



ISSN: 1646-9895

Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação  
Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información

D e z e m b r o 2 0 • D e c e m b e r 2 0



©AISTI 2020 <http://www.aisti.eu>

Nº 40

### **Edição / Edición**

Nº 40, 12/2020

**Tiragem / Tirage:** 1000

**Preço por número / Precio por número:** 17,5€

**Subscrição anual / Suscripción anual:** 30€ (2 números)

**ISSN:** 1646-9895

**Depósito legal:**

### **Indexação / Indexación**

Academic Journals Database, CiteFactor, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, IndexCopernicus, Index of Information Systems Journals, ISI Web of Knowledge, Latindex, ProQuest, QUALIS, SciELO, SCImago, Scopus, SIS, Ulrich's.

### **Propriedade e Publicação / Propriedad y Publicación**

AISTI – Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação

Rua Quinta do Roseiral 76, 4435-209 Rio Tinto, Portugal

**E-mail:** aistic@gmail.com

**Web:** <http://www.risti.xyz>

**Director**

Álvaro Rocha, Universidade de Lisboa, PT

**Coordenadores da Edição / Coordinadores de la Edición**

Bertil P. Marques, ISEP, Instituto Politécnico do Porto, PT

**Conselho Editorial / Consejo Editorial**

Carlos Ferrás Sexto, Universidad de Santiago de Compostela, ES

Gonçalo Paiva Dias, Universidade de Aveiro, PT

Jose Antonio Calvo-Manzano Villalón, Universidad Politécnica de Madrid, ES

Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo, ES

Ramiro Gonçaves, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT

**Conselho Científico / Consejo Científico**

A. Augusto Sousa, FEUP, Universidade do Porto, PT

Adolfo Lozano-Tello, Universidad de Extremadura, ES

Adrián Hiebra Pardo, Universidad de Santiago de Compostela, ES

Alberto Fernández, Universidad Rey Juan Carlos, ES

Alberto Freitas, FMUP, Universidade do Porto, PT

Alcinia Zita Sampaio, IST, Universidade de Lisboa, PT

Alejandro Peña, Escuela de Ingeniería de Antioquia, CO

Alexandre L'Erario, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, BR

Alicia García-Holgado, Universidad de Salamanca, ES

Alma Gomez-Rodríguez, Universidade de Vigo, ES

Ana Amélia Carvalho, Universidade de Coimbra, PT

Ana Isabel Veloso, Universidade de Aveiro, PT

Ana Maria Correia, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT

Ana Paula Afonso, Instituto Politécnico do Porto, PT

Anabela Mesquita, Instituto Politécnico do Porto, PT

Anacleto Correia, Escola Naval, PT

Angelica Caro, Universidad del Bío-Bío, CL

Ana Calvão, Universidade de Aveiro, PT

Ana Carla Amaro, Universidade de Aveiro, PT

Ana Melro, Universidade de Aveiro, PT

Ania Cravero, Universidad de La Frontera, CL  
Aníbal Zaldivar-Colado, Universidad Autónoma de Sinaloa, MX  
António Abreu, ISCAP, Politécnico do Porto, PT  
António Coelho, FEUP, Universidade do Porto, PT  
Antonio Fernández-Caballero, Universidad de Castilla-La Mancha, ES  
António Godinho, ISLA-Gaia, PT  
Antonio Jesus Garcia Loureiro, Universidad de Santiago de Compostela, ES  
Antonio Jiménez-Martín, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
António Palma dos Reis, ISEG, Universidade de Lisboa, PT  
António Pereira, Instituto Politécnico de Leiria, PT  
Armando Mendes, Universidade dos Açores, PT  
Arnaldo Martins, Universidade de Aveiro, PT  
Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES  
August Climent Ferrer, La Salle Open University, AD  
Beatriz Rodríguez, Universidad de la Republica, UY  
Beatriz Sainz de Abajo, Universidad de Valladolid, ES  
Bernabé Escobar-Pérez, Universidad de Sevilla, ES  
Borga Bordel, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
Bráulio Alturas, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT  
Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX  
Carlos Alexandre Silva, Instituto Federal de Minas Gerais, PT  
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT  
Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT  
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT  
Carmen Galvez, Universidad de Granada, ES  
Carlos Rabadão, Politécnico de Leiria, PT  
Carlos Rompante Cunha, Politécnico de Bragança, PT  
Ciro Martins, Universidade de Aveiro, PT  
Cristina M.R. Caridade, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT  
Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT  
David Fonseca, Universitat Ramon Llull, ES  
David Luis La Red Martínez, Universidad Nacional del Nordeste, AR  
David Ramos Valcarcel, Universidad de Vigo, ES

Debora Paiva, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, BR  
Dora Simões, Universidade de Aveiro, PT  
Edna Dias Canedo, Universidade de Brasília, BR  
Eduardo Amadeu Dutra Moresi, Universidade Católica de Brasília, BR  
Eduardo Sánchez Vila, Universidad de Santiago de Compostela, ES  
Enric Mor, Universitat Oberta de Catalunya, ES  
Eusébio Ferreira da Costa, Escola Superior de Tecnologias de Fafe, PT  
Fábio Marques, Universidade de Aveiro, PT  
Fernando Bandeira, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Fernando Bobillo, Universidad de Zaragoza, ES  
Fernando Moreira, Universidade Portucalense, PT  
Fernando Paulo Belfo, ISCAC, Politécnico de Coimbra, PT  
Fernando Ramos, Universidade de Aveiro, PT  
Fernando Ribeiro, Politécnico de Castelo Branco, PT  
Filipe Caldeira, Politécnico de Viseu, PT  
Filipe Montargil, Politécnico de Lisboa, PT  
Filipe Portela, Universidade do Minho, PT  
Francisco Javier Lena-Acebo, Universidad de Cantabria, ES  
Francisco Restivo, Universidade Católica Portuguesa, PT  
Gabriel Alberto García-Mireles, Universidad de Sonora, MX  
Gabriel Guerrero-Contreras, Universidade de Cádiz, ES  
Gerardo Gonzalez Filgueira, Universidad da Coruña, ES  
Gloria Piedad Gasca-Hurtado, Universidad de Medellín, CO  
Guilhermina Lobato Miranda, Universidade de Lisboa, PT  
Hélder Gomes, Universidade de Aveiro, PT  
Hélder Zagalo, Universidade de Aveiro, PT  
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT  
Henrique S. Mamede, Universidade Aberta, PT  
Higino Ramos, Universidad de Salamanca, ES  
Inês Domingues, CI-IPOP, PT  
Isabel Pedrosa, Instituto Politécnico de Coimbra, PT  
Isidro Calvo, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES  
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES

Ivaldir de Farias Junior, Universidade de Pernambuco, BR  
Ivan Garcia, Universidad Tecnologica de la Mixteca, MX  
João Paulo Ferreira, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT  
João Reis, Universidade de Aveiro, PT  
João Roberto de Toledo Quadro, CEFET/RJ, BR  
Jacinto Estima, Universidade Europeia, PT  
Javier Garcia Tobio, CESGA-Centro de Supercomputacion de Galicia, ES  
Javier Medina, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO  
Jeimy Cano, Universidad de los Andes, CO  
Jezreel Mejia, Centro de Investigación en Matemática (CIMAT), MX  
João Balsa, FC, Universidade de Lisboa, PT  
João Paulo Costa, Universidade de Coimbra, PT  
João Rocha da Silva, FEUP, Universidade do Porto, PT  
João Tavares, FEUP, Universidade do Porto, PT  
João Vidal de Carvalho, ISCAP, Politécnico do Porto, PT  
Joaquim Ferreira, Universidade de Aveiro, PT  
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT  
Jorge Bernardino, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT  
Jorge da Silva Correia-Neto, Universidade Federal Rural de Pernambuco, BR  
Jose Alfonso Aguilar, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX  
José Alvarez-Garcia, Universidad de Extremadura, ES  
José Borbinha, IST, Universidade de Lisboa, PT  
José Carlos Ribeiro, Politécnico de Leiria, PT  
José Cascalho, Universidade dos Açores, PT  
José Felipe Cocón Juárez, Universidad Autónoma del Carmen, MX  
Jose J. Pazos-Arias, Universidad de Vigo, ES  
José Luís Pereira, Universidade do Minho, PT  
José Luís Silva, Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), PT  
José Paulo Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT  
José Luis Pestrana Brincones, Universidad de Málaga, ES  
José Luís Reis, ISMAI - Instituto Universitário da Maia, PT  
Jose M Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES  
José Machado, Universidade do Minho, PT

Jose Maria de Fuentes, Universidad Carlos III de Madrid, ES  
Jose R. R. Viqueira, Universidade de Santiago de Compostela, ES  
José Silvestre Silva, Academia Militar, PT  
José Torres, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Josep M. Marco-Simó, Universitat Oberta de Catalunya, ES  
Juan Angel Contreras Vas, Universidad de Extremadura, ES  
Juan D'Amato, PLADEMA-UNCPBA-CONICET, AR  
Juan M. Santos Gago, Universidad de Vigo, ES  
Juan Manuel Fernández-Luna, Universidad de Granada, ES  
Jugurta Lisboa-Filho, Universidade Federal de Viçosa, BR  
Leila Weitzel, Universidade Federal Fluminense, BR  
Leonardo Bermon, Universidad Nacional de Colombia, CO  
Leticia Morales Trujillo, Universidad de Sevilla, ES  
Lucila Ishitani, PUC Minas, BR  
Lucila Romero, Universidad Nacional del Litoral, AR  
Luis Alvarez Sabucedo, Universidad de Vigo, ES  
Luís Bruno, Instituto Politécnico de Beja, PT  
Luis Camarinha-Matos, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Luís Caviqne, Universidade Aberta, PT  
Luis Chamba Eras, Universidad Nacional de Loja, EC  
Luís Ferreira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT  
Luis Enrique Sánchez Crespo, Universidad de Castilla-La Mancha, ES  
Luis Vilán-Crespo, Universidad de Vigo, ES  
Luisa Miranda, Instituto Politécnico de Bragança, PT  
Lus Sussy Bayona Ore, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, PE  
Magdalena Arcilla Cobián, Universidade Nacional de Educación a Distancia, ES  
Manuel Fernández-Veiga, Universidad de Vigo, ES  
Manuel Jose Fernandez Iglesias, Universidad de Vigo, ES  
Marcelo Marciszack, Universidad Tecnológica Nacional, AR  
Marcelo de Paiva Guimarães, Universidade Federal de São Paulo, BR  
Marco Painho, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Maria Amelia Eliseu, Mackenzie Presbyterian University, BR  
Maria Cristina Marcelino Bento, UNIFATEA, BR

Maria do Rosário Bernardo, Universidade Aberta, BR  
Maria Hallo, Escuela Politécnica Nacional, EC  
Maria Helena Garcia Ruiz, Universidad de Cantabria, ES  
María J. Lado, Universidad de Vigo, ES  
Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, PT  
Maria João Gomes, Universidade do Minho, PT  
Maria José Angélico, Instituto Politécnico do Porto, PT  
Maria José Sousa, Universidade Europeia, PT  
Marisol B. Correia, Universidade do Algarve, PT  
Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR  
Martín Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES  
Martín López Nores, Universidad de Vigo, ES  
Matías García Rivera, Universidad de Vigo, ES  
Mercedes Ruiz, Universidad de Cádiz, ES  
Miguel A. Brito, Universidade do Minho, PT  
Miguel Bugalho, Universidade Europeia, PT  
Miguel Casquilho, IST, Universidade de Lisboa, PT  
Mirna Ariadna Muñoz Mata, Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), MX  
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT  
Nuno Lau, Universidade de Aveiro, PT  
Nuno Melão, Politécnico de Viseu, PT  
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Oscar Mealha, Universidade de Aveiro, PT  
Patricia Dias, Universidade do estado de Minas Gerais, BR  
Patrícia Oliveira, Universidade de Aveiro, PT  
Paula Prata, Universidade da Beira Interior, PT  
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT  
Paulo Pinto, FCT, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Paulo Rurato, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Paulo Urbano, FC, Universidade de Lisboa, PT  
Pedro Araújo, Universidade da Beira Interior, PT  
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid, ES  
Pedro Sobral, Universidade Fernando Pessoa, PT



