoptarse.[7]. Según la literatura se puede establecer que existen marcos o modelos de transformación digitales para diferentes sectores o ámbitos de la industria desde una mirada conceptual, con muy poca evidencia de marcos prácticos, implementables y con resultados alcanzados, lo cual indica un vacío de conocimiento como estado de solución en el sector de la educación.

Actualmente se evidenció escasos marcos de trabajo validados en escenarios de educación superior para implementar procesos de transformación digital en instituciones de educación superior que contribuya en la eficiencia de los procesos misionales mediado por un entorno colaborativo [5] [7]. Del mismo modo[14] reconocen que la transformación digital forma parte de este cambio al que se enfrentan todo tipo de organizaciones. En este contexto, las demandas de los clientes han cambiado [15], pidiendo requisitos personalizados [15].

Para eso, las organizaciones deberán responder rápidamente, con el apoyo del trabajo colaborativo [16]. Esto nos indica que otro factor de la Transformación Digital es el Trabajo Colaborativo. Para [1] la colaboración de extremo a extremo en toda la cadena de valor hace parte de los principios claves de la transformación digital. Esto demuestra cómo la adopción de prácticas colaborativas puede ayudar a las organizaciones a acelerar el proceso de transformación digital. [17] Del mismo modo [18] menciona que la transformación digital permite y requiere la colaboración entre ocupaciones.

Al realizar un análisis de los diferentes marcos o modelos de transformación digital identificados, se puede comprender que es pertinente que una organización pueda tener referentes en esta área de estudio para abordar procesos de transformación digital que pueda impactar el modelo de negocio para continuar en el mercado. Sin embargo, se resalta que el 86% de estos marcos o modelos son teóricos o conceptuales y solo el 8% son prácticos e implementables, el 5% contienen una hoja de ruta para llevar a cabo su implementación, el 14% contemplan elementos de trabajo colaborativo y el 11% han sido validados en una organización.

En cuanto a los vacíos de conocimiento mencionados en esta sección de discusión se recomienda específicamente la implementación de un marco de trabajo colaborativo que apoye los procesos de transformación digital en el sector de la educación validado en instituciones de educación superior.

## **5. Conclusiones**

No se evidenció en la literatura consultada, la implementación de un modelo de transformación digital en instituciones de educación superior que evidencie resultados obtenidos, Del mismo modo no existe un marco de trabajo colaborativo para implementar procesos de transformación digital en IES. Sin embargo, esta revisión se encuentra dentro de una investigación que pretende realizar un aporte en este punto. Por la literatura consultada se puede establecer un hilo conductor y evidencia que justifica el uso de marco de trabajo colaborativo, mediado por un entorno de trabajo colaborativo que permita mejorar la eficiencia de los procesos misionales en una IES.

Finalmente, una vez definido el modelo colaborativo de transformación digital, implementado y validado en escenario de educación superior, como trabajo futuro este trabajo tendría un gran valor al aplicarse en otros sectores de la industria al considerar lineamientos generales aplicables a otros tipos de lógica de negocio.

## Referencias

- [1] T. Delgado Fernández, “Taxonomía de transformación digital,” 2020. [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0002-4323-9674>
- [2] B. Hinings, T. Gegenhuber, and R. Greenwood, “Digital innovation and transformation: An institutional perspective,” *Inf. Organ.*, vol. 28, no. 1, pp. 52–61, 2018, doi: 10.1016/j.infoandorg.2018.02.004.
- [3] K. Schwertner, “Digital transformation of business,” *Trakia J. Sci.*, vol. 15, no. Suppl.1, pp. 388–393, 2017, doi: 10.15547/tjs.2017.s.01.065.
- [4] A. Bockschecker, S. Hackstein, and U. Baumöl, “Systematization of the term digital transformation and its phenomena from a socio-technical perspective – A literature review,” 2018.
- [5] M. H. Ismail, M. Khater, and M. Zaki, “Digital Business Transformation and Strategy: What Do We Know So Far? University of Cambridge,” *J. Univ. Cambridge*, no. November 2017, 2018, [Online]. Available: [www.cambridgeservicealliance.org](http://www.cambridgeservicealliance.org)
- [6] K. Kerroum, A. Khiat, A. Bahnasse, E. S. Aoula, and Y. Khiat, “The proposal of an agile model for the digital transformation of the University Hassan II of Casablanca 4.0,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 175, pp. 403–410, 2020, doi: 10.1016/j.procs.2020.07.057.
- [7] M. A. Mohamed Hashim, I. Tlemsani, and R. Duncan Matthews, “A sustainable University: Digital Transformation and Beyond,” *Educ. Inf. Technol.*, 2022, doi: 10.1007/s10639-022-10968-y.
- [8] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, and M. Mattsson, “Systematic mapping studies in software engineering,” *12th Int. Conf. Eval. Assess. Softw. Eng. EASE 2008*, pp. 1–10, 2008, doi: 10.14236/ewic/ease2008.8.
- [9] K. Petersen, S. Vakkalanka, and L. Kuzniarz, “Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 64, pp. 1–18, 2015, doi: 10.1016/j.infsof.2015.03.007.
- [10] C. H. Botero, *Un modelo para investigacion documental: guia teorico-practica sobre construccion de estados del arte con importantes reflexiones sobre la investigacion*. Señal Editora, 2000. [Online]. Available: <https://books.google.com.co/books?id=Wa3PAQAACAAJ>
- [11] B. Kitchenham and S. M. Charters, “Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering EBSE Technical Report EBSE-2007-01 Software Engineering Group School of Computer Science and Ma,” no. October 2021, 2007.
- [12] C. Gebayew, I. R. Hardini, G. H. A. Panjaitan, N. B. Kurniawan, and Suhardi, “A Systematic Literature Review on Digital Transformation,” *2018 Int. Conf. Inf. Technol. Syst. Innov. ICITSI 2018 - Proc.*, pp. 260–265, 2018, doi: 10.1109/ICITSI.2018.8695912.
- [13] Z. Van Veldhoven and J. Vanthienen, “Digital transformation as an interaction-driven perspective between business, society, and technology,” *Electron. Mark.*, 2021, doi: 10.1007/s12525-021-00464-5.
- [14] “Taxonomía de Transformación Digital | Revista Cubana de Transformación Digital.” <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/62> (accessed Jun. 20, 2021).
- [15] R. Morakanyane, A. Grace, and P. O’Reilly, “Conceptualizing digital transformation in business organizations: A systematic review of literature,” *30th Bled eConference Digit.*



- Transform. - From Connect. Things to Transform. our Lives, BLED 2017, pp. 427–444, 2017, doi: 10.18690/978-961-286-043-1.30.
- [16] C. P. Lopez, J. Aguilar, and M. Santorum, “Autonomous VOs management based on industry 4.0: a systematic literature review,” *J. Intell. Manuf.*, 2021, doi: 10.1007/s10845-021-01850-8.
- [17] C. Rocha, C. Quandt, F. Deschamps, S. Philbin, and G. Cruzara, “Collaborations for Digital Transformation: Case Studies of Industry 4.0 in Brazil,” *IEEE Trans. Eng. Manag.*, pp. 1–15, 2021, doi: 10.1109/TEM.2021.3061396.
- [18] A. Striković and E. Wittmann, “Collaborating Across Occupational Boundaries: Towards a Theoretical Model,” *Vocat. Learn.*, vol. 15, no. 2, pp. 183–208, 2022, doi: 10.1007/s12186-022-09284-w.
- [19] D. Abraham and C. Gaibor, “DIGITAL TRANSFORMATION IN TODAY’S UNIVERSITY,” 2020.

# Ingeniería de la colaboración aplicada al proceso productivo de empresas del sector gastronómico. Caso de estudio Miski Pastelería.

Juan D. Arboleda <sup>1</sup>, Andrés.F. Solano<sup>2</sup>, César A. Collazos <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Popayán, Cauca, Colombia.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ingeniería, Cali, Valle del Cauca, Colombia

<sup>3</sup> Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Popayán, Cauca, Colombia.

**Abstract.** La ingeniería de colaboración ofrece métodos y patrones para diseñar software, aplicables a procesos no informáticos, como la elaboración de pasteles personalizados. Se busca modelar la lógica de negocio basada en métodos colaborativos para mejorar la elicitación de requerimientos. Se introduce el contexto, se propone un marco teórico/metodológico, se aplica y evalúa con participantes.

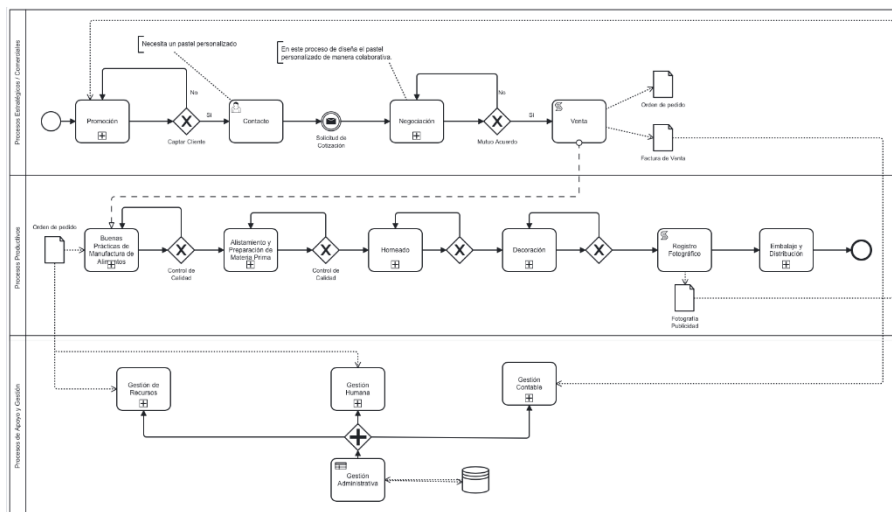
**Keywords:** Awareness, CSCW, Cake Decoration.

## 1. Introducción

### 1.1. Breve descripción etnográfica del contexto cultural de la pastelería:

*Inicio del Proceso:* El cliente necesita un pastel personalizado para celebrar un evento especial. El pastel personalizado es un artefacto [1], [2] que posee un alto valor simbólico dentro del orden social [1], tiene un valor emocional [1] para el individuo, y considerando sus implicaciones en las relaciones sociales y afectivas [5], también tiene un alto valor comunicacional [3]; la decoración de un pastel personalizado transmite un mensaje que evidencia la relación afectiva y emotiva [7] que se comparte a través artefacto [2]. *Procesos Estratégicos (Procesos Comerciales):* Un pastel personalizado implica un proceso colaborativo donde el cliente, el vendedor, y el pastelero comparten un objetivo en común: Realizar el diseño de la decoración del pastel. El proceso se compone por 4 actividades: Promoción, contacto, negociación y venta (Figura 1). *Procesos Productivos:* Los pasteleros y decoradores expertos materializan el pastel objeto de deseo según las especificaciones del formato de orden de pedido resultante del proceso estratégico. El proceso termina cuando el cliente recibe a satisfacción su pastel (Figura 1.). *Procesos de Apoyo (Procesos Administrativos):* Para garantizar el éxito de la operación productiva, están los procesos de apoyo y soporte, cuyo núcleo está compuesto por los procesos de gestión contable, procesos de gestión humana, y procesos de gestión de recursos (Figura 1.).

Fig. 1. Modelo de los macroprocesos de la pastelería en lenguaje BPMN (Business Process Model Language.).



### 1.1. Breve descripción del problema observado.

En el proceso de negociación colaborativa [4] entre el cliente, el vendedor y el pastelero en una pastelería, se utiliza un formato de papel fundamental para documentar [5] los requerimientos del producto. Sin embargo, este formato conlleva una carga cognitiva significativa debido a la necesidad de completar más de 90 casillas a mano, lo que resulta en confusiones, errores de ortografía, problemas de legibilidad y malentendidos. Estos desafíos afectan la comprensión y la eficiencia del pastelero/decorador al momento de realizar las tareas. Se cuestiona si este diseño de formato permite una representación eficiente del modelo mental del usuario [6].

## 2. Marco Metodológico.

La metodología es su primera fase, combina el diseño centrado en el usuario y en la cultura, se adaptan elementos, técnicas y herramientas al contexto cultural de la pastelería. Esto proporciona información organizada para comprender la lógica de negocio de la pastelería. En la segunda fase, teniendo un panorama general del proceso colaborativo, se realiza una descomposición atómica en tareas que a través del “ThinkLet” [7], el cual, permite identificar patrones de colaboración que pueden ser aplicados al tipo de tarea definida. Los “ThinkLet” son técnicas de facilitación entendibles, repetibles, transferibles, predecibles, lógicos y aceptados por el grupo, para ejecutar eficazmente una tarea compartida [8]. El “ThinkLet” aporta elementos para lograr un diseño de alta calidad, en conjunto forman un lenguaje de patrones de colaboración [9], y se define como un elemento de diseño lógico que incluye reglas abstractas para que los participantes logren el objetivo de un patrón de colaboración [10]. El “ThinkXel” es definido como una instrucción de facilitación atómica [7], que incluye unas reglas concretas y una función bien definida en el contexto [9], dicha instrucción formal o interfaz conduce a una actividad básica [8], [9].

Table 1. Metodología aplicada para el modelado del proceso colaborativo.

Fase	Actividades	Logros / Resultados Esperados
Diseño Colaborativo	Diagnostico de la actividad	- identificar metas, objetivos, entregables, recursos, habilidades.
	Descomposición de la actividad	-determinar el proceso básico. – identificar patrones de colaboración.
	Selección de ThinkLets	- determinar las actividades colaborativas compatibles
	ThinkXel	- identificar la instrucción atómica
	Documentación del diseño	- creación de agenda de la actividad diseñada
	Validación del Diseño	- ejecución y validación de la actividad colaborativa.

## 3. Aplicación de métodos y patrones en el caso de estudio.

Se busca diseñar un sistema groupware que soporte el proceso de negociación de pasteles personalizados. Para diseñar un sistema groupware, primero es necesario tener un dominio de la lógica de negocio de la empresa. Se aplica la metodología propuesta en el diseño de “ThinkLet” a los procesos cotidianos de la pastelería.

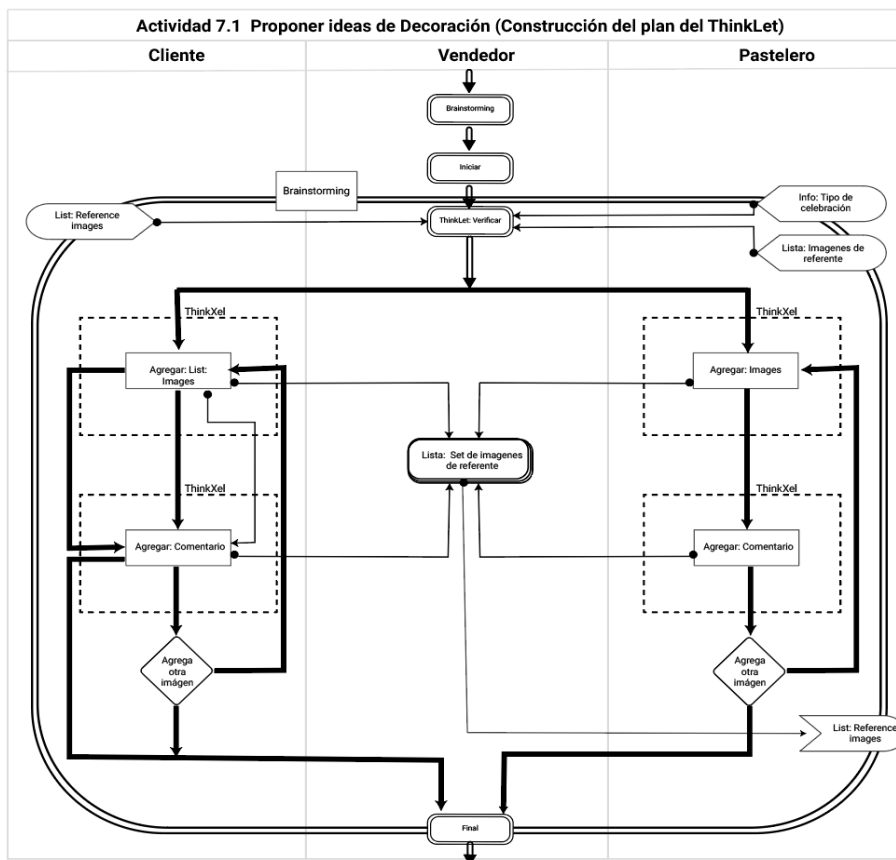
Cada “ThinkLet” aplicado a una actividad colaborativa del proceso de negociación de la pastelería, es adaptado a su contexto particular, basado en el marco teórico que propone los “Thinklet”, además se utiliza la metodología del “ThinXel” [7] para modelar dichas actividades en lenguaje GPML (Group Process Model Language) [7].