Pedro Sousa, Universidade do Minho, PT  
Pilar Mareca Lopez, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
Ramiro Delgado, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC  
Ramon Alcarria, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
Raul Laureano, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT  
Renato Maurício Toasa Guachi, Universidad Tecnológica Israel, Ecuador  
Ricardo J. Rodríguez, Universidad de Zaragoza, ES  
Ricardo Linden, FSMA, BR  
Rita Oliveira, Universidade de Aveiro, PT  
Rita Santos, Universidade de Aveiro, PT  
Roberto Theron, Universidad de Salamanca, ES  
Rodolfo Miranda Barros, Universidade Estadual de Londrina, BR  
Román Lara, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC  
Rubén González Crespo, Universidad Internacional de La Rioja, ES  
Rui Cruz, IST, Universidade de Lisboa, PT  
Rui José, Universidade do Minho, PT  
Rui Pedro Marques, Universidade de Aveiro, PT  
Rui S. Moreira, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Samuel Sepúlveda, Universidad de La Frontera, CL  
Santiago Gonzales Sánchez, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, PE  
Sara Balderas-Díaz, Universidad de Cádiz, ES  
Saulo Barbara de Oliveira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR  
Sérgi F. Lopes, Universidade do Minho, PT  
Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga, ES  
Sérgio Guerreiro, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, PT  
Silvia Fernandes, Universidade do Algarve, PT  
Solange N Alves de Souza, Universidade de São Paulo, BR  
Telmo Silva, Universidade de Aveiro, PT  
Teresa Guarda, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC  
Thiago Dias, CEFET-MG, BR  
Valéria Farinazzo Martins, Universidade Presbiteriana Mackenzie, BR  
Verónica Vasconcelos, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT  
Vicente Morales, Universidad Técnica de Ambato, EC

Victor Flores, Universidad Católica del Norte, CL

Victor Hugo Medina Garcia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO

Vitor Carvalho, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT

Vitor Santos, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT

Wagner Tanaka Botelho, Universidade Federal do ABC, BR

Xose A. Vila, Universidad de Vigo, ES



## **Aplicações dos sistemas de informação: Quais as áreas de aplicação?**

### ***Information systems applications: What are the application areas?***

Bertil P. Marques<sup>1,2</sup>

**bpm@isep.ipp.pt**

<sup>1</sup> Instituto Superior de Engenharia do Porto, Politécnico do Porto, Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4249-015 Porto, Portugal

<sup>2</sup> GILT - Games, Interaction and Learning Technologies, ISEP, 4249-015 Porto, Portugal

**DOI: 10.17013/risti.40.0**

#### **1. Introdução**

Um Sistema de Informação (SI) é um sistema constituído por pessoas, procedimentos e equipamentos que recolhem, processam, armazenam, e distribuem informação com objetivos específicos. Tal como qualquer outro Sistema, um SI é composto por inputs (dados, instruções) e outputs (relatórios, cálculos). O SI processa os inputs e produz outputs que são disponibilizados ao utilizador final ou a outros sistemas. Também é normal ser incluído um mecanismo de feedback que faz o controlo da operação. Tal como qualquer outro Sistema, um SI opera num determinado ambiente (Turban *et al.*, 1999). As organizações apresentam, na sua essência, um vasto conjunto de processos de gestão de informação. “qualquer organização (social), seja de que tipo for, pode e deve ser interpretada como um sistema de informação” (Rivas, 1989).

As principais funções do departamento de sistemas de informação (DSI), reflete com:

- Gestão de desenvolvimento de sistemas e gestão de projetos de sistemas;
- Planeamento, desenvolvimento e gestão da infraestrutura (hardware, software e comunicações);
- Gestão de operações de computadores incluindo o centro de informática;
- Recrutamento, formação e desenvolvimento de aptidões em SI;
- Proporcionar suporte técnico aos utilizadores finais.

Atualmente, em muitas organizações, o DSI deixou de desempenhar um papel puramente de suporte técnico, tendo um papel também na gestão e na estratégia da organização.

- O diretor do DSI tende a deixar de ser um gestor técnico, de tecnologias, para passar a ser um gestor de informação (CIO - *Chief Information Officer*). (Marcondes, 2019)

As áreas de aplicação dos sistemas de informação não têm limite, uma vez que a sua aplicação, como já foi referenciado mais atrás não é um software, mas sim um sistema composto por inputs e por outputs (Turban *et al.*, 1999).

Temos sistemas de informação com aplicações em áreas como as que poderemos identificar a seguir:

**Sistema de Bibliotecas** - Para a realização de projetos de sistemas de informação bem elaborados, o aspeto social e a cultura organizacional, são muito relevantes. O estudo de caso do Sistema de Bibliotecas da Unicamp trouxe para reflexão o quanto a Gestão do Conhecimento com abordagem em pessoas, pôde colaborar na criação de um ambiente favorável que proporcionou tanto a troca de conhecimento, como a condução do projeto. Os grupos Gestor e de Trabalho foram decisivos para o sucesso do empreendimento, reconhecendo a necessidade de se fomentar valores apropriados à inovação e ao compartilhamento do conhecimento, o estabelecimento de contatos pessoais, a análise de diferentes perspetivas, a abertura para a efetiva comunicação e o desenvolvimento de habilidades pessoais e profissionais (Andrade *et al.*, 2019).

**Educação** - Ao ser aplicado numa escola privada, através dos estudos feitos foi encontrado o modelo de gestão da tecnologia da informação mais adequado para ser implantado na organização, o ITIL. Seria exigido que as empresas de TI se adequassem ao modelo de gestão, que estudasse minuciosamente sua metodologia, suas boas práticas e colocasse em prática em todos os processos que eram realizados dentro da escola (Almeida e Araújo, 2019).

**Empresas de grandes dimensões (Cadeias Globais)** - o verdadeiro desafio para as empresas não é simplesmente ter uma tecnologia e/ou sistema de informação sofisticado, mas sim descobrir como utilizar esses recursos para permitir a criação e troca de conhecimento entre pessoas nas organizações, tornando-se primordial para o sucesso das organizações. Atualmente, a maioria das empresas possuem setores de TI/SI, mas a diferença real vem de como elas foram utilizadas para aumentar sua competitividade organizacional e para sobreviver e prosperar num mundo e mercado industrial baseado em economia do conhecimento. Duas áreas importantes aceleraram o surgimento de sistemas modernos de gestão de conhecimento: tecnologias de rede e bases de dados locais. O aumento dos computadores em rede permitiu codificar, armazenar e compartilhar certos tipos de conhecimento de forma mais fácil e econômica do que nunca (Civi, 2000).

**Saúde** - Segundo a HISMM –Healthcare Information and Management Systems Society - eHealth é uma aplicação de Internet, utilizada em conjunto com outras tecnologias da informação, focada na melhoria de acesso, de eficiência, da efetividade e da qualidade dos processos clínicos e assistenciais necessários a toda a cadeia de prestação de serviços de saúde. O único objetivo é prover melhores condições de tratamento ao

paciente e melhores condições de custeio ao Sistema de Saúde (Hummel, 2006). O Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) e Sistemas de Informação Hospitalar (SIH) são alguns exemplos de ferramentas de eHealth, que estão sendo utilizadas para integrar e compartilhar dados relacionados à saúde. O Prontuário Eletrônico do Paciente – PEP (ou EMR, do inglês Electronic Medical Records) é um documento digital e padronizado, constituído de um conjunto de informações históricas, acerca da saúde do paciente e da assistência a ele prestada em um determinado consultório ou qualquer estabelecimento de saúde. A construção do PEP baseia-se no princípio básico da integração da informação, que é coletada e registada em algum formato para que possa ser armazenada (Araújo *et al.*, 2019).

Poderíamos continuar com exemplo, na área da engenharia civil, geotecnia e minas. Na área da educação ramificando desde a matemática à robótica. Na saúde, indo para o campo da assistência social e podendo também passar pela agricultura.

Assim, tem havido uma grande e constante evolução das aplicações dos sistemas de informação em diversas áreas, conduzindo à necessidade de mudanças nas organizações (principalmente expansões), e havendo sempre uma constante evolução das próprias tecnologias, leva-nos a encontrar nos 9 artigos desta edição da RISTI um fio condutor que são os sistemas de informação e em que áreas se aplicam. Como pudemos ver acima, conseguimos aplicar a todas as áreas se seguirmos o conceito definido por Turban *et al.* (1999). E também podemos nos 9 artigos desta edição fazer essa leitura.

Neste contexto este número da RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação contém nove artigos, que foram selecionados depois de terem sido alvo de um exigente processo de avaliação pelos membros do conselho científico.

## 2. Estrutura

O primeiro artigo “**Curadoria de chatbots: conceptualização, estratégias e indicadores de desempenho**” da autoria Darío Reyes Reina e Clarice Cruz, tem o objetivo de analisar o fenómeno da curadoria de chatbots, para o qual foi realizado um estudo semiestruturado a profissionais experientes no desenvolvimento e na curadoria de chatbots. Este tema devido ao surgimento e expansão de inovações tecnológicas, (os chatbots,) tem ocasionado a formação de novas áreas de desempenho e/ou novos perfis profissionais. As principais descobertas do estudo, discutem-se sobre a relevância da curadoria de chatbots e possíveis compartilha das linhas de pesquisa.

O segundo artigo “**Utilización de la Teoría de la Información para evaluar el comportamiento de la estabilidad estática en amputaciones transtibiales**” da autoria de Lely A. Luengas-C., Daissy C. Toloza C. e Luis F. Wanumen, a teoria da informação (TI) foi usada para examinar a influência da amputação na estabilidade através de um caso de estudo comparando amputados e não amputados para comparação pela medição do centro de pressão (CoP). O estudo usando TI mostrou a incidência de deslocamento do CoP, dando indicação de resposta para manter a estabilidade postural. Este é o primeiro relato de análise de CoP em amputados transitivos usando TI.

No terceiro artigo “**Uso de la Tecnología de la Información y Comunicación en educación virtual y su correlación con la Inteligencia Emocional de**

**docentes en el Ecuador en contexto COVID-19**” da autoria de Zambrano Vacacela Luis Leonardo, propõem uma investigação não experimental, para demonstrar o nível de conhecimento e utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na educação virtual e sua correlação com a Inteligência Emocional (IE). Os resultados mostram que há poucas habilidades no uso das TIC e destacam que o aplicativo WhatsApp passou de um meio de comunicação instantânea para uma plataforma de aprendizagem.

De seguida, o quarto artigo **“Framework multimodal emocional en el contexto de ambientes dinámicos”** da autoria de Ierache Jorge, Sattolo Iris e de Chapperón Gabriela, apresenta os antecedentes do tema da computação afetiva. Aborda a importância dos avanços da tecnologia. São explorados os modelos emocionais dedutivos e categóricos. E são apresentados e discutidos os resultados gerais de um caso de uso realizado.

No quinto artigo **“Uso del Estándar ISO/IEC 29110 para Entrenar Estudiantes en Procesos de Ingeniería de Software”** da autoria María de León-Sigg , Juan L. Villa-Cisnerose de Blanca E. Solís-Recéndez, propõe-se usar a norma ISO / IEC 29110 para treinar os estudantes universitários a colmatar uma lacuna entre o que é aprendido durante a fase académica e o que realmente precisam de ter conhecimento para trabalhar na indústria de software. Utilizando a abordagem da pesquisa-ação, essa pode ser a solução para auxiliar na eliminação dessa lacuna na sua formação como engenheiros.

O sexto artigo **“Estudo Comparativo de Abordagens para Sistemas de Recomendação baseados em Personalidade com uso do serviço IBM Watson Personality Insights”** da autoria de Janderson Jason B. Aguiar , Joseana M. F. R. de Araújo e de Evandro de B. Costa , foi analisado se, com os avanços na detecção da personalidade, as abordagens de Filtragem Colaborativa baseadas em personalidade continuam a melhorar a acurácia das abordagens. No caso de uso, foram considerados utilizadores/clientes com características de personalidade inferidas via *IBM Watson Personality Insights*. Os resultados indicaram a possibilidade de melhorar a acurácia ao empregar outras abordagens.

No sétimo artigo **“Estudo da imagem da região turística de Lisboa”** da autoria João H. da Luz Cerdeira e Adriana Fernandes ilustra que para a reinvenção e reforma do setor do turismo se terá de investir fortemente na criação e gestão da percepção dos turistas sobre a imagem dos destinos turísticos, (prejudicado fortemente desde março de 2020, quando foi fortemente afetada pela pandemia Covid-19). O objetivo deste pretende analisar a imagem da região de Lisboa através da utilização de uma aplicação que utiliza uma metodologia de análise de três componentes de interações do turista com o destino: imagem Designativa, Estimativa e Prescritiva. Os resultados apresentados revelam a caracterização da região de Lisboa.