La fase de diseño colaborativo inicia con el diagnóstico de la actividad: Se debe tener un entendimiento general del proceso a intervenir, para identificar objetivos en común, requerimientos, entregables y participantes [11], [12]. Descomposición de la actividad: El proceso de negociación es evaluado, analizado, y descompuesto en actividades, que son

categorizadas según su tipo: colaborativo, cooperativo o individual. Cada actividad identificada y categorizada del proceso de negociación, se descompone en tareas atómicas, y se define su carácter: colaborativo, cooperativo o individual.

Selección de patrones de colaboración: ThinkLets. A cada tarea o subactividad, se le asocia un patrón de colaboración. Se ajusta el modelo del thinkLet a las actividades que se realizan en las actividades del proceso productivo de las pastelerías. Se construye la agenda detallada de todas las actividades pertenecientes al proceso de negociación de la pastelería. La agenda detallada es una herramienta que le permite al facilitador ejecutar el proceso colaborativo según el algoritmo diseñado. Modelado y uso del ThinXel. Para modelar el proceso colaborativo se utiliza la metodología ThinkXel, y se muestra como ejemplo el modelo de la actividad 7.1: Proponer ideas de decoración (figura 2)

Fig.2. Modelado de la actividad 7.1 proponer ideas de decoración asociada al thinklet Brainstorming.



#### 4. Resultados y conclusiones.

El resultado principal de este estudio es el modelado de las actividades colaborativas en el proceso de negociación. Para validar este modelo colaborativo, se creó un prototipo de interfaz de baja fidelidad en papel que se sometió a pruebas con usuarios clave, incluyendo un cliente, un vendedor y dos pasteleros. El objetivo de estas pruebas era evaluar si el modelo satisfacía sus necesidades identificadas.

Durante las pruebas realizadas en la pastelería, se asignó a los usuarios la tarea de diseñar la decoración de un pastel, guiados por las interfaces que seguían el flujo de trabajo colaborativo previamente modelado. Los resultados de estas pruebas confirmaron la validez de la lógica del modelo de negocio, lo que constituye un hito significativo. Además, se observó que el prototipo facilitó la comunicación entre los pasteleros durante el proceso colaborativo, gracias a la agenda de actividades proporcionada por los ThinkLets. También se destacó que el cliente experimentó una mayor facilidad para lograr los objetivos de cada tarea gracias a las instrucciones precisas del

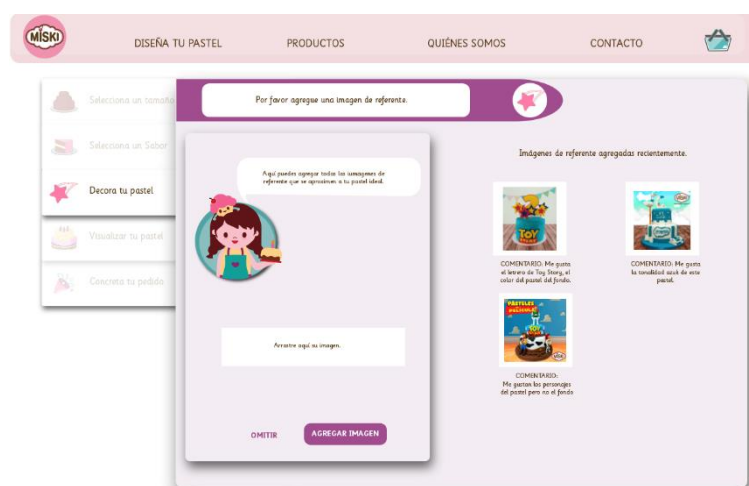
ThinXel. Se recopiló información sobre la experiencia general de los participantes al realizar actividades colaborativas, se evaluó la facilidad de uso del espacio de trabajo diseñado para la interfaz y se documentaron sugerencias para mejoras. Los participantes expresaron que las interfaces del prototipo del sistema groupware les proporcionaron una comprensión más clara del proceso, eliminando la dependencia de descripciones escritas de los requerimientos del pastel, lo que les permitió visualizar mejor las características estéticas del producto.

En base a los resultados obtenidos, se concluye que el modelo colaborativo diseñado para el proceso de negociación en la pastelería demuestra su eficacia y validez. La implementación exitosa del prototipo de interfaz de baja fidelidad en papel permitió confirmar la utilidad y la claridad del modelo propuesto.

El uso de herramientas como ThinkLets y ThinXel facilitó la colaboración entre los diferentes actores del proceso, mejorando la comunicación y la comprensión de las tareas a realizar. Esto tiene un impacto positivo en la eficiencia y la calidad de las interacciones dentro del proceso de negociación.

Para futuros trabajos, se recomienda analizar y evaluar los elementos gráficos específicos del contexto de la pastelería con el fin de implementarlos en el diseño de la interfaz de usuario. Esto contribuirá a mejorar la experiencia del usuario al incorporar elementos de carácter simbólico que reflejen de manera más precisa el entorno de la pastelería y sus valores estéticos. Estos avances continuarán respaldando la transformación digital y la eficiencia en el proceso de negociación de pasteles personalizados.

**Fig.3.** Prototipo de interfaz gráfica del ThinkXel: Agregar imagen de referente.



## 5. Referentes bibliográficos

- [1] E. Johansson and D. Berthelsen, “The birthday cake: Social relations and professional practices around mealtimes with toddlers in childcare,” in *Lived Spaces of Infant-Toddler Education and Care: Exploring Diverse Perspectives on Theory, Research and Practice*, Springer Netherlands, 2014, pp. 75–88. doi: 10.1007/978-94-017-8838-0\_6.
- [2] C. P. Hung, C. C. Chen, S. M. Wu, and P. L. Hung, “Exploring the attractive attributes and consumer preferences for dream cake,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing Ltd, Sep. 2020. doi: 10.1088/1757-899X/926/1/012030.
- [3] M. Miyatake, A. Watanabe, and Y. Kawahara, “Interactive Cake Decoration with Whipped Cream,” in *CEA 2020 - Proceedings of the 12th Workshop on Multimedia for Cooking and Eating Activities*, 2020, pp. 7–11. doi: 10.1145/3379175.3391711.
- [4] D. Marc Kilgour Colin Eden, “Second Edition Handbook of Group Decision and Negotiation.”

- [5] H. Fuks, A. Raposo, M. A. Gerosa, M. Pimental, and C. J. P. Lucena, “The 3C collaboration model,” in *Encyclopedia of E-Collaboration*, IGI Global, 2007, pp. 637–644. doi: 10.4018/978-1-59904-000-4.ch097.
- [6] C. Daniel and P. Sepúlveda, “Adaptación y formalización del modelo de representación, renderización y propagación del lenguaje Dataform.”
- [7] G. Graham Horton and G. Hans-Knud Arndt, “Diplomarbeit ThinXels und ThinkLets für Group Support Systems,” 2007.
- [8] G. L. Kolfshoten and G.-J. De Vreede, “ThinkLet Design Support Booklet,” 2006.
- [9] R. O. Briggs, groupsystemscom Gert-Jan de Vreede, sepatudelftnl F. Jay Nunamaker, and D. Tobey, “ThinkLets: Achieving Predictable, Repeatable Patterns of Group Interaction with Group Support Systems (GSS),” 2001.
- [10] G. L. Kolfshoten, R. O. Briggs, G. J. de Vreede, P. H. M. Jacobs, and J. H. Appelman, “A conceptual foundation of the thinkLet concept for Collaboration Engineering,” *International Journal of Human Computer Studies*, vol. 64, no. 7, pp. 611–621, Jul. 2006, doi: 10.1016/j.ijhcs.2006.02.002.
- [11] M. Gea, F. Luis Gutiérrez, J. L. Garrido, and J. J. Cañas, “AMENITIES: Metodología de Modelado de Sistemas Cooperativos.”
- [12] T. Shen, C. Gao, Y. Nagai, and W. Ou, “Deriving Design Knowledge Graph for Complex Sociotechnical Systems Using the AIA Design Thinking,” *Mobile Information Systems*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/6416061.

# **1º Workshop Cognición e Interacción**

## Cuadros basados en interacción tangible

Bruno Laureano<sup>1</sup>, Garay Francisco<sup>1</sup>, Lambre Jerónimo<sup>1</sup>, Medina Santiago<sup>2</sup>[0000-0001-6852-7165],  
Artola Verónica<sup>1</sup>[0000-0003-0833-1077] and Sanz Cecilia<sup>2</sup>[0000-0002-9471-0008]

<sup>1</sup> Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina

<sup>2</sup> III-LIDI – CIC, Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina  
{laureanobruno, jeronimo.lambre}@alu.ing.unlp.edu.ar, {fgaray, smedina, vartola,  
csanz}@lidi.info.unlp.edu.ar

**Abstract.** En este trabajo se presenta un cuadro interactivo que se enmarca en un proyecto que tiene como objetivo acercar historias de innovadoras destacadas de la informática en pos de visibilizar su participación fundamental en la disciplina y de promover el empoderamiento de las mujeres (ODS 5.b). En particular, se trabajó con Grace Hopper, pionera por desarrollar el concepto de compilador y por ser programadora de la histórica Mark I. El sistema consta de sensores y actuadores que permiten al usuario interactuar con el cuadro a través de artefactos conocidos como son: una llave de paso de agua y un interruptor de cuerda. El cuadro se encuentra expuesto en el Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica (CIyTT), donde se registran las interacciones que realizan los usuarios en el marco de visitas de escuelas y público general.

**Keywords:** Interacción Tangible, Cuadros Interactivos, Mujeres en ciencia y tecnología, Narrativas.

### 1. Introducción

La rápida evolución tecnológica que se produce en la actualidad se encuentra acompañada de un aumento en la complejidad de las tecnologías y en las necesidades de interacción y comunicación mediadas por éstas. Como consecuencia, los enfoques de desarrollo de interfaces centrados en el usuario enfrentan nuevos desafíos. Las interfaces de usuario avanzan más allá de la metáfora del escritorio, y las interacciones se desarrollan ampliando las posibilidades del teclado y el puntero a acciones como tocar y gesticular[1]. En este sentido, las Interfaces de Usuario Tangibles (TUI) [2] se presentan como un tipo de interfaz que se embebe en el ambiente en busca de reducir la brecha existente entre las personas, la información digital y el entorno. Las TUI ofrecen un amplio potencial para diferentes tipos de actividades educativas al proponer recuperar la manipulación de los materiales físicos y combinarlos con información digital. A lo largo de los años, diferentes marcos de diseño se han aplicado al desarrollo de sistemas basados en Interacción Tangible (IT), abriendo la puerta a nuevas formas de relacionarlos con los procesos de enseñanza y aprendizaje [3][4].

Las TUI pueden presentar diferentes formas de relación entre los objetos físicos y la información digital. En [3] proponen el concepto de 'grado de coherencia', con el que refieren al acoplamiento entre objeto físico y digital, en términos de un conjunto de propiedades subyacentes que determinan el efecto en la percepción del usuario. Así los autores proponen un continuum con una categorización que va desde herramientas de propósito general, con una coherencia débil, a otros que provocan la ilusión de un mismo objeto tanto física como digitalmente, con una coherencia fuerte.



En el desarrollo de las aplicaciones basadas en IT, un recurso que puede resultar de utilidad para la integración del escenario real como medio para interactuar con la tecnología, son las superficies interactivas, concepto clave de la IT [2]. Estas superficies posibilitan el acceso compartido a la información y pueden presentarse de manera vertical, como pizarras o cuadros, o de manera horizontal, como mesas interactivas (*table-tops*) [4][5].

11

Para aprovechar la interacción espontánea con las TUI, es necesario proveer información que guíe al usuario y que su utilización resulte familiar y natural. La acción del usuario y la reacción del producto se pueden acoplar para generar esta información guía, al tiempo que permita la libertad de interacción. Por lo tanto, el *feedback* y *feedforward* resultan importantes para que el usuario entienda cómo debe interactuar con la aplicación. El *feedback* se refiere a la información que ocurre durante o después de la acción del usuario y el *feedforward* es la información que ofrece el producto antes de que la acción del usuario tenga lugar [6]. Estos conceptos se retoman en el diseño del cuadro interactivo que aquí se propone.

En cuanto a los beneficios que ofrecen las TUI en procesos de aprendizaje, estos se vinculan principalmente con la manipulación de objetos físicos [7]. Las manipulaciones físicas tienen un valor intrínseco por fomentar el aprendizaje a través del descubrimiento e incorporar aspectos lúdicos [8]. Autores como Bruner y Piaget enfatizaron sobre la importancia del uso del cuerpo y la interacción con materiales físicos para el desarrollo cognitivo de lo/as niño/as y el aprendizaje [9]. En [3] y [10], se destacan las posibilidades que provee la combinación de la manipulación física con la información digital para el abordaje de conceptos abstractos. En este sentido, según trabajos como [11], las metáforas 'corporizadas' son de utilidad para trabajar en disciplinas como la música, la programación o las matemáticas. De acuerdo a los trabajos mencionados, el beneficio de los materiales físicos proviene del uso de las imágenes mentales formadas durante el trabajo con materiales físicos. Otras características que pueden resultar en aspectos de interés en procesos de aprendizaje son: la posibilidad de enfocar la atención en la tarea realizada [7], la atracción que generan en lo/as niño/as, y la motivación que provoca el tomar un papel activo en la tarea y en el aprendizaje en diferentes niveles educativos [12].

En la intersección entre estas tecnologías emergentes, campos de investigación y diferentes enfoques artísticos, se encuentran las Narrativas Digitales Interactivas (NDI), una forma de expresión narrativa en el medio digital. Las NDI ofrecen a los usuarios la capacidad de influir intencionalmente en aspectos destacados de una narración de manera que pueden participar en la creación de su propia experiencia narrativa, mediada por un sistema informático [13]. Este enfoque es de interés para los fundamentos de este artículo.

El presente trabajo detalla el diseño y desarrollo de un cuadro interactivo que incluye el uso de objetos físicos como metáforas para la interacción. Cada interacción provoca cambios sobre el cuadro, en forma de animaciones y da la oportunidad de tener una narrativa diferente según las acciones por las que se inicie. Las narrativas se vinculan con aspectos de interés sobre la vida del personaje que ilustra, en este caso Grace Hopper. De esta manera se busca despertar la curiosidad y promover el diálogo y la indagación sobre el personaje en cuestión por parte de los visitantes y quienes guían el recorrido por el espacio en donde se encuentra el cuadro.

De aquí en más el trabajo se organiza como sigue: en la sección 2 se presentan antecedentes de interés; en la sección 3 se describe el diseño del cuadro interactivo; en la sección 4 se presentan algunas consideraciones, y en la sección 5, las conclusiones y líneas futuras de trabajo.

## 2. Antecedentes

La IT en el ámbito educativo ha despertado el interés en diversas disciplinas. En experiencias en las que se han utilizado aplicaciones basadas en IT se ha demostrado éxito al alcanzar, en los grupos destinatarios, beneficios tales como: colaboración, motivación, disfrute, diversión y aprendizaje, entre otros [2].

Como experiencia previa, los autores de este trabajo han desarrollado aplicaciones educativas basadas en IT. Éstas fueron diseñadas para una mesa interactiva (*tabletops*) y ponen el foco en

diversos aspectos de la IT que se presentan como beneficiosos para procesos de enseñanza y aprendizaje. En [14] se aprovechan las posibilidades de las mesas interactivas relacionadas con el trabajo colaborativo. En [15] se destaca la manipulación de objetos conocidos y el tratamiento del *feedback* en la enseñanza y el aprendizaje de las fracciones. También se han estudiado trabajos basados en IT que han puesto el foco en pantallas verticales. Por ejemplo, en [16] se presenta una instalación de arte que utiliza plantas que cuelgan de finas cuerdas como interfaces naturales e incluye una pantalla que reacciona ante las interacciones con dichas plantas. Cuando un visitante interactúa con una planta, directa o indirectamente, la pantalla ofrece diferente *feedback*. Vinculado a la IT y a las narrativas, en [17] proponen una arquitectura llamada CHATS (*Cultural Heritage Augmented and Tangible Storytelling*) para técnicas personalizadas de narración digital sobre objetos tangibles. Los autores combinan técnicas de narración y visualización en un entorno dinámico que aumenta la experiencia del usuario. Un antecedente que resultó fuente de inspiración para este trabajo es la obra *Mechanical Masterpieces*. Esta obra es una colección de pinturas reinventadas para el siglo XXI con las cuales los espectadores pueden interactuar a partir de acciones que se realizan a través de piezas mecánicas [18]. Cabe destacar que los antecedentes mencionados han sido tomados en cuenta para el diseño del proyecto que se presenta en este artículo.