O oitavo artigo **“Garantia de Privacidade Versus Utilidade dos Dados em Anonimização: um estudo no ensino superior”** da autoria de Paula Prata, Maria Eugénia Ferrão, Wilson Santos e de Gonçalo Sousa, ilustra um processo de anonimização, comparando para vários modelos de privacidade a perda de informação e a utilidade do conjunto de dados resultante. Encontrar o equilíbrio entre privacidade e utilidade é um

desafio que pode ser mais facilmente alcançado por quem melhor conhece o significado dos dados e dos objetivos que se pretendem alcançar com eles.

Por fim, no último e nono artigo “**Previsões de mortalidade e de esperança de vida mediante combinação Bayesiana de modelos: Uma aplicação à população portuguesa**” da autoria de Jorge M. Bravo e de Mercedes Ayuso, desenvolve-se um modelo de previsão da mortalidade específica por idade e da esperança de vida mediante combinação Bayesiana de modelos (*Bayesian Model Ensemble*). Os modelos são calibrados à população portuguesa desagregada por sexo, tendo por base informação estatística relativa ao período 1960-2018 e às idades no intervalo 60-125 anos. São efetuadas previsões até 2050. Os resultados obtidos antecipam a continuação do aumento da esperança de vida em Portugal.

## Agradecimentos

Os editores gostariam de finalizar agradecendo a todos os que de forma direta ou indireta colaboraram com sucesso na produção deste número, incluindo os autores, comissão científica e equipa editorial, entre muitos outros. Através do seu interesse, participação e da qualidade e rigor do seu trabalho científico, agora publicado na RISTI, esperamos que continue a ser promovida a expansão da investigação qualitativa e quantitativa numa área tão relevante como é a dos Sistemas e Tecnologias de Informação.

## Referências

- Almeida, C. P., & Araújo, R. C. S. (2019). Gestão da Inovação em um Ambiente Educacional – Aplicação da Metodologia ITIL, *Revista Académica do curso de administração*, 1(1), 1-9.
- Andrade, A. M., Langhi, C., & Okano, M. T. (2019). Gestão do Conhecimento e Sistemas de Informação em Autarquia Pública do Estado de São Paulo. *South American Development Society Journal*, 5(14) 222. <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v5i14p222-235>.
- Araújo, D., Lima, D., Campos, P., Azevedo, V., & Barbosa, J. (2019). Como as Tecnologias de Informação e Comunicação Podem Revolucionar a Saúde e a Medicina. *Revista Científica E-Locução*, 1(15), 23. <http://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucacao/article/view/187>
- Civi, E. (2000). Knowledge management as a competitive asset: a review. *Market. Intell. Plann.*, 18(4), 166–174. <https://tinyurl.com/yajozlkr>. Acesso em: 27 dez. 2020.
- Hummel, G. S. (2006). eHealth– O iluminismo digital chega à saúde. As tecnologias de informação e comunicação revolucionando o setor de saúde. São Paulo: Editora STS.
- Marcondes, J. S., (2019) <https://gestaodesegurancaprivada.com.br/sistema-de-informacao-o-que-e-conceitos/>. Acesso em: 27 dez. 2020.



Ribeiro, J. S A. N. (2019). Gestão do conhecimento e sistemas de informação na cadeia de suprimentos global. *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação* (São Paulo), 15(2), 251-289. <https://rbbd.febab.org.br/rbbd/article/view/1203>. Acesso em: 27 dez. 2020.

Rivas, F. (1989). *Estruturas Organizativas e Informação na Empresa*. Lisboa: Domingos Barreira.

Turban, E., McLean, E., & Wetherbe, J. (1999). *Information Technology for Management – Making Connections for Strategic Advantage*. New York: John Wiley.



## Índice / Index

### EDITORIAL

Aplicações dos sistemas de informação: *Quais as áreas de aplicação?* .....xi  
*Bertil P. Marques*

### ARTIGOS / ARTICULOS / ARTICLES

Curadoria de chatbots: conceptualização, estratégias e indicadores de desempenho..... 1  
*Darío Reyes Reina, Clarice Cruz*

Utilización de la Teoría de la Información para evaluar el comportamiento de la estabilidad estática en amputaciones transtibiales ..... 15  
*Lely A. Luengas-C., Daissy C. Toloza C, Luis F. Wanumen*

Uso de la Tecnología de la Información y Comunicación en educación virtual y su correlación con la Inteligencia Emocional de docentes en el Ecuador en contexto COVID-19 ..... 31  
*Zambrano Vacacela Luis Leonardo*

Framework multimodal emocional en el contexto de ambientes dinámicos.....45  
*Ierache Jorge, Sattolo Iris, Chapperón Gabriela*

Uso del Estándar ISO/IEC 29110 para Entrenar Estudiantes en Procesos de Ingeniería de Software ..... 60  
*María de León-Sigg, Juan L. Villa-Cisneros, Blanca E. Solís-Recéndez*

Estudo Comparativo de Abordagens para Sistemas de Recomendação baseados em Personalidade com uso do serviço *IBM Watson Personality Insights*.....73  
*Janderson Jason B. Aguiar, Joseana M. F. R. de Araújo, Evandro de B. Costa*

Estudo da imagem da região turística de Lisboa ..... 89  
*João H. da Luz Cerdeira, e Adriana Fernandes*

Garantia de Privacidade Versus Utilidade dos Dados em Anonimização: um estudo no ensino superior ..... 112  
*Paula Prata, Maria Eugénia Ferrão, Wilson Santos, Gonçalo Sousa*

Previsões de mortalidade e de esperança de vida mediante combinação Bayesiana de modelos: Uma aplicação à população portuguesa ..... 128  
*Jorge M. Bravo, Mercedes Ayuso*

# Curadoria de chatbots: conceptualização, estratégias e indicadores de desempenho

Dário Reyes Reina<sup>1</sup>, Clarice Cruz<sup>1</sup>

[dario.reyes.re@gmail.com](mailto:dario.reyes.re@gmail.com); [clarice.cruz@hop.digital](mailto:clarice.cruz@hop.digital)

<sup>1</sup> Hop Research Group, Rua Líbero Leone 259, CEP 30493-145, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

DOI: [10.17013/risti.40.1-14](https://doi.org/10.17013/risti.40.1-14)

**Resumo:** Nos últimos anos o surgimento e expansão de inovações tecnológicas, como os chatbots, tem ocasionado a formação de novas áreas de desempenho e/ou novos perfis profissionais. Nesse sentido a presente pesquisa teve o objetivo de analisar o fenômeno da curadoria de chatbots, para o qual foram realizadas 10 entrevistas semiestruturadas a profissionais experientes no desenvolvimento e na curadoria de chatbots. Os resultados foram organizados em três apartados: 1) a conceptualização da curadoria de chatbots, 2) estratégias utilizadas na curadoria e 3) indicadores de desempenho. Por último, as conclusões finais sintetiza os principais achados do estudo, discute-se sobre a relevância da curadoria de chatbots e compartilha possíveis linhas de pesquisa.

**Palavras-chave:** curadoria de chatbots; teste de chatbots; agentes conversacionais

## ***Chatbots curation: conceptualization, strategies and performance indicators***

**Abstract:** In recent years, the emergence and expansion of technological innovations, such as chatbots, has led to the formation of new work areas of jobs and / or new professional profiles. In this sense, the present research aimed to analyze the phenomenon of chatbots curation, for which 10 semi-structured interviews were conducted with professionals experienced in the development and chatbots curatorship. The results were organized in three sections: 1) the conceptualization of chatbots curation, 2) strategies used and 3) performance indicators. Finally, the main conclusions of the study are summarize, it is discuss the relevance of chatbots improvement and possible lines of research.

**Keywords:** chatbots curation; Chatbots testing; conversational agents

## 1. Introdução

A recente popularização dos chatbots, ao igual que outros tipos de agentes conversacionais, têm causado no mercado de trabalho o surgimento de novos cargos e/ou de novas tarefas relacionadas com o desenvolvimento dessas soluções tecnológicas. O que começou com tímidas aproximações de profissionais de diferentes disciplinas como o design,

o jornalismo, a linguística, a engenharia de sistemas, a ciência da computação, o marketing, entre outras, que aprenderam na prática o que funcionava e o que não, solidificou-se ao longo do tempo em um conjunto de conhecimentos e práticas muito especializadas.

No exercício profissional na área voltou-se normal falar de especialistas em desenho de conversas e fluxos de diálogos, analistas de interação, criação de “chatbot personas”, estruturação de bases de conhecimento ou mapeamento de intenções dos usuários, por mencionar alguns exemplos. Um lugar de destaque das discussões contemporâneas trata-se da conveniência da maturação gradativa dos chatbots num processo nomeado de “curadoria de chatbots”.

Contudo, chama atenção a pouca consolidação da evidência relacionada com essa nova atividade. Desse modo, a presente pesquisa teve como objetivo analisar em que consiste a curadoria de chatbots, as estratégias e indicadores de desempenho que usam os trabalhadores dedicados ao desenvolvimento e aprimoramento dessas tecnologias. Para isso, realizou-se uma pesquisa qualitativa através de entrevistas semi-estruturadas aplicadas a 10 profissionais dedicados ao desenvolvimento e a curadoria de chatbots. As entrevistas foram transcritas e analisadas por meio da análise de conteúdo temático segundo Bardin (Bardin, 2011)

Começa-se com uma revisão de literatura que brevemente apresenta as linhas de pesquisa recentes sobre os chatbots, seu desenho, indicadores de desempenho e as propostas para sua avaliação.

Na seguinte seção, apresenta-se mais detalhadamente a metodologia de pesquisa que orientou o estudo e os participantes do mesmo. Posteriormente, apresentam-se os resultados divididos em três partes: 1) conceptualização de curadoria de chatbots, 2) estratégias implementadas na curadoria e 3) os principais indicadores de desempenho utilizados. Por último, encontram-se as conclusões finais do estudo e compartilha-se possíveis linhas de pesquisa.

## **2. Revisão de literature**

Os chatbots são softwares que interagem com as pessoas usando linguagem natural (Dale, 2016), simulando as conversas que temos entre humanos (Ciechanowski, Przegalinska, & Wegner, 2018; Morrissey & Kirakowski, 2013) e usando, principalmente, meios escritos.

Nos últimos anos devido à difusão dos chatbots em múltiplos e diversos domínios tem havido um crescente volume de estudos que focalizam sua atenção neles. No entanto, em particular a literatura sobre curadoria de chatbots é pouca, sendo que a maioria dos trabalhos abordam áreas correlatas.

A maior parte das pesquisas tem centrado seus esforços no entendimento dos fatores que influenciam a qualidade da interação humano-chatbot. Um caso sobressalente é a revisão de literatura de Chaves (2019), que sintetizou a evidência de 58 artigos em três grandes categorias de traços que deveriam ter os chatbots para satisfazer as expectativas dos usuários: 1) inteligência conversacional, que se refere às características dos chatbots que ajudam na gestão da conversa para que seja fluida e pertinente, 2) inteligência social, relacionada com as capacidades dos chatbots para entender e

adequar-se às convenções socialmente aceites, e 3) a personificação, que se trata da influência na interação humano-chatbot da atribuição de traços humanos aos chatbots.

Na área de indicadores de desempenho e modelos de avaliação de chatbots, pesquisadores como Radziwill (2017), Venkatesh (2018) e Kuligowska (2015), tem proposto um conjunto de atributos chaves que abrangem uma variedade de características que permitiriam uma avaliação integral do funcionamento desta tecnologia (ver Tabela 1). Estes atributos e indicadores são significativos na curadoria de chatbots, pois dirigem o olhar para os fatores mais relevantes, geram padrões de boas práticas e ajudam a estabelecer pontos de referência para mensurar se efetivamente as mudanças feitas no chatbot garantem uma boa experiência do usuário.

Outra abordagem seguida por pesquisadores como Vasconcelos (2017) e Bozic (2019), relaciona-se com a criação de ferramentas que automatizam algumas atividades no teste de chatbots. Vasconcelos (2017) descreve uma ferramenta, Bottester, que baseado em um corpus prévio de dados sobre perguntas e respostas frequentes simula a interação dos usuários com o chatbot. O objetivo desta solução é ajudar no aprimoramento do chatbot até que seja o suficientemente robusto, sem problemas críticos, para que possa ser liberado para testes com usuários reais.

Radziwill (2017)	Venkatesh (2018)	Kuligowska (2015) *
<p><b>Desempenho</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Robustez para entrada inesperada (% de sucessos)</li> <li>Fornecer canais de escalação apropriados (% de sucessos)</li> </ul> <p><b>Humanidade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Transparente (% de usuários que o classificaram corretamente como chatbot)</li> <li>Capaz de manter a discussão temática (pontuação de usuário ou de testador de 0 a 100)</li> <li>Capaz de responder a perguntas específicas (% de sucessos)</li> </ul> <p><b>Cordialidade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fornecer saudações e personalidade agradável (pontuação do usuário ou do testador de 0 a 100)</li> <li>Divertido, envolvente (pontuação do usuário ou do testador de 0 a 100)</li> </ul> <p><b>Acessibilidade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pode detectar significado e intenção (% de sucessos)</li> <li>Responde adequadamente às sugestões sociais (% de sucessos)</li> </ul>	<p><b>Experiência do usuário com a conversação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Avaliação dos usuários</li> <li>Avaliação dos usuários frequentes</li> </ul> <p><b>Envolvimento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de turnos no diálogo</li> <li>Duração total da conversa</li> </ul> <p><b>Coerência</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Taxa de erro de resposta: Número de respostas incoerentes / Número total de enunciados</li> </ul> <p><b>Domínio de temas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medida de entropia (grau de aleatoriedade) na distribuição de conversas em diferentes temas.</li> </ul> <p><b>Profundidade da Conversação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Média de turnos consecutivos no mesmo tópico</li> </ul> <p><b>Diversidade tópica / amplitude de conversação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tamanho do vocabulário</li> <li>Diversidade tópica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aparência Visual</li> <li>Forma de implementação no site</li> <li>Sistema de síntese da fala</li> <li>Conhecimento de temas básicos</li> <li>Conhecimento de temas especializados</li> <li>Apresentação de capacidades e funcionalidades adicionais</li> <li>Habilidades de conversação</li> <li>Sensibilidade ao contexto</li> <li>Traços de personalidade</li> <li>Opções de personalização</li> <li>Respostas de emergência em situações inesperadas</li> <li>Possibilidade de avaliar o chatbot e o site pelo usuário</li> </ul> <p>*Os atributos são avaliados de 1 a 5 segundo uma série de características</p>

Tabela 1 – Atributos para avaliação de chatbots

Por sua parte Bozic (2019), propõe o que chama “Teste de chatbot baseado em planejamento” (*Planning-based chatbot testing*) para avaliar de forma automatizada a capacidade do chatbot para atingir um objetivo, suportado no mapeamento prévio de um conjunto de condições e de ações que devem ser cumpridas. Assim, no seu estudo de caso sobre um chatbot com o intuito de guiar a reserva em um hotel, os pesquisadores geraram múltiplas sequências de mensagens que simulavam as possíveis interações dos usuários e testaram automaticamente se as mesmas conseguiram atingir o objetivo de reservar.

Resumindo, tanto Vanconcelos (2017) como Bozic (2019) propõem contextos experimentais sob controle dos pesquisadores com intuito de fazer testes, e, em consequência, tomar as medidas necessárias para robustecer os chatbots *antes* de serem liberados aos usuários finais.

### 3. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa qualitativa por meio de entrevistas semi-estruturadas aplicadas a profissionais brasileiros com experiência no desenvolvimento e na curadoria de chatbots. No total foram realizadas 10 entrevistas considerando o princípio de saturação teórica, segundo o qual, a coleta de dados é interrompida “quando se constata que elementos novos para subsidiar a teorização almejada (ou possível naquelas circunstâncias) não são mais apreendidos a partir do campo de observação” (Fontanella et al., 2011, p. 1).

Como critério único de inclusão os participantes deviam ter no mínimo um ano de bagagem trabalhando no desenvolvimento e na curadoria de chatbots, isto com o objetivo de garantir a pertinência da informação ao se tratar de pessoas com experiências e conhecimentos significativos (ver Tabela 2).

Participante	Anos de experiência com chatbots e outros agentes conversacionais	Gênero
1	1 ano	Masculino
2	2 anos	Masculino
3	4 anos	Masculino
4	4 anos	Masculino
5	4 anos	Feminino
6	4 anos	Feminino
7	3 anos	Feminino
8	8 anos	Feminino
9	5 anos	Feminino
10	1 ano	Feminino

Tabela 2 – Pessoas entrevistadas

As entrevistas, prévio consentimento dos participantes, foram realizadas virtualmente entre fevereiro e abril de 2020, para posteriormente serem transcritas e analisadas

por meio da análise de conteúdo temático segundo Bardin (Bardin, 2011). O roteiro da entrevista abordou três temas, em primeiro lugar, as características fundamentais da curadoria de chatbots, em segundo lugar as principais estratégias usadas na curadoria, e no terceiro os indicadores de desempenho usados nesta atividade. Nesta última seção, perguntou-se espontaneamente aos participantes quais eram os indicadores que usavam no seu cotidiano de trabalho, o motivo de uso, suas vantagens, desvantagens e caso fosse possível, que compartilhassem um caso ou exemplo real de uso. Foram coletados todos os indicadores mencionados pelos participantes e posteriormente foram agrupados em categorias maiores segundo suas similaridades e diferenças.

A análise foi feita em três fases: 1) pré-análise: consiste na familiarização com os dados e a geração das primeiras categorizações; 2) exploração do material: trata-se do aprofundamento nos dados e a criação de categorias maiores; e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação: gerando conclusões e modelos explicativos, e analisando as relações entre categorias e sua concordância ou não com a literatura prévia. Em particular, os resultados foram sintetizados gerando uma definição emergente de curadoria de chatbots, uma figura para mapear as estratégias usadas na curadoria e uma tabela com a classificação dos indicadores de desempenho citado pelos participantes.

## 4. Resultados

### 4.1. Conceptualização da curadoria de chatbots

Para os participantes a curadoria de chatbots tem três características fundamentais:

*I) Análise das interações reais dos usuários:* a curadoria é uma atividade que começa uma vez que o chatbot já está sendo utilizado pelos usuários finais. Nesse sentido, os testes de qualidade e usabilidade embora sejam recomendados no processo de desenvolvimento, trata-se de atividades essencialmente diferentes da curadoria já que acontecem antes dos chatbots serem liberados totalmente aos usuários.

Rosenberg (2006) propõe o conceito de “aprendizado pelo uso” para se referir ao processo de aprendizado que só tem início depois que a nova tecnologia começa a ser utilizada pelos usuários finais. Segundo o pesquisador, há algumas características dos artefatos tecnológicos impossíveis de serem previstas e que só revelar-se-iam depois de sua utilização intensiva e prolongada. Este aprendizado seria acumulativo e paulatino, gerando pequenos ganhos de eficiência que somados constituem um impacto muito maior no desempenho da tecnologia.

A curadoria de chatbots é um exemplo claro de aprendizado pelo uso. Toda vez que a partir da análise das interações dos usuários identificam-se imprevistos ou novos requerimentos que deveriam ser integrados ao chatbot para garantir sua qualidade.

Essa análise da interação é feita de duas formas que se retroalimentam:

**Análise Vertical:** consiste no entendimento do fluxo de interação dos usuários com o chatbot, qual caminho foi percorrido ou sequência de interações que tiveram com a máquina. Por exemplo, caso o chatbot tivesse o objetivo de auxiliar na compra de uma passagem, a análise vertical ajuda a identificar em que ponto do processo de reserva os usuários estão tendo dificuldades.



**Análise Horizontal:** abordagem abrangente sobre a interação dos usuários com o chatbot, analisando as perguntas, assuntos ou requerimentos mais comuns e a capacidade da máquina para resolvê-las.

*II) Processo paulatino e contínuo de aprimoramento:* a curadoria segue como princípio norteador a metáfora de um ser vivo, nesse caso o chatbot, que gradualmente vai crescendo, maturando e adquirindo maiores capacidades para lidar com múltiplos cenários e requerimentos mais complexos.

Este crescimento paulatino e contínuo é devido a vários motivos: 1) a medida que os usuários interagem com os chatbots e conhecem suas capacidades começam a exigir-lhes mais; 2) surgimento de novas necessidades dentro das organizações, por exemplo, lançamento de novos produtos ou novas regulamentações, que requerem a atualização do chatbot; 3) requerimentos dos usuários que não tinham sido mapeados durante o processo inicial de desenvolvimento.

É importante ressaltar que esse aprimoramento do chatbot não acontece de maneira automática, pelo contrário requer a dedicação de uma ou várias pessoas, os encarregados da curadoria, que devem julgar a pertinência e custo benefício das mudanças no chatbot.

*III) Arelado aos objetivos do chatbot:* a curadoria está intimamente relacionada com os objetivos que esperam ser atingidos com o chatbot, ou seja, trata-se de uma atividade situada no contexto e na estratégia definida por cada organização. Alguns exemplos compartilhados pelos participantes podem deixá-lo mais claro: caso o chatbot tivesse o objetivo de diminuir o número de pessoas procurando atenção telefônica, a curadoria provavelmente vai estar focada em garantir a resolução das dúvidas dos usuários pelo chat e na análise da retenção desse canal. Ou se o chatbot tivesse o objetivo de qualificar leads e se enquadra dentro de uma estratégia comercial, a curadoria vai estar focada no engajamento e a análise da qualidade da informação coletada dos leads ao longo das interações com o chatbot.

Esta característica da curadoria de chatbots é singular porque vai além do estritamente relacionado com o funcionamento da tecnologia, o curador deve visar um alinhamento entre os objetivos, a estratégia da empresa, as capacidades do chatbot e as características dos usuários.

Em síntese, considerando as três características identificadas define-se curadoria de chatbots como o processo de aprimoramento paulatino e contínuo baseado na análise da interação dos usuários com eles, particularmente, examinando sua capacidade de responder aos objetivos previamente definidos.

#### **4.2. Estratégias na curadoria de chatbots**

Na realização da curadoria de chatbots há duas grandes estratégias, o foco na identificação e conserto de problemas e o foco na evolução dos chatbots (Figura 1). No primeiro caso, estamos falando da ênfase na identificação de falhas ou vazios que devem ser solucionados por se tratarem de requerimentos dos usuários que previamente não tinham sido mapeadas no processo de desenvolvimento.

No segundo caso, trata-se de aprimoramentos emergentes, ou seja, novas características que o chatbot irá ganhar. Neste caso não se trata estritamente de “erros do chatbot” e sim de oportunidades para melhorar suas capacidades além do que inicialmente tinha sido planejado e implementado.

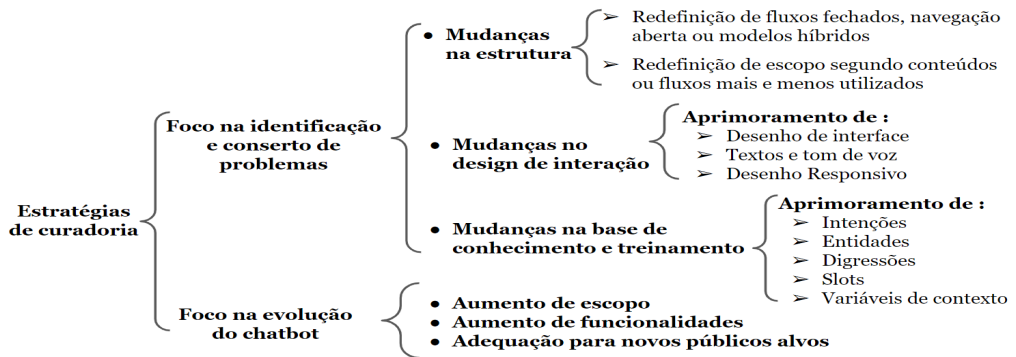


Figura 1 – Estratégias usadas na curadoria de chatbots

*Foco na identificação e conserto de problemas:*

- **Mudanças na estrutura:** geralmente os chatbots se enquadram em 3 tipos de estrutura. Em um extremo estão aqueles que oferecem exclusivamente fluxos de interação fechados, nos quais se espera que os usuários naveguem usando, principalmente, botões, menus, ou perguntas predefinidas que são sugeridas. No outro extremo, estão os chatbots que oferecem uma interação totalmente aberta, permitindo que em todo momento os usuários escrevam diretamente seus requerimentos no chat. No meio, encontram-se os chatbots com modelos híbridos, que misturam em determinados assuntos ou processos tanto a interação fechada como a possibilidade da interação livre pelo chat. Nesse contexto, parte da curadoria consiste em analisar as interações dos usuários e determinar as situações nas quais é melhor optar pelo fluxo fechado, a navegação aberta ou por modelos híbridos. Igualmente, uma mudança estrutural importante dos chatbots tem a ver com a análise dos fluxos, caso a estrutura for fechada, e os assuntos mais e menos consultados pelos usuários, caso for aberta, já que essa informação permite aos curadores decidir quais conteúdos e processos devem ser apagados ou ampliados.
- **Mudanças no design de interação:** um segundo ponto de atenção na curadoria está relacionado com a análise dos recursos visuais, textuais e técnicos usados na interface conversacional, bem como sua acessibilidade em diferentes plataformas. Pequenas mudanças na escrita de um texto, o tom de voz, ou nos recursos disponíveis no chatbot como botões, menus e carrosséis, terminam tendo um

impacto significativo na qualidade da interação. Em particular, os participantes mencionaram que testes A/B, análises heurísticas e o acompanhamento de alguns indicadores chaves, que aprofundaremos posteriormente, os ajudavam no julgamento desses elementos e na identificação das mudanças necessárias na interação.