### 3. Diseño del cuadro interactivo

El cuadro interactivo basado en IT que se propone en este trabajo se orienta a presentar algunos de los aportes de Grace Hopper como una figura relevante e innovadora de la historia de la Informática. La elaboración del cuadro se realizó en capas: A) Una en la que se trabajó con el contenido del cuadro, B) otra en la cual se diseñaron las interacciones posibles y, C) la tercera, en la que se desarrolló el hardware y el software que permiten que el cuadro reaccione frente a las interacciones de los usuarios (Fig. 1).

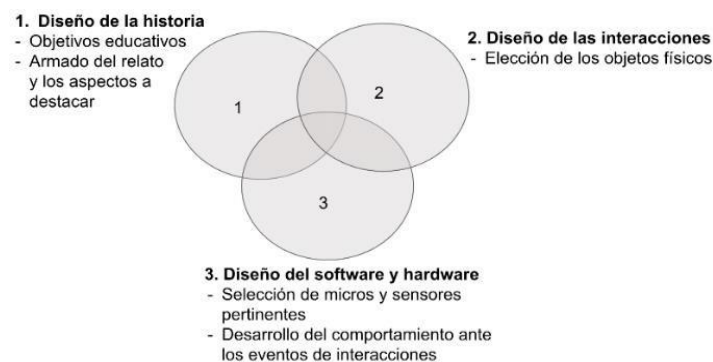


Fig. 1 Capas de diseño del cuadro interactivo

#### 3.1. Diseño de la historia

Inicialmente, en la capa de diseño de la historia, se definieron los objetivos educativos: difundir y destacar a mujeres innovadoras en la disciplina Informática, como referentes que motiven el empoderamiento de las mujeres (vinculado al ODS5). El público al cual apunta el desarrollo se orienta a estudiantes de la Facultad de informática, pero especialmente el foco está en el trabajo con jóvenes de últimos años de escuela media.

A partir del objetivo mencionado, para el armado del relato se escogió a Grace Hopper, quien se destacó en la disciplina informática entre los años 50 y 60 por sus aportes innovadores. Durante el diseño de este relato fue necesario seleccionar los aspectos a destacar de su vida, y fueron: 1) la concepción de un "traductor" de lenguaje inglés a lenguaje binario (compilador) y 2) el origen del término "*bug*". En primer lugar, para la Informática el nacimiento de los compiladores significó un cambio en la forma de trabajo por lo que resulta un tema de interés, y en segundo lugar, mencionar el origen del término "*bug*" para indicar un error en un dispositivo o en software, permite vincular a Grace con usuarios no puramente informáticos, que hoy utilizan el término.

El cuadro muestra inicialmente un dibujo que representa a Grace Hopper como si se tratara de una pintura en blanco y negro (Fig 2, derecha). A partir de las interacciones de los usuarios, el cuadro manifiesta cambios que reflejan los aspectos elegidos para destacar de la vida de Grace. Para reflejar la creación del compilador, se trabajó una metáfora con una corriente de agua formada por palabras en inglés que al llegar al límite del cuadro se transforman en 0 y 1. En cuanto al origen del término "bug", se incorporó una lámpara que inicialmente se encuentra apagada y al encenderla provoca que una polilla vuele. Los cambios que muestra el cuadro se presentan como animaciones y disparadores para los relatos que efectúan quienes guían la visita.

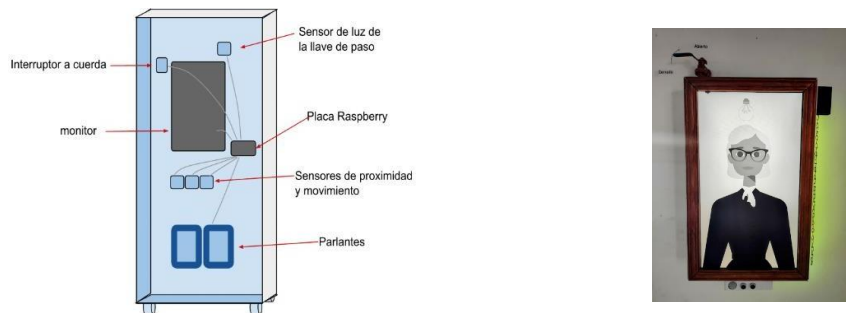


Fig. 2. Izq. Esquema técnico de la solución. Der. Cuadro de Grace Hopper, estado inicial.

### 3.2. Diseño de las interacciones

Para el diseño de las interacciones se buscó crear una interfaz que incluyera objetos que llamaran la atención de los usuarios, y de esta manera motivarlos a interactuar con la aplicación, y a la vez que resulte intuitiva y no requerir explicaciones de cómo utilizarla. En consecuencia, se pensó en artefactos cotidianos que son utilizados de manera natural por los usuarios, sin requerir instrucciones de uso y que puedan vincularse con la historia a contar [8]. En este proceso se realizaron distintas pruebas. Como resultado de este proceso de diseño, se decidió que para disparar la animación de la corriente de agua, se use una llave de paso (canilla) y para la animación del encendido de la lámpara, que hace volar a la polilla, se escogió un interruptor de luz a cuerda (Fig 2 der.). La llave de paso tiene 2 estados posibles: abierto y cerrado; y el cambio entre éstos, provocan un *feedback* [6][17][18]. Cuando el estado es abierto, se ejecuta la animación de agua corriendo que dura mientras el estado se mantiene. Cuando se cambia a cerrado, se ejecuta una animación de cierre de agua. El interruptor de luz genera un *feedback* por cada interacción que alterna entre apagado y encendido. Esto es, si es apagado, con una interacción pasa a estar encendido y viceversa. Cuando se pasa a estado encendido, el *feedback* consiste en la lámpara que se enciende y se muestra la animación de la polilla volando y Grace mueve sus ojos. Esta animación se ejecuta mientras no se detecte un nuevo evento del interruptor. Cuando el estado pasa a estar apagado, el *feedback* consiste en que se apaga la lámpara y la polilla se retira. En ambos casos, llave de paso e interruptor, provocan que el *feedback* sea inmediato al realizar la interacción.

### 3.3. Diseño de software y hardware

Para el diseño y desarrollo del hardware surgieron desafíos provenientes de adaptar los objetos escogidos al sistema del cuadro. Para la llave de paso, se trabajó con la estructura interna que consta de una esfera que al estar abierta permite el paso de luz, y al estar cerrada lo contrario. Se colocó un sensor de proximidad (TCRT5000), que es calibrado con un potenciómetro y permite determinar mediante una entrada binaria, si es que la canilla está abierta o cerrada. La llave fue colocada en la parte superior del cuadro, con la salida incrustada en el marco. En cuanto al interruptor, fue colocado en el lateral del cuadro para dar la sensación de unión con la imagen de la lámpara que aparece en el cuadro (Fig 2, der.). Éste funciona como "switch", por lo que no fue necesario agregar ningún sensor adicional para detectar su entrada.

En la parte inferior se colocó una combinación de un sensor ultrasónico (Hc-sr04) y un sensor de movimiento (HCSR501) (Fig.2, izq.). El primero es el encargado de medir la distancia a la que se

encuentra un usuario en línea recta al cuadro, y el segundo el detectar si hay o no una persona en las proximidades del cuadro. Se desea distinguir esta situación para ejecutar un audio que llama la atención e invita a acercarse cuando usuarios pasan cercanos al cuadro. Los sensores fueron conectados a una placa Raspberry Pi, del mismo modo que la pantalla y los parlantes. El desarrollo de las animaciones tuvo el desafío del límite de procesamiento propio de la placa Raspberry.