- Mudanças na base de conhecimento e o treinamento do modelo inteligência artificial: parte rotineira da curadoria é o melhoramento da base de conhecimento e o treinamento do modelo de inteligência artificial por trás do funcionamento do chatbot. A maioria dos chatbots estão baseados no reconhecimento de intenções (intents) e entidades (entities), pelo que faz se necessário esclarecer esses conceitos. As intenções são propósitos ou objetivos dos usuários, por exemplo, em um chatbot de um banco uma intenção do usuário poderia ser “*saber o saldo da conta poupança*”. Enquanto as entidades, tratam-se de termos ou objetos, geralmente substantivos, que dão informação específica e relevante sobre uma intenção, no exemplo anterior “*conta poupança*” é uma entidade que permite saber a qual tipo de serviço financeiro o usuário está se referindo.

Deste modo, parte essencial da curadoria é analisar as escritas dos usuários e identificar nuances das intenções (utterances) e sinônimos ou novas entidades que deveriam nutrir a base de conhecimento do chatbot aumentando sua capacidade de entendimento.

Dependendo do chatbot, a curadoria também deverá prestar atenção ao que se conhece tecnicamente como Slots, digressões (digressions) e variáveis de contexto (context variables). Os slots são mecanismos que ajudam a coletar múltiplas informações compartilhados pelos usuários no percorrido do diálogo. No caso hipotético de um chatbot que ajuda a pedir pizza, um usuário poderia escrever no chat “*quero uma pizza de frango e de massa fina*”. Ao ter funcionando Slots, o chatbot poderia coletar a informação do requerimento de sabor do usuário (frango) e do tipo de massa (fina) e continuar perguntando por outros dados necessários para culminar o pedido da pizza.

As digressões referem-se às possibilidades do usuário voltar a um ponto anterior de seu diálogo com o chatbot. Retomando ao exemplo anterior, depois de ter pedido uma pizza de frango de massa fina o usuário poderia perguntar ao chatbot “*quanto demora em chegar o pedido?*”. Este responderia o tempo que demoraria em chegar, e depois por meio do funcionamento de digressões e slots poderia continuar o processo de pedido sem ter que coletar novamente as informações sobre o sabor da pizza e o tipo de massa.

Por último, estão as variáveis de contexto que ajudam a situar as circunstâncias e características particulares nas quais ocorre a conversação. Por exemplo, a informação sobre localização e hora são muito usadas como variáveis de contexto, já que situam a conversação permitindo ter um diálogo mais pertinente, obviamente, dependendo do foco particular do chatbot essas variáveis vão mudar.

Assim, a curadoria dedica esforços especiais na análise dos slots, nas digressões e nas variáveis de contexto já que são elementos que funcionando adequadamente permitem ter uma interação mais fluida e cumprem várias máximas do clássico princípio de cooperação das conversações (Price, 1975). Por um lado são recursos que ajudam a prevenir e corrigir erros, sendo coerente com a máxima da qualidade; situam a

conversação em um contexto com características particulares cumprindo a máxima da relevância; e permitem esclarecer possíveis ambiguidades e diminuir os desvios nas conversações satisfazendo a máxima do modo.

#### *Foco na evolução dos chatbots:*

O segundo grande foco na curadoria tem a ver com as estratégias de planejamento e desenvolvimento de novas características dos chatbots. Nesse caso, não se trata diretamente da resolução de problemas, e sim de oportunidades emergentes para aumentar sua abrangência, suas funcionalidades e suas capacidades para responder ao público alvo particular.

O aumento de escopo obedece, geralmente, a definição de novos objetivos que esperam ser alcançados pelo chatbot, fazendo necessário acrescentar assuntos sobre os quais o usuário pode perguntar ou novos processos que podem ser realizados no chatbot. Neste caso o desafio da curadoria além de avaliar a relevância desses acréscimos, está em criar e manter uma estrutura do chatbot o suficientemente flexível para aumentar seu escopo sem gerar conflitos com os desenvolvimentos anteriores e sem perder clareza e ordem.

O aumento de funcionalidades refere-se a utilização dos novos recursos que melhoram as capacidades do chatbot para entender e interagir com os usuários. Isto inclui integração com APIS para trazer e utilizar novas informações ao longo dos diálogos; inserção de novos modelos de processamento de linguagem natural, por exemplo, para facilitar a análise de sentimentos; disponibilização de novos recursos nas interfaces, por exemplo, menus, botões, checkbox, listas, carrosséis, sliders, imagens, vídeos, áudios, entre outros; além de qualquer outro desenvolvimento sob medida.

Para terminar, encontra-se a adequação do chatbot para novos públicos alvos, ou seja, a adaptação do chatbot para que a interação responda às particularidades de um grupo ou vários grupos de usuários através de mudanças no seu tom de voz, seu vocabulário e base de conhecimento. Por exemplo, caso um crescente uso de um chatbot por parte de pessoas de uma região específica seja identificado, o curador pode optar por passar de um “chatbot genérico” a um que ao perceber a localização do usuário utilize a mesma variação linguística das pessoas dessa região.

Sintetizando, a curadoria envolve um conjunto de estratégias complexas suportadas no entendimento do público alvo e sua interação com o chatbot, em certa medida, é como se os encarregados da curadoria cumprissem permanentemente o função fundamental de análise de requerimentos de usuários para garantir a qualidade do software (Barraza, 2017). O que demanda um olhar integral sobre múltiplos fatores: os objetivos do chatbot, o que motiva as pessoas a usar esse canal, quais assuntos procuram ou quais processos tentam realizar por ele, quais são as dificuldades que têm, e a análise do que funciona ou não no desenho conversacional (textos, fluxos, tom de voz, etc.) e nos recursos utilizados na interface (botões, carrosséis, etc.). Autores como Morales-Aguiar (2018) tem apontado o talento e os fatores humanos de ser elementos críticos no sucesso do desenvolvimento de software, neste caso, a curadoria se resulta em chatbots em processos paulatinos de aprimoramento, adquirindo maiores capacidades para entender ao usuário e se comunicar com fluidez.

### 4.3. Indicadores de desempenho usados na curadoria de chatbots

O monitoramento permanente de indicadores é uma tarefa fundamental da curadoria de chatbots, já que possibilita o julgamento do desempenho da solução e a avaliação do impacto das mudanças implementadas ao longo do processo.

Considerando que cada chatbot possui objetivos, características e públicos alvo particulares, os indicadores escolhidos na curadoria e sua interpretação vão depender de cada caso. Pelo mesmo motivo, os participantes manifestam a dificuldade da comparação dos indicadores entre diferentes chatbots, inclusive naqueles de um mesmo setor. Nesse sentido, a melhor alternativa para avaliar o desempenho é fazer um contraste permanente dos indicadores de cada chatbot versus seu próprio histórico.

Especificamente, foram identificados 4 tipos de indicadores usados rotineiramente na curadoria de chatbots (Tabela 3):

- *Indicadores de Cumprimento de Objetivos*: constitui o principal foco de atenção da curadoria, assim que na medida em que houver um melhoramento nesses indicadores o chatbot estaria apresentando um desempenho positivo. Estes indicadores variam em cada caso devido a que estão diretamente atrelados aos objetivos particulares definidos no momento do desenvolvimento do chatbot.

No entanto, geralmente são usados dois indicadores: I) Taxa de retenção, que se refere a % de usuários que resolve seu requerimento pelo chatbot, não precisando da utilização de outros canais de atenção.

II) Taxa de Conclusão, que se trata da % de usuários que consegue culminar com sucesso determinado processo ou objetivo dentro do chatbot. Por exemplo, se o objetivo do chatbot for qualificar leads por meio de 5 perguntas, a taxa de conclusão se refere a quantas pessoas chegaram até o fim e responderam às 5 perguntas. Além disso, é usual medir a “taxa de evasão ou análise de funil” em cada fase do processo. Voltando ao exemplo, seria calcular a % de leads que continuaram da pergunta 1 à pergunta 2, e assim sucessivamente.

- *Indicadores de Satisfação*: são indicadores que surgem ao pedir explicitamente ao usuário uma avaliação quantitativa de seu nível de satisfação da interação com o chatbot. Vale a pena salientar uma importante limitação desses indicadores que é a dificuldade das pessoas para julgar separadamente sua experiência com chatbot e da satisfação com a marca como um todo.

Embora exista uma variedade de formas para avaliar a satisfação, o Net Promoter Score (NPS), que usa uma nota de 1 a 10, e a avaliação por meio de 5 estrelas são as alternativas mais usadas. Em ambos casos, pela familiaridade dos usuários com as escalas e a possibilidade de fazer comparações com os níveis de satisfação de outros canais de atenção.

- *Indicadores de Assertividade*: trata-se de métricas que servem para avaliar a capacidade do chatbot para responder efetivamente os requerimentos dos usuários. Além disso, cumprem um papel fundamental na identificação de erros ou vazios que possui o chatbot. Nessa classificação encontram-se:

I) Gatilhos de Confusão: refere-se a % de interações que o chatbot não sabe como responder, pelo que deveria informar ao usuário: “isso não sei como responder”. Usualmente, a análise dos diálogos nos quais um gatilho de confusão é disparado termina sendo uma fonte direta para identificar limitações dos chatbots e planejar futuras soluções.

II) One Answer Success: trata-se da % de diálogos nos quais o chatbot teve a capacidade de resolver o requerimento do usuário precisando somente de uma interação. O indicador privilegia o princípio de economia na comunicação, no entanto, seu uso depende estritamente do desenho do chatbot, pois nem todos possuem essa lógica e propósito resolutivo.

III) Chatbot Rates: alude a % de respostas positivas que obteve o chatbot ao pedir ao usuário uma retroalimentação sobre sua resposta. Geralmente, o indicador é coletado perguntando textualmente ao usuário “Te ajudei? Sim ou Não” ou por meio de ícones de polegar para cima e para baixo.

Similar aos gatilhos de confusão, a análise dos casos que o usuário responde negativamente são uma fonte explícita para futuros aprimoramentos do chatbot. Contudo, o entendimento da situação problema deve ser realizado com muito cuidado já que podem acontecer falsos negativos, isto é, ocasiões nas quais o usuário disse que a resposta não o ajudou, mas o chatbot respondeu “corretamente” segundo seu prévio treinamento. Nessas circunstâncias, deve ser analisado o diálogo como um todo para ter uma melhor compreensão, e se for o caso, rever a base de conhecimento e as respostas estipuladas para cada intenção.

IV) Índice de Confiança das Intenções: usualmente os chatbots baseados em intenções permitem ter um índice de confiança do reconhecimento das mesmas em uma escala de 0 a 1, sendo 1 o máximo valor possível. A análise desse indicador permite a identificação de possíveis problemas na base de conhecimento e o treinamento do modelo de inteligência artificial, bem como ambiguidades entre diversas nuances (utterances) das intenções.

Tipo de Indicador	Indicador
Cumprimento de objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taxa de retenção (% de usuários que resolve seu requerimento pelo chatbot, não precisando da utilização de outros canais de atenção)</li> <li>- Taxa de conclusão (% de usuários que conseguem culminar com sucesso determinado processo)</li> </ul>
Satisfação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Net Promoter Score (Avaliação de 1 a 10, sendo 10 a máxima nota)</li> <li>- 5 Estrelas (Avaliação de 1 a 5, sendo 5 a máxima nota)</li> </ul>
Assertividade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gatilhos de confusão (% de interações que o chatbot não sabe como responder, pelo que deveria informar ao usuário: “isso não sei como responder”)</li> <li>- One Answer Success (% de diálogos nos quais o chatbot teve a capacidade de resolver o requerimento do usuário precisando só uma interação)</li> <li>- Chatbot Rates (% de respostas positivas quando o chatbot pede ao usuário por retroalimentação: “Te ajudei? Sim _ Não _”)</li> <li>- Índice de confiança das intenções</li> </ul>

Tipo de Indicador	Indicador
Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usuários x período de tempo</li> <li>- Interações x período de tempo</li> <li>- Média de Interações por sessão</li> <li>- Tempo Médio por sessão</li> <li>- Intenções mais e menos usadas</li> <li>- Entidades mais e menos usadas</li> <li>- Assuntos mais o menos usados</li> <li>- Fluxos mais e menos usados</li> </ul>

Tabela 3 – Indicadores usados na curadoria de chatbots

- *Indicadores de Uso*: são indicadores que ajudam a entender a utilização dos chatbots. Nessa classificação encontram-se algumas métricas genéricas como número de usuários e de interações por período de tempo, o tempo médio da interação do usuário com o chatbot, e a média de interações dos usuários, ou seja, quantas mensagens são intercambiadas em cada sessão.

Esses indicadores sempre devem ser analisados em contexto, levando em conta os objetivos do chatbot e a plataforma na qual está alojado. Por exemplo, um maior tempo médio da sessão de um chatbot em WhatsApp versus a mesmo chatbot alojado em um aplicativo poderia se explicar, simplesmente, porque os usuários de WhatsApp estão fazendo múltiplas atividades ao mesmo tempo, esquecendo de escrever no chatbot.

Por último, estão os indicadores sobre intenções, entidades, assuntos e fluxos mais e menos utilizados nas interações. Neste caso, trata-se de métricas que ajudam a determinar os principais interesses dos usuários e decidir quais conteúdos ou processos que podem ser realizados no chatbot deveriam ser ampliados, ou apagados.

Um achado relevante é a diferença entre os indicadores de desempenho utilizados no exercício profissional pelos encarregados da curadoria com aqueles mencionados pela literatura. Por um lado, Kuligowska (2015), Radziwill, (2017) e Venkatesh (2018) sugerem um amplo conjunto de atributos a serem considerados, que em grande medida, abrangem as características de inteligência conversacional, inteligência social e personificação mencionados por Chaves (2019) para oferecer uma boa interação humano-chatbot.

Por outro lado, no exercício profissional da curadoria ganha uma relevância muito maior os indicadores relacionados com o cumprimento de objetivos, que não foram identificados na bibliografia. Só implicitamente há alguns indicadores usados no cotidiano da curadoria com alguma relação com a literatura: os indicadores de satisfação são similares aos atributos experiência de usuário de Venkatesh (2018) e avaliação de usuário de Kuligowska (2015); os de assertividade com os atributos de desempenho e acessibilidade de Radziwill (2017) e os de habilidades de conversação e sensibilidade ao contexto de Kuligowska (2015); enquanto os indicadores de uso, tem relação com os atributos de envolvimento e profundidade da conversação de Venkatesh (2018).

## 5. Conclusões

A curadoria de chatbots é uma tarefa complexa que envolve um conjunto de habilidades, conhecimentos e estratégias altamente especializadas. Como foi apontado, é impossível prever todos os requerimentos dos usuários ou os cenários possíveis nos quais os chatbots vão ser usados. Nesse sentido, o aprimoramento contínuo e permanente por meio da curadoria é uma atividade fundamental para garantir a qualidade das interfaces conversacionais.

Embora existam avanços relevantes na área de aprendizado automático e no mercado se fala coloquialmente da capacidade das máquinas e dos algoritmos para aprender por si só, a presente pesquisa evidenciou uma realidade totalmente distinta. A curadoria está muito longe de ser automatizada, o julgamento, sensibilidade, e a capacidade de avaliar integralmente múltiplos fatores e indicadores para tomar decisões estratégicas continuam sendo atividades essencialmente humanas.

Uma das características fundamentais identificadas sobre a curadoria foi seu embasamento no aprendizado pelo uso. Este traço, é extensivo às pessoas dedicadas ao desenvolvimento e a curadoria de chatbots, já que partindo de sua própria experiência, seu conhecimento tácito, e a interação com outros colegas, têm conseguido consolidar estratégias para nortear seu trabalho profissional.

Uma importante limitação dos resultados da pesquisa foi a dificuldade para encontrar outros estudos para discutir. De fato, entre a pouca literatura correlata encontrada se fez evidente a grande diferença entre a bibliografia acadêmica e o exercício profissional, o caso mais palpável foram os indicadores de desempenho e os critérios de avaliação da qualidade dos chatbots, já que as propostas de autores como Radziwill (2017), Venkatesh (2018) e Kuligowska (2015) tinham pouca relação com as métricas efetivamente usadas na prática da curadoria.

Sugere-se a realização de novas pesquisas que aprofundem sobre o exercício da curadoria em outros contextos de atuação, provavelmente, setores intensivos no uso de novos desenvolvimentos de inteligência artificial empreguem pessoas para realizarem atividades análogas aqui analisadas. Igualmente, acredita-se que seja necessário aprofundar nas características que adquire a curadoria segundo as singulares de cada chatbot, particularmente, seria interessante entender as mudanças quando o chatbot atende um grande volume de interações sendo necessário contar com times dedicados e ferramentas que auxiliem o trabalho.

## Referências

- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Barraza, I.D., & Zepeda, V.V. (2017). Factores sociales y humanos que afectan el proceso de educación de requerimientos: una revisión sistemática. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (24),69-83. <https://doi.org/10.17013/risti.n.69-83>.
- Bozic, J., Tazl, O.A., & Wotawa, F. (2019). Chatbot Testing Using AI Planning. 2019 IEEE International Conference on Artificial Intelligence Testing (AITest). <https://doi.org/37-44.10.1109/AITest.2019.00-10>



- Ciechanowski, L., Przegalinska, A., & Wegner, K. (2017). The Necessity of New Paradigms in Measuring Human-Chatbot Interaction. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60747-4\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60747-4_19)
- Dale, R. (2016). The return of the chatbots. *Natural Language Engineering*, 22(5), 811-817. <https://doi.org/10.1017/S1351324916000243>
- Fontanella, B.J, Luchesi, B.M., Saidel, M.G., Ricas, J.B., Turato, E.R., & Melo, D. G. (2011). Amostragem em pesquisas qualitativas: proposta de procedimentos para constatar saturação teórica. *Cadernos de Saúde Pública*, 27(2), 388-394. <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2011000200020>
- Morales-Aguiar, N., & Vega-Zepeda, V. (2018). Factores Humanos y la Mejora de Procesos de Software: Propuesta inicial de un catálogo que guíe su gestión. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (29), 30-42. <https://doi.org/10.17013/risti.29.30-42>.
- Morrissey, K., & Kirakowski, J. (2013). “Realness” in chatbots: establishing quantifiable criteria. *HCI*, 87-96. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-39330-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-39330-3_10)
- Kuligowska, K. (2015). Commercial Chatbot: Performance Evaluation, Usability Metrics and Quality Standards of Embodied Conversational Agents.1-16. <https://doi.org/10.18483/PCBR.22>
- Grice, H. P. (1975). *Logic and Conversation*. In *Logic and Conversation*. Leiden: Brill. doi: [https://doi.org/10.1163/9789004368811\\_003](https://doi.org/10.1163/9789004368811_003)
- Radziwill, N.M., & Benton, M.C. (2017). Evaluating Quality of Chatbots and Intelligent Conversational Agents. *ArXiv*, <https://arxiv.org/abs/1704.04579>.
- Rosenberg, N. (2006). Capítulo 6: O aprendizado pelo uso. Em N. Rosenberg, *Por Dentro da Caixa-preta: Tecnologia e Economia*. Campinas: Unicamp.
- Vasconcelos, M., Candello, H., Pinhanez, C.S., & Santos, T.D. (2017). Bottester: Testing Conversational Systems with Simulated Users. *IHC*, 2017, 1-4. <https://doi.org/10.1145/3160504.3160584>
- Venkatesh, A., Khatri, C., Ram, A., Guo, F., Gabriel, R., Nagar, A., Prasad, R., Cheng, M., Hedayatnia, B., Metallinou, A., Goel, R., Yang, S., & Raju, A. (2018). On Evaluating and Comparing Conversational Agents. *ArXiv*, <https://arxiv.org/abs/1801.03625>.

# Utilización de la Teoría de la Información para evaluar el comportamiento de la estabilidad estática en amputaciones transtibiales

Lely A. Luengas-C.<sup>1</sup>, Daissy C. Toloza C<sup>2</sup>, Luis F. Wanumen<sup>1</sup>

[laluengasc@udistrital.edu.co](mailto:laluengasc@udistrital.edu.co); [daissy.toloza@docentes.umb.edu.co](mailto:daissy.toloza@docentes.umb.edu.co); [lwanumen@udistrital.edu.co](mailto:lwanumen@udistrital.edu.co)

<sup>1</sup> Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup> Universidad Manuela Beltrán, Bucaramanga, Colombia.

DOI: [10.17013/risti.40.15-30](https://doi.org/10.17013/risti.40.15-30)

**Resumen:** Para examinar la influencia de la amputación en la estabilidad se empleó la teoría de la información (TI), se midió el centro de presión (CoP) de nueve individuos amputados transtibiales y nueve no amputados. Se hizo el análisis de difusión de establogramas no lineales y se calcularon medidas infométricas. Los establogramas indicaron diferencias en el CoP entre los dos grupos, tanto en dirección antero-posterior (AP) como medial-lateral (ML), siendo mayor el parámetro de la excursión del CoP en los amputados, existe asociación entre la amputación y la estabilidad. La TI dejó en evidencia la incidencia del desplazamiento del CoP en las direcciones AP y ML sobre la estabilidad, en los amputados la mayor afectación de la estabilidad se da AP en el lado no amputado, hay empleo de estrategia de cadera y rodilla para mantener estabilidad postural. Este es el primer reporte del análisis del CoP en amputados transtibiales utilizando TI.

**Palabras-clave:** Amputación transtibial; Estabilidad; Postura; Teoría de la Información.

## *Use of Information Theory to evaluate the behavior of static stability in transtibial amputations*

**Abstract:** Information theory (IT) was used to examine the influence of amputation on stability, the pressure center (CoP) of nine transtibial amputees and nine non-amputees was measured. Diffusion analysis of nonlinear stabilograms was performed and infometric measurements were calculated. Stabilograms indicated differences in CoP between the two groups, in the anteroposterior (AP) and medial-lateral (ML) directions, the CoP excursion being higher in amputees, there is an association between amputation and stability. IT revealed the incidence of the CoP displacement in the AP and ML directions on stability, in amputees the greatest affectation of stability occurs AP in the non-amputated side, they use hip and knee strategy to maintain stability postural. This is the first report of CoP analysis in transtibial amputees using IT.

**Keywords:** Transtibial amputation; Stability; Posture; Information Theory.

## 1. Introducción

La condición indispensable para realizar actividades diarias que involucran el movimiento de todo el cuerpo, tales como caminar o sentarse se denomina equilibrio postural, y se ha definido como la capacidad de mantener el centro de masa (CM) del cuerpo dentro del polígono de sustentación generado por los pies, esta área es la extensión del casco convexo de los bordes laterales de los pies. La postura de bipedestación estática es inherentemente inestable, ya que los ruidos internos del cuerpo provocan movimientos, pero a través del equilibrio postural las personas tienden a controlar sin esfuerzo la postura para evitar caídas. El incremento de edad, las enfermedades neurodegenerativas, los cambios en estructuras anatómicas, entre otros factores, hacen que el equilibrio se afecte. En los amputados de extremidades inferiores el deterioro del equilibrio aumenta el riesgo de caída (Ihlen, Skjæret, & Vereijken, 2013; Ku, Azuan, Osman, Abu, & Wan, 2014; Rhea, Kiefer, Haran, Glass, & Warren, 2014).

Varios factores conducen a la amputación, como enfermedades, malformaciones congénitas y trauma. La Organización Mundial de la Salud estima que en el mundo alrededor de 30 millones de personas se encuentran amputadas, siendo la amputación transtibial (amputación por debajo de la rodilla) el tipo más común (Luengas C. & Toloza, 2020b). En Colombia, una causa adicional de las citadas en la amputación transtibial es el trauma por mina antipersonal, a 2020 el Observatorio de Minas de la Vicepresidencia de La República de Colombia registró cerca de 12 mil afectados por estos artefactos, alrededor de 9 mil presentaron heridas y amputaciones y la afectación no cesó durante el confinamiento debido al virus COVID-19 (Dirección Contra Minas, 2020).