#### 4. Consideraciones finales

El cuadro se encuentra en exposición en el CIyTT de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata. En el centro se realizan talleres y los participantes recorren las distintas salas con proyectos de la Facultad de Informática. En la sala donde se encuentra el cuadro se realizan registros mediante video y observación participante, con el objetivo de analizar las interacciones y el impacto del cuadro. En el segundo período del año 2022, se instaló el cuadro en la sala en la que se presentan micro-relatos, en diferentes formatos, de innovadoras de la historia de la Informática. Se recibieron más de 200 personas de visita en el CIyTT durante este período, especialmente de escuelas de la región, y también de otras regiones del país a través del programa Viví la UNLP. En las visitas se registraron observaciones, en relación a: 1. las interacciones y experiencias de usuarios; 2. la historia de Grace y los aportes que se buscaba resaltar.

#### 5. Conclusiones y Trabajos futuros

En este trabajo se presentó un proyecto de diseño y desarrollo de un cuadro interactivo basado en el paradigma de interacción tangible. Se detallan los conceptos e ideas claves consideradas durante su concepción e implementación. En las bases teóricas se han tomado en cuenta los marcos de diseño de interacción tangible con los grados de coherencia entre objetos físicos y digitales, los conceptos de *feedback* y *feedforward* e ideas claves sobre narrativas digitales interactivas. También se estudiaron antecedentes que fueron inspiradores para llevar adelante el proyecto. El cuadro ya está instalado y en uso en el marco de talleres con estudiantes y público en general, se vienen registrando las interacciones y comentarios que posibilitan su evaluación.

Como trabajos futuros, se espera llevar adelante una encuesta para ver cómo los visitantes han logrado apropiarse y recordar lo que se les cuenta acerca de Grace Hopper. Al mismo tiempo, se llevarán adelante las mejoras que se han planteado a partir de los resultados presentados aquí.

#### Referencias

1. Stephanidis, C., Salvendy, G., Antona, M., Chen, J. Y., Dong, J., Duffy, V. G., et al. Seven HCI grand challenges. *Int. Jour. of Human-Computer Interaction*, 35(14), 1229–1269 (2019).
2. Ishii, H., Ullmer, B. Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In *Proc. of the ACM SIGCHI Conf. on human factors in computing systems*, pp. 234–241. NY, USA: ACM (1997).
3. Koleva, B., Benford, S., Hui Ng, K., y Rodden, T. A framework for tangible user interfaces. *Proc. of physical interaction (pi03), Work. on real world user interfaces. (2003)*
4. Artola, V., Sanz, C., y Baldassarri, S.: A Novel Tangible Interaction Authoring Tool for Creating Educational Activities: Analysis of its Acceptance by Educators. *IEEE Trans. on Learning Technologies*, pp. 1-14. (2022)
5. Piper, A. M., O'Brien, E., Morris, M. R., Winograd, T. Sides: a cooperative tabletop computer game for social skills development. In *Proc. of the 2006 20th Anniversary Conf. on computer supported cooperative work*, pp. 1–10. (2006).
6. Wensveen, S. A., Djajadiningrat, J. P., y Overbeeke, C. Interaction frogger: a design framework to couple action and function through feedback and feedforward. In *Proc. of the 5th Conf. on Designing interactive systems*, pp. 177–184. (2004).
7. Marshall, P. Do tangible interfaces enhance learning? In *Proc. of the 1st Intern. Conf. on tangible and embedded interaction*, pp. 163–170. NY, USA: ACM (2007).
8. Zuckerman, O., Arida, S., y Resnick, M. Extending tangible interfaces for education: Digital montessori-inspired manipulatives. In *Proc. of the SIGCHI Conf. on human factors in*

- computing systems*, pp. 859–868, NY, USA: ACM. (2005).
9. O'Malley, C., y Stanton-Fraser, D.: Literature review in learning with tangible technologies (Report 12). Bristol: Nesta FutureLab Series. (2004).
  10. Dillenbourg, P., y Evans, M. Interactive tabletops in education. *Int. Jour. of ComputerSupported Collaborative Learning*, 6(4), 491–514. (2011) 12
  11. Bakker, S., Antle, A. N., Van Den Hoven, E.: Embodied metaphors in tangible interaction design. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16(4), 433–449. (2012).
  12. Horn, M. S., Solovey, E. T., Crouser, R. J., y Jacob, R. J. Comparing the use of tangible and graphical programming languages for informal science education. In *Proc. of the sigchi Conf. on human factors in computing systems*, pp. 975–984. (2009).
  13. Roth C., y Koenitz H. Evaluating the User Experience of Interactive Digital Narrative. In *Proc.of the 1st Int. Work.on Multim. Alternate Realities*. pp. 31–36. ACM, NY, USA.(2016).
  14. Artola, V., Sanz, C., Pesado, P., y Baldassarri, S. ITCol. Tangible Interaction for Collaboration: Experiments Carried Out, *2016 Int. Conf. on Collab. Technologies and Systems*, Orlando, FL, 2016, pp. 172-179. (2016)
  15. Sanz, C. V., Nordio, M., y Artola, V. (2018). FraccionAR. In *Proc. of XIII Cong.Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Posadas (2018).
  16. Triebus, C., Druzetic, I., Dewitz, B., Huhn, C., Kretschel, P. y Geiger, C. Is a rose – A Performative Installation between the Tangible and the Digital. In *Pro- of the Fifteenth Int. Conf. on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (TEI '21)*. ACM, NY, USA, Article 80, 1–4. (2021)
  17. Trichopoulos, G., Aliprantis, J., Konstantakis, M., Michalakis, K., Mylonas, P., Voutos, Y., y Caridakis, G. Augmented and personalized digital narratives for Cultural Heritage under a tangible interface. In the 16th *Int. Workshop on Semantic and Social Media Ad-aptation & Personalization (SMAP)*, pp. 1-5. IEEE. (2021)
  18. Mendoza Neil, on the relationship human beings have with technology. <https://clot-mag.com/robotics-kinetics/neil-mendoza>, last accessed 2023/06/01.

# Bases de Datos Emocionales. Una caracterización con base en el modelo emocional

Astudillo Gustavo J. <sup>1</sup>[0000-0003-0645-6335], Sanz Cecilia V. <sup>2</sup>[0000-0002-9471-0008] y Baldassarri Sandra <sup>3</sup>[0000-0002-9315-6391]

<sup>1</sup> GrIDIE. Universidad de La Pampa, La Pampa, Argentina

<sup>2</sup> III-LIDI, Facultad de Informática. Universidad de La Plata, Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup> Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas Universidad de Zaragoza, España  
astudillo@exactas.unlpam.edu.ar

**Abstract.** La detección y procesamiento automático de emociones humanas tiene aplicaciones en diversos campos. El procesamiento automático requiere de grandes conjuntos de datos para entrenar los sistemas. Este artículo se centra en la identificación y categorización de Bases de Datos Emocionales que contienen videos etiquetados emocionalmente, el análisis se centra en los modelos emocionales utilizados. Se analizaron 70 bases de datos. Se pudo observar el uso mayoritario del modelo categórico, frente al puramente dimensional.

**Keywords:** Bases de Datos Emocionales, Modelo Emocional, Computación Afectiva.

## 1. Introducción

La detección y el procesamiento automático de emociones humanas tiene aplicaciones en distintos ámbitos. Por ejemplo, en el área de visión por computadora o el aprendizaje automático, se enfocan en dotar a las computadoras con capacidades de percepción similares a las humanas [1]. También puede verse aplicado en el contexto educativo a través de la detección de emociones en estudiantes [2], en empresas automotrices donde se intenta dotar a autos inteligentes de la capacidad de detectar emociones en conductores [3], en el desarrollo de juegos [4], o en publicidad para persuadir a los consumidores a comprar sus productos [5], entre otros.

Para lograr el reconocimiento de las emociones, y luego un modelado afectivo se requiere de grandes cantidades de datos para el entrenamiento y las pruebas de los sistemas [1]. Para esto es necesario contar con Bases de Datos Emocionales (BDE).

Una BDE es un repositorio de documentos multimedia etiquetados emocionalmente [6]. Los objetos digitales, alojados en estas bases de datos, contienen metadatos semánticos de alto nivel y una estimación estadística de la emoción que se espera tenga un sujeto cuando se exponga a cada documento multimedia [7].