En la amputación transtibial unilateral se tiene detrimento de las vías nerviosas, reducción de información somatosensorial, carencia total de la articulación fisiológica del tobillo y de los músculos plantares, ausencia parcial de músculos y huesos de la pierna; todo esto conlleva a una reducción en la movilidad articular y en la fuerza muscular, y compromete la estabilidad, haciendo que se presente alta exposición a las caídas (Curtze, Hof, Postema, & Otten, 2012; Molero-Sánchez, Molina-Rueda, Alguacil-Diego, Cano-de la Cuerda, & Miangolarra-Page, 2015). La afectación de una amputación de extremidad inferior se refleja en la disminución de actividad social del amputado, así como en la reducción de la capacidad de locomoción, falta de autonomía y estrés. El propósito fundamental de un programa de rehabilitación protésica es hacer que el amputado recupere y mantenga la destreza para desarrollar actividades diarias usando prótesis, esto se logra si el paciente puede mantener el equilibrio, moverse y caminar al interior y exterior de su espacio de vivienda, sin usar ayudas adicionales. Es imprescindible en este proceso afianzar la confianza de deambulación segura que permita la transferencia de peso sobre cada extremidad, el movimiento de segmentos corporales, longitud de paso y zancada similares entre las extremidades, por citar algunas características. Estudios de estabilidad de personas con amputación transtibial han analizado los parámetros básicos de estabilidad realizando mediciones del centro de presión (CoP) a lo largo del tiempo, así como las estrategias para mantener la estabilidad y la forma de accionar del control postural. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones han reclutado pacientes con causas vasculares de amputación, dejando de lado las amputaciones por minas antipersonal (Ku et al., 2014).

La valoración de la condición física de un sujeto y el monitoreo permanente de su estado permiten establecer el tratamiento terapéutico adecuado, además de determinar su alcance para así conocer el impacto de la terapia y estimar la eficiencia en relación con el costo. Por ello, en el área de la salud es de vital importancia conocer el comportamiento de parámetros asociados a la estabilidad, de allí que se ha hecho uso de manera sistémica de medidas de valoración, donde se incluyen diversos métodos para examinarla. Comúnmente, la caracterización de la estabilidad postural se realiza con la cuantificación del desplazamiento del centro de presión (CoP) en un período de tiempo, se registra con elementos que sensan la fuerza que interactúa entre el pie y la superficie de apoyo y entregan una serie temporal de la posición de la CoP en las direcciones anterior-posterior (AP) y medial-lateral (ML). Las series temporales AP y ML muestran patrones de comportamiento postural, de allí que se analizan de forma independiente con diferentes técnicas tanto en el dominio de tiempo como en frecuencia, pero, estas medidas tienden a ser poco sensibles a la variación y pueden ocultar información relevante de control postural. De allí que se han propuesto otros métodos de análisis, entre los que se encuentran el análisis factorial, información espectral, aplicación de wavelet, por citar algunos (Luengas C. & Toloza, 2020a; Rhea et al., 2014; Schubert, Kirchner, Dietmar, & Haas, 2012).

El CoP es el parámetro cuantitativo más estudiado para evaluar la estabilidad postural estática y se define como la fuerza de reacción vertical del suelo que refleja las fuerzas y torques del tobillo necesarios para mantener el centro de gravedad sobre la base de apoyo (Loughlin, Redfern, & Furman, 2003; Ruhe, Fejer, & Walker, 2010). La señal COP representa la salida neta del control motor que es necesario para corregir el desequilibrio (Cavanaugh, Guskiewicz, & Stergiou, 2005; Winter, 1995a), lo que indica que grandes desplazamientos del CoP están asociados con la disminución del control corporal, un indicador de inestabilidad postural y pérdida del equilibrio (Baloh, Corona, Jacobson, Enrietto, & Bell, 1998; Palmieri, Ingersoll, Stone, & Krause, 2002; Raymakers, Samson, & Verhaar, 2005). Se puede visualizar de dos maneras diferentes: a través de un estatocinesiógrama o de un estabilograma (Shumway-Cook & Woollacott, 2007); el estatocinesiógrama es el mapa del COP en la dirección antero-posterior (AP) frente al COP en la dirección medio-lateral (ML), es decir, corresponde al área en donde la persona mantiene proyectado su centro de gravedad, mientras que el estabilograma es la serie de tiempo del COP en cada una de las dos direcciones: AP y ML (Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2000; Winter, 1995b).

En cuanto a su análisis, como lo reportó Toloza et al. (Toloza & Zequera, 2017) los datos obtenidos del registro del CoP han sido utilizados para calcular un sin número de parámetros o mediciones con el propósito de describir la inestabilidad postural y en los últimos 21 años se han utilizado numerosos parámetros enfocados al análisis lineal en el dominio del tiempo y de la frecuencia (por ejemplo, promedio, valor RMS, amplitud, velocidad, entre otros), pero recientemente se utilizan nuevas técnicas encaminadas al análisis de la señal, las cuales permiten obtener otro tipo de información (Myklebust, Prieto, & Myklebust, 1995; Palmieri et al., 2002; Raymakers et al., 2005; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Toloza & Zequera, 2017), uno de estos métodos es la minería de datos, ya que mostrado alto desempeño en la determinación de enfermedades (Oviedo Carrascal, Sanguino Cotte, Restrepo Arango, & Patiño Vélez, 2019) y tiene como base las

Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) (Rivas & Bayona-Oré, 2019). Hasta el momento en la literatura no se han encontrado reportes del análisis del CoP utilizando teoría de la información.

Claude E. Shannon estableció la Teoría Matemática de la Comunicación (A Mathematical Theory of Communication) para relacionar ecuaciones matemáticas con la transmisión de información, detallando la medición de cantidad de información y la capacidad de transmisión del sistema. La teoría de la información (TI) toma como base esta teoría y permite conocer la existencia de relación entre una o varias entradas y la salida en un sistema, utiliza las teorías de la probabilidad para poner los datos en contexto de forma ordenada. Todo sistema de comunicación presenta tres elementos: información, ruido y equivocación; la información concentra las características válidas del resumen que se aplican a los datos. Ruido implica que, en mayor o menor medida, alguna parte de la comunicación expresa conclusiones que pueden parecer sobre los datos, pero que en realidad no son válidos. La equivocación involucra el duplicado de información, parte de la información válida aparece en la comunicación en más de una ocasión, es redundante. Por lo anterior, la información se describe como la comunicación de un resumen con similitudes, diferencias y relaciones descubiertas en los datos, descritas dentro de un contexto particular que incluye características válidas, características erróneas y repetición. El conocimiento está íntimamente relacionado con la información, no se puede informar sin la presencia de un conocimiento, pero se necesita un mínimo de conocimiento para reconocer la información, y se necesita un mínimo de información para obtener un mínimo de conocimiento. Una marcada diferencia entre conocimiento e información es que la información es estática en su transmisión, por otro lado, el conocimiento es dinámico y cambiante, depende del contexto donde se sitúa. La información se contiene en cualquier sistema, independiente de la clase a la cual se suscriba, de allí que se puede usar en la evaluación de datos del ámbito clínico (Shannon, 1948).

La finalidad de esta investigación fue determinar si el uso de TI permite evaluar el comportamiento de la estabilidad de amputados transtibiales unilaterales que sufrieron amputación por trauma de minas antipersonal, a partir de allí establecer la pierna y la dirección de alta injerencia en la estabilidad. Se propuso TI ya que permite descubrir relaciones entre entradas y salidas, sin tener en cuenta el tipo de relación. El poder realizar una evaluación concisa, integral, válida y confiable de la estabilidad en amputados concede herramientas en la toma de decisiones en un contexto clínico.

## **2. Método**

### **2.1. Experimento**

Se examinó un conjunto de 18 personas, nueve (9) amputados transtibiales y nueve (9) no amputados, clasificados según existencia de amputación en dos grupos: amputado y control. El grupo amputado estuvo compuesto por hombres, presentó un valor medio de edad de  $32.35 \pm 3.2$  años, talla  $176 \pm 2.7$  cm, peso  $78.25 \pm 6.5$  kg. El grupo control exhibió  $44.32 \pm 12.7$  años,  $167.44 \pm 8.45$  cm y  $69.44 \pm 14.99$  kg. Todos era adultos sanos, sin complicaciones físicas ni cognitivas que les impidieran ponerse es posición

de bipedestación estática. Los amputados usaban prótesis transtibial de suspensión por liner y pin, con pie de alta actividad fabricado en carbono y presentaban independencia en la movilidad. El estudio fue avalado por el Comité de Bioética de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

El registro de centro de presión (CoP) se llevó a cabo usando plantillas instrumentadas de zapatos, que contienen 198 sensores capacitivos conectados a través de un cable serial a un transmisor inalámbrico para que los datos se transmitan a un computador y se pueda realizar la adquisición de datos, la señal de cada sensor se muestrea a 50 Hz, el equipo completo es marca Pedar® (Novel.de, 2019). La verificación de correcto funcionamiento del sistema de registro se realizó periódicamente con el dispositivo de calibración ‘Trublu’ (Novel.de, 2019). El tamaño de plantilla usado fue talla XW que equivale a notación europea 41/42 ya que los participantes se encontraban en esta talla de zapatos. El control de posición de los pies se realizó fijando las plantillas a una superficie plana, con separación de 150 mm entre puntos medios de talón (Luengas C. & Toloza, 2020b), esto facilita la postura anatómica de posición bipedestada, donde los brazos están extendidos y relajados al costado y los pies se encuentran uno al lado del otro (Figura 1).

Para el registro de la medición se utilizó el protocolo del Test de Romberg, el cual tiene como objetivo evaluar las habilidades que tiene la persona para mantener la estabilidad postural. Para esta investigación se solicitó a los sujetos participantes adoptar la postura anatómica descrita, en silencio y con los ojos abiertos durante 10 s. Con el fin de minimizar la afectación del rendimiento postural relacionado con la distancia entre los ojos y el campo visual, se indicó que durante el experimento observarían un punto en una pared blanca frente a ellos ubicada a una distancia de 2m y estuvieran concentrados en el proceso de control postural para inducir un enfoque interno de atención. Cada prueba se efectuó en tres ensayos, con un tiempo de descanso entre ellos de 5 minutos.

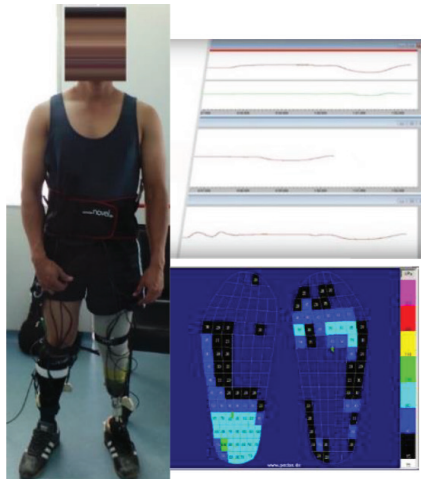


Figura 1 – Medición del centro de presión en un amputado.

## 2.2. Teoría de la Información

La Teoría de la Información (TI) nace como necesidad de establecer la capacidad de transmisión en los sistemas de comunicaciones, por ello en 1948 Claude Shannon propuso el modelo matemático del proceso de comunicación conocido como la Teoría Matemática de la Comunicación aplicado a un sistema compuesto por señales a transmitir, señales recibidas y canal de comunicación (Figura 2) (Ferreyra, 2007).

El mensaje para transmitir son señales compuestas por distintas variables, el transmisor hace referencia a la información seleccionada, relevante e imprescindible que contiene las características del mensaje y será enviada a través del canal de transmisión. La transferencia de información se afecta por dos fenómenos el ruido y la equivocación; el ruido  $H(Y|X)$  es la incertidumbre de la señal recibida cuando se conoce el mensaje enviado y la equivocación  $H(X|Y)$  es la incertidumbre del mensaje enviado cuando se conoce la señal recibida; se observa que tanto el ruido como la equivocación son entropías condicionales que involucran la variable de salida y las variables de entrada. El receptor se encarga de recibir los datos y hacerlos llegar al destinatario. Entonces se puede definir a los datos como una colección de observaciones no analizadas de eventos; la información es el resumen y la comunicación de los principales componentes y relaciones contenidos en los datos y presentados dentro de un contexto específico; el conocimiento es la colección interrelacionada de procedimientos para actuar hacia resultados particulares con referencias asociadas (Ferreyra, 2007; Luengas C., 2016).