Para construir una BDE, un problema clave es definir el modelo emocional a utilizar [8]. Una vez obtenidos los datos del usuario, se debe asociar a cada documento multimedia la/s etiqueta/s emocional/es. Para determinar el conjunto de etiquetas a utilizar, en general, se aplican dos modelos: categórico y dimensional [9]. En el primero, las emociones se describen mediante valores discretos. Uno de los modelos más difundidos es el de Ekman [10], en el que se utilizan alegría, tristeza, miedo, enojo, disgusto y sorpresa, para categorizar las emociones. A este grupo de emociones se las suele nombrar como “las seis básicas” (6B), así como también sumarle la categoría “neutral”, que indica un estado inicial o expresión neutral desde dónde debería iniciar la medición. Dentro del modelo categórico, también destaca la Rueda de las Emociones de Plutchik [11], la cual consiste en ocho emociones básicas (ira, anticipación, alegría, miedo, tristeza, asco, sorpresa y confianza) y ocho emociones complejas, cada una compuesta de dos emociones básicas, además el autor toma en consideración la intensidad de las emociones. En contraposición al modelo categórico, se presenta el enfoque dimensional, para el cual, las emociones se representan en un espacio n-dimensional. Por ejemplo, Russell [12] usa dos dimensiones (2D): *valence* (placer-displacer) y *arousal* (intensidad de la emoción), suele nombrarse como VA. Mehrabian [13] por su parte plantea un modelo 3D o PAD: *pleasure-arousal-dominance*.

En este artículo se identificaron un conjunto de BDE que contienen videos etiquetados emocionalmente, a la vez que se realiza una descripción/categorización de las BDE de acuerdo con su modelo emocional.

El resto del artículo se organiza como sigue: en la sección 2 se revisan trabajos relacionados, en la sección 3 se presenta la metodología utilizada para la identificación de las BDE, seguidamente, en la sección 4 se presentan y discuten los resultados. Finalmente, se exponen las conclusiones y trabajos futuros.

## 2. Trabajos relacionados

La identificación de una BDE que permita el entrenamiento del modelo es uno de los pasos necesarios para llevar adelante una investigación que involucre el reconocimiento de emociones. Algunas investigaciones dan cuenta de esta tarea.

En [14] analizan nueve BDE, teniendo en cuenta información sobre las emociones registradas, la generación de las emociones, la cantidad de ejemplos disponibles y la resolución de las imágenes/videos en las bases de datos. El artículo [7] presenta 24 bases de datos multimedia afectivas, destacando 5 con videos etiquetados emocionalmente. Las caracteriza en función de: contenido, modelo emocional, número de estímulos y año de publicación. En [15] revisan 85 BDE, 46 con videos. Utilizan criterios de clasificación como cantidad de participantes, elicitación emocional y formato de video. También se consideran categorías emocionales y datos adicionales para cada base de datos. En [16], se caracterizan 14 bases de datos de reconocimiento de emociones en videos, incluyendo mejoras y nuevas versiones. Se analizan aspectos como la cantidad de clips, la duración total de los videos, el género, la cantidad de anotadores, el modelo emocional utilizado y el método de obtención de las etiquetas. En [17], se analizan 54 BDE con videos. Se utilizan 18 características agrupadas en seis categorías para describir las bases de datos: población, modalidades, hardware de adquisición de datos, condiciones experimentales, protocolo experimental y anotaciones. En [18], los autores describen cinco bases de datos emocionales, considerando la cantidad de videos, modelo emocional, método de anotación, tipo de base de datos, licencia/acceso, formato de video, cantidad de sujetos y tamaño de la base de datos.

Cabe destacar que los trabajos van del 2017-2020 y en la presente investigación se llega hasta 2022. También [7, 14] llegan hasta 2017, por lo que presenta BDE anteriores a las aquí analizadas. En [14, 17, 18] solo analizan BDE con expresiones faciales, mientras este trabajo incluye BDE que registran autoevaluación afectiva, datos fisiológicos, videos 3D, entre otros. Finalmente, en este artículo se analizan 70 BDE que es un 30% más que el artículo que más BDE revisa (54, [17]). Esto se considera como un aporte de este trabajo.

## 3. Metodología

Se llevó adelante una Revisión Sistemática de Literatura basada en la propuesta de Kitchenham et al. [19]. Se definieron las siguientes preguntas de investigación: PI1: ¿Cuáles son las BDE de videos etiquetados emocionalmente, disponibles actualmente? Y PI2: ¿Cuál es el modelo emocional con el que etiquetan los videos?

Para responder las preguntas de investigación se revisaron las bases de ACM Digital Library, IEEE Xplore, Springer, Scopus y ScienceDirect (Elsevier), en el periodo de 2017 a 2022. Luego, se aplicó un proceso de muestreo por bola de nieve [20].

Se localizaron 91 artículos (16 ACM, 4 Springer, 22 IEEE Xplore, 42 Scopus, y 7 ScienceDirect), sobre un total de 2086. Se excluyeron 39 artículos y se incluyeron 18 a través de la técnica de bola de nieve. Así se obtuvieron 70 artículos (ver [gridie.exactas.unlpam.edu.ar](http://gridie.exactas.unlpam.edu.ar)), cada uno enfocado en la creación de BDE con videos.

## 4. Resultados y discusión

Partiendo del modelo emocional se definen las etiquetas emocionales con las cuales se identifican los videos. En este sentido, pudo observarse que se utiliza mayoritariamente el enfoque categórico (38/70) y en menor medida el dimensional (17/70). El resto (15/70), utilizan ambos enfoques.

Dado que el modelo categórico de Ekman [10] es muy utilizado, las BDE podrían agruparse en función de él como sigue: las que usan sólo Ekman (6B), las que usan Ekman más neutral, las que usan Ekman y otras categorías y, las que no usan Ekman. Así de las 53 BDE que componen este agrupamiento (se incluyen las que usan ambos modelos), 7 sólo usan Ekman, 11 usan Ekman más neutral, 11 usan Ekman y otras categorías y 24 usan otras categorías (sin incluir a Ekman) (ver Tabla 1).

Al hacer foco en el uso del modelo dimensional (32/70, se incluyen los que usan ambos modelos para el análisis), se puede observar que el mayor porcentaje (78%, 25/32) utiliza un modelo 2D, mientras que el 16% (5/32) utiliza el modelo 3D. Solo dos BDE usan una dimensión, *activation* en caso de RAVDESS y *valence* para VREED. Las BDE que usan el modelo 3D, en su mayoría miden *dominance*, pero Mementos usa *pleasure*, *arousal* y *dominance* (PAD); y BNU-LSVED 2.0 *pleasure*, *activation* y *dominance*. Una lista de BDE que usan este modelo en la Tabla 2.

**Tabla 1.** BDE que usan el modelo categórico.

<b>Categorías</b>	<b>Listas de BDE (* usan ambos)</b>
<b>6B</b>	ASD, CMU-MOSEI, DataseTROS, ElderReact, MFED, POD, RAMAS
<b>6B+Neutral</b>	Abtahi Dataset, AMIGOS*, AVANEmo, DEFE+, EEGMME, EVFEV*, MELD, MPED, OMG Emotion*, PEDFE, RAVDESS*
<b>6B+Otras</b>	ASD, CAS(ME)2, CAS(ME)3, CMU-MOSEI, ElderReact, FG-Emotions, MFED, POD, RAMAS, SAMM
<b>6B+Otras+Neutral</b>	CHEAVD, IMED, MAFW, MEmoR, MSP-Face*, SEMD
<b>Otras (no 6B)</b>	4DME, BNU-LSVED 2.0*, BoLD*, CPED, DAG*, DAiSEE, EmoWare, EmVidCap, ISED, MEVIEW, MMEW, MUMBAI, OL-SFED, SIE-Intensity, VR Dataset*, VRE:ED*, Werewolf-XL
<b>Otras+Neutral</b>	DEFE*, Ewalk, GEVC, HSDB, ME dataset, MEMOS, VREED

**Tabla 2.** BDE que usan el modelo dimensional.

<b>Dimensiones</b>	<b>Listas de BDE (* usan ambos)</b>
<b>2D</b>	ADdataset, AFEW-VA, Aff-Wild2, AMHUSE, ASCERTAIN, CEAP-360VR, COGNIMUSE, DAG*, DaLC, DIVRV, EMOEEG, EVFEV*, Ewalk, MAHNOB HCI, OMG Emotion*, PPB-Emo, Shukla Dataset, SWUME, VR Dataset*, PEM360
<b>2D Otras</b>	AMIGOS*, BoLD*, ROSbag-AD
<b>3D</b>	BNU-LSVED 2.0*, DEFE*, DEFE+, Mementos, MSP-Face*
<b>Otras</b>	RAVDESS*, VRE:ED*

Las seis emociones básicas propuestas por Ekman están ampliamente difundidas, y existen BDE que las utilizan (18 en este estudio), sin embargo, varios artículos plantean limitaciones al intentar reflejar las emociones humanas en sólo seis categorías [3, 21, 22]. Los datos alojados en una BDE impactan en el entrenamiento de los sistemas y en su posterior performance, por lo que en ocasiones las BDE extienden las 6B o hacen uso de otras categorías. Por ejemplo, en BDE para contextos específicos: DAiSEE, OL-SFED, BNU-LSVED 2.0 (contexto educativo); en MUMBAI o DAG (emociones en juegos); o DEFE (emociones al conducir vehículos).

## 1. Conclusiones y trabajos futuros

En el presente trabajo se realizó un análisis de 70 artículos que describen la creación de BDE que alojan videos etiquetados emocionalmente. Se hace foco especialmente en el modelo emocional con el que están etiquetados los datos.



Se pudo observar que se hace uso mayoritariamente del categórico, en comparación con el puramente dimensional. Si bien las seis emociones básicas están presentes, en varias BD el conjunto de categorías es extendido.

Las BDE analizadas alojan, en general, una gran cantidad de videos/clips etiquetados emocionalmente. Por lo que los investigadores podrían contar con importantes volúmenes de datos para el entrenamiento y testeo de sus sistemas emocionales. Un problema que se podría presentar, al intentar combinar varias BD, es que debería coincidir, al menos, el modelo emocional con el que estén etiquetados los datos.

En este artículo, por su extensión, sólo se expuso un análisis respecto del modelo emocional utilizado por las BDE, sin embargo, se avanza en otros análisis como: clasificación por contenido, e identificación de métodos de anotación y elicitación utilizados, esta información también es relevante para analizar la calidad de los datos.

## Agradecimientos

Trabajo financiado parcialmente por el III-LIDI – CIC, FI de la UNLP (Proyecto F11/023) y la FCEyN de UNLPam (RCD 484/20). Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i: TEMOR, TED2021-130374B-C22, financiado por MCIN/ AEI/10.13039/ 501100011033/ y por la Unión Europea NextGenerationEU/ PRTR.

## Referencias

1. Baveye, Y., Dellandréa, E., Chamaret, C., Chen, L.: LIRIS-ACCEDE: A Video Database for Affective Content Analysis. *IEEE Transactions on Affective Computing*. 6, 43–55 (2015). <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2015.2396531>.
2. Bian, C., Zhang, Y., Yang, F., Bi, W., Lu, W.: Spontaneous facial expression database for academic emotion inference in online learning. *IET Computer Vision*. 13, 329–337 (2019). <https://doi.org/10.1049/iet-cvi.2018.5281>.
3. Li, W., Cui, Y., Ma, Y., Chen, X., Li, G., Zeng, G., Guo, G., Cao, D.: A Spontaneous Driver Emotion Facial Expression (DEFE) Dataset for Intelligent Vehicles: Emotions Triggered by Video-audio Clips in Driving Scenarios. *IEEE Transactions on Affective Computing*. (2021). <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2021.3063387>.
4. Doyran, M., Schimmel, A., Baki, P., Ergin, K., Türkmen, B., Salah, A.A., Bakkes, S.C.J., Kaya, H., Poppe, R., Salah, A.A.: MUMBAI: multi-person, multimodal board game affect and interaction analysis dataset. *J Multimodal User Interfaces*. 15, 373–391 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12193-021-00364-0>.
5. Bhatia, T.K.: Emotions and language in advertising. *World Englishes*. 38, 435–449 (2019). <https://doi.org/10.1111/weng.12420>.
6. González-Meneses, Y.N., Guerrero-García, J., Reyes-García, C.A., Olmos-Pineda, I., González-Calleros, J.M.: Formal Protocol for the Creation of a Database of Physiological and Behavioral Signals for the Automatic Recognition of Emotions. In: Ruiz, P.H. and Agredo-Delgado, V. (eds.) *Human-Computer Interaction*. pp. 211–226. Springer International Publishing, Cham (2019). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-37386-3\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-37386-3_16).
7. Horvat, M.: A Brief Overview of Affective Multimedia Databases - ProQuest. Presented at the Central European Conference on Information and Intelligent Systems , Varaždin, Croacia (2017).
8. Song, T., Zheng, W., Lu, C., Zong, Y., Zhang, X., Cui, Z.: MPED: A Multi-Modal Physiological Emotion Database for Discrete Emotion Recognition. *IEEE Access*. 7, 12177–12191 (2019). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2891579>.
9. Horvat, M., Stojanović, A., Kovačević, Ž.: An overview of common emotion models in computer systems. In: 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO). pp. 1008–1013 (2022). <https://doi.org/10.23919/MIPRO55190.2022.9803498>.
10. Ekman, P.: Basic emotions. In: Dalgleish, T. and Power, M. (eds.) *Handbook of cognition and emotion*. pp. 45–60. John Wiley & Sons, Ltd (1999).

11. Plutchik, R.: Chapter 1 - A GENERAL PSYCHOEVOLUTIONARY THEORY OF EMOTION. In: Plutchik, R. and Kellerman, H. (eds.) *Theories of Emotion*. pp. 3–33. Academic Press (1980). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-558701-3.50007-7>.
12. Russell, J.A., Weiss, A., Mendelsohn, G.A.: Affect grid: A single-item scale of pleasure and arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*. 57, 493–502 (1989). 12
13. Mehrabian, A.: Pleasure-arousal-dominance: A general framework for describing and measuring individual differences in Temperament. *Current Psychology*. 14, 261–292 (1996). <https://doi.org/10.1007/BF02686918>.
14. Deshmukh, R.S., Jagtap, V.: A survey: Software API and database for emotion recognition. In: 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS). pp. 284–289 (2017). <https://doi.org/10.1109/ICCONS.2017.8250727>.
15. Haamer, R.E., Rusadze, E., Lüsi, I., Ahmed, T., Escalera, S., Anbarjafari, G.: Chapter 3. Review on Emotion Recognition Databases. In: *Human-Robot Interaction: Theory and Application*. pp. 40–63. BoD – Books on Demand (2018).
16. Zhao, S., Wang, S., Soleymani, M., Joshi, D., Ji, Q.: Affective Computing for Large-scale Heterogeneous Multimedia Data: A Survey. *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.* 15, 93:1-93:32 (2019). <https://doi.org/10.1145/3363560>.
17. Weber, R., Li, J., Soladić, C., Séguier, R.: A Survey on Databases of Facial Macro-expression and Micro-expression. In: Bechmann, D., Chessa, M., Cláudio, A.P., Imai, F., Kerren, A., Richard, P., Telea, A., and Tremeau, A. (eds.) *Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*. pp. 298–325. Springer International Publishing, Cham (2019). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26756-8\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26756-8_15).
18. Khan, G., Samyan, S., Khan, M.U.G., Shahid, M., Wahla, S.Q.: A survey on analysis of human faces and facial expressions datasets. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*. 11, 553–571 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13042-019-00995-6>.
19. Kitchenham, B., Brereton, O.P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., Linkman, S.: Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*. 51, 7–15 (2009). <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>.
20. Greenhalgh, T., Peacock, R.: Effectiveness and efficiency of search methods in systematic reviews of complex evidence: audit of primary sources. *BMJ*. 331, 1064–1065 (2005). <https://doi.org/10.1136/bmj.38636.593461.68>.
21. Wei, Q., Sun, B., He, J., Yu, L.: BNU-LSVED 2.0: Spontaneous multimodal student affect database with multi-dimensional labels. *Signal Processing: Image Communication*. 59, 168–181 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.image.2017.08.012>.
22. Kollias, D., Zafeiriou, S.: Affect Analysis in-the-wild: Valence-Arousal, Expressions, Action Units and a Unified Framework. arXiv:2103.15792 [cs]. (2021).

**DIIT**  
Departamento de Ingeniería e  
Investigaciones Tecnológicas



Universidad Nacional  
de La Matanza

COLABORAN