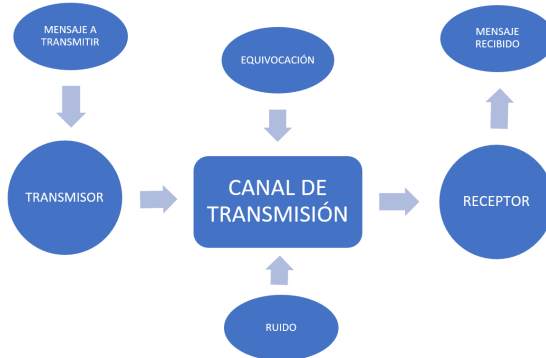


Figura 2 – Sistema de comunicación.

Shannon definió el término información como el conjunto de datos seleccionados, supervisados, ordenados, con características significativas que permite la construcción de un mensaje teniendo como base un suceso; adicional, entregó mecanismos para la medición de la información y así conocer la máxima cantidad de información sin ruido que puede ser transmitida. El término información se relaciona tanto con la cantidad de mensajes dispuestos para transmitir como con la libertad de elección de estos. La cantidad de información de un mensaje hace referencia a la probabilidad de recepción de este, por ello involucra la incertidumbre y usa la entropía  $H(X)$  como medida,

Ecuación 1; la medida de la  $H(X)$  se da en bits, contiene toda la información incluyendo la señal más el ruido, la probabilidad de selección de un dato es  $p_i$ . La medición de información permite descubrir las relaciones existentes entre entradas y salidas, lo que admite la viabilidad de construcción de modelos predictivos, así como la detección de las variables de entrada que efectivamente inciden en la salida (Ferreira, 2007; Luengas C., 2016).

$$H(X) = -\sum_i^n p_i \log_2(p_i) \quad (1)$$

La relación existente entre una entrada  $X$  y la salida  $Y$  se puede conocer al calcular la información mutua  $I(X:Y)$ , de esta forma se establece la cantidad de información neta transmitida, que depende de la información transmitida y se ve afectada por el ruido y la equivocación, Ecuación 2. Existe relación entre entradas y salidas siempre y cuando  $I(X:Y)$  sea mayor a cero (Luengas C., 2016; Pyle, 2003).

$$I(X:Y) = H(X) - H(X|Y) = H(Y) - H(Y|X) \quad (2)$$

El empleo de TI para analizar datos requiere que estos sean categóricos, cuando son de tipo numérico se aplican algoritmos de agrupación con el fin de crear conjuntos limitados (en inglés bins), lo cual conlleva a la reducción de ruido y al incremento de la señal. Un algoritmo de tipo supervisado es el llamado Menor Pérdida de Información (LIL), toma como base la TI para situar los datos en determinado grupo según la cantidad de pérdida de información de la salida, de esta forma maximiza la cantidad de información sobre la salida acorde con el número de categorías. La determinación de las categorías se realiza con diversos métodos, entre ellos la relación señal/ruido que utiliza TI para reducir el ruido y maximizar la cantidad de información; se debe asegurar que las agrupaciones y variables elegidas sean representativas del sistema (Gabrys, Leiviskä, & Strackeljan, 2005; Kotsiantis & Kanellopoulos, 2006; Pyle, 1999).

### 2.3. Análisis de datos

Una vez obtenido el registro de los datos del CoP, se calculó el desplazamiento de este en cada pie (izquierdo y derecho) en los ejes antero-posterior (AP) y medial-lateral (ML), de esta forma se tiene para cada sujeto cuatro variables: antero-posterior lado izquierdo (YL), medial-lateral lado izquierdo (XL), antero-posterior lado derecho (YR) y medial-lateral lado derecho (XR). Para reducir el ruido de las mediciones se aplicó un filtro Butterworth pasa bajo de cuarto orden con una frecuencia de corte de 10 Hz y se realizó reducción de tendencia (en inglés detrended) por la media de la serie de tiempo. La frecuencia de corte se elige teniendo en cuenta que cerca del 95% de la información se encuentra en un rango bajo esta frecuencia (Hay & Wachowiak, 2017; Schubert et al., 2012). Se procedió a la obtención de las gráficas de establograma y el estatocinesiograma para observar el comportamiento temporal de la estabilidad tanto en amputados como en control (Hendershot & Nussbaum, 2013; Schubert et al., 2012). Para este análisis se calculó la excursión, la velocidad promedio, el rango y la amplitud promedio, se empleó la estadística  $U$  de Mann-Whitney ( $p < 0.05$ ) para evaluar los dos grupos de



trabajo. Igualmente, se evaluó la distribución normal de estos parámetros con la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnoff ( $p < 0.05$ ). Estos análisis fueron realizados con el software SPSS20.0.

El patrón de estabilidad en cada grupo se evaluó usando teoría de la información (TI), una restricción de TI es la resolución finita de datos a examinar, para ello se aplicó el método de agrupación Menor Pérdida de Información (LIL, por sus siglas en inglés) en las cuatro variables, convirtiendo los datos numéricos de las mediciones en datos categóricos. Con los datos categóricos se observó la influencia de cada variable sobre la estabilidad, obteniendo las cantidades infométricas del sistema y determinando los parámetros que favorecen la maximización de las características de este sistema y reducen la información errónea (ruido), para ello se empleó el algoritmo de Mayor Información. En este se seleccionan las variables que transmiten la mayor cantidad de información y las más representativas de la salida, es decir que proporcionen la mayor ganancia (totalidad de información transmitida), el orden de selección es descendiente y depende de la cantidad de información que cada una contiene, si alguna variable incluida inicialmente en el análisis no aporta información no será tomada en cuenta (Luengas C., 2016). La inspección de datos con TI se realizó con el software Powerhouse Analytics 2.2.

Una vez se tienen los datos categóricos y las variables seleccionadas se realiza el cálculo de la cantidad de información media de los mensajes, es decir  $H(X)$ , también se obtiene la entropía condicional de la entrada con respecto a la salida y de la salida con respecto a la entrada para así determinar el valor de equivocación que se puede presentar en el sistema y el ruido generado por cada una de las variables y del conjunto de las variables. Estos valores permiten conocer la cantidad de información transmitida o la información mutua  $I(X:Y)$ .

Adicional, se indagó en los patrones y relaciones existentes en los datos, usando un modelo explicativo basado en Clúster, agrupando los datos en registros con características similares y que se distinguen de otras agrupaciones. El análisis usando clústeres permite clasificar todo un conjunto de datos en subconjuntos homogéneos en información usando técnicas multivariantes siempre teniendo como base una estructura entrópica interna, ya que los componentes entrópicos no son sensibles al modo de transmisión de la información, consideran componentes no lineales y con presencia de ruido. Los registros o agrupaciones se visualizan en un mapa de densidad, cada registro se proyecta en un espacio de información donde la distancia entre registros es proporcional a la similitud del contenido de información, esto hace que se presente variación en la densidad de cada grupo, los puntos más densos de cada espacio conforman el centro del clúster y los menos densos son los bordes. De forma gráfica la densidad se representa por colores: existen puntos negros que indican el lugar de un registro; el rojo se usa al existir alta densidad con gran cantidad de información similar entre sí; el azul indica baja densidad con pocos registros; los valores intermedios de densidad usan el color verde, amarillo o naranja. Los clústeres se descubren al encontrar la mayor separación de las áreas de alta densidad.

### 3. Resultados y análisis

La observación del comportamiento de estabilidad en los grupos estudiados inició con la obtención de las gráficas propias de estabilidad, como son el estabilograma

y el estatocinesiograma (Figura 3). Los amputados exhiben mayor variación en los dos ejes y en ambas piernas en comparación con el grupo control. Lo anterior se confirma con los resultados de los parámetros calculados de la excursión, la velocidad promedio, el rango y la amplitud promedio en ambos grupos. En la Tabla 1 se observa que todos los parámetros difieren en ambos grupos, siendo los mayores valores en el grupo de amputados en ambas direcciones (ML y AP). Al desglosar por los ejes se observó que la dirección AP presentó el mayor desplazamiento con respecto al ML en el grupo de los amputados. Todos los valores presentaron diferencias estadísticamente significativas.

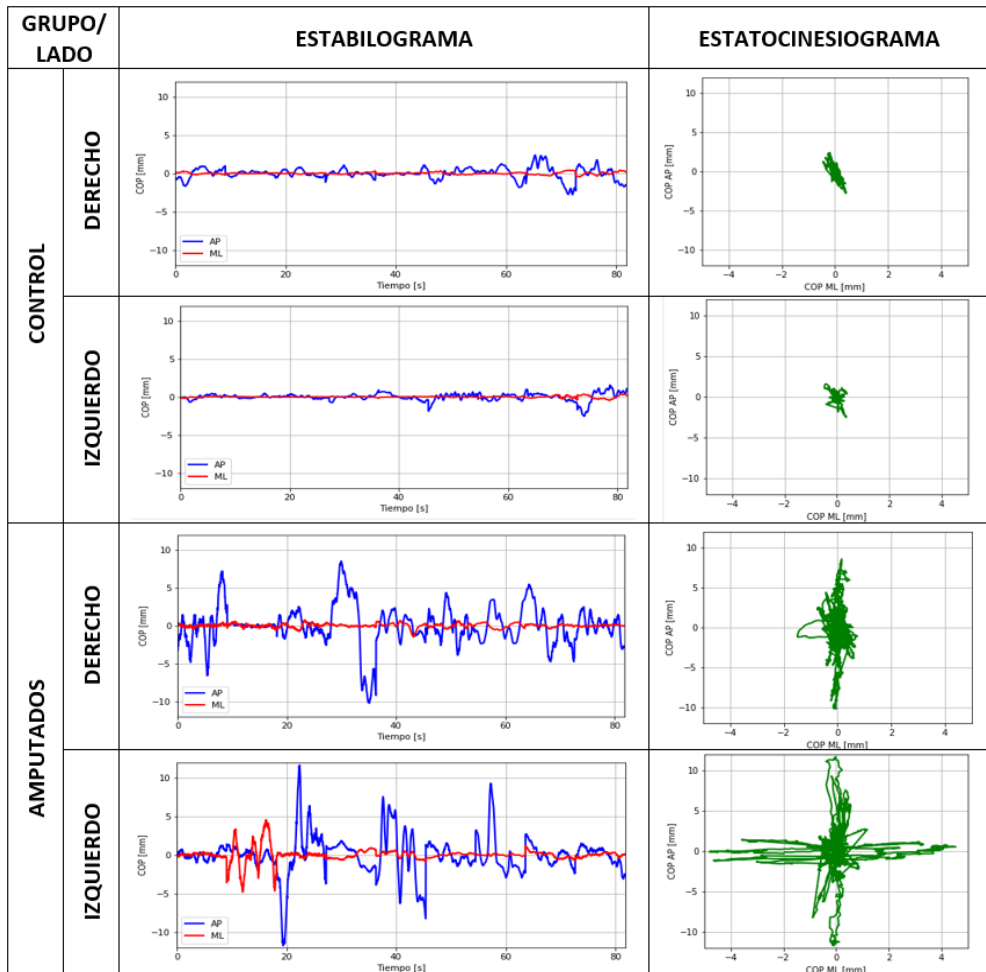


Figura 3 – Gráficas de estabilidad. Se realizaron las gráficas de estabilograma y el estatocinesiograma para cada grupo.

Parámetros	Amputados				Control			
	PI		PD		PI		PD	
	ML	AP	ML	AP	ML	AP	ML	AP
Excursión (mm)	68,89	1134,3	214,94	436,28	30,62	152,11	43,35	246,55
Velocidad (mm/s)	0,91	5,38	1,39	2,20	0,18	0,77	0,19	0,98
Rango (mm)	0,83	12,01	2,21	4,24	0,32	1,71	0,42	2,51
Amplitud promedio (mm)	0,15	2,50	0,47	0,96	0,07	0,34	0,10	0,54

Tabla 1 – Valores promedio del CoP

En la Figura 4 se puede observar la comparación de los parámetros calculados en los dos grupos, se ratifica que los amputados presentan un desplazamiento con mayor predominancia hacia el eje AP específicamente en la pierna izquierda, en todos los parámetros calculados. Así mismo, se observa que las mayores diferencias entre los dos grupos de análisis se presentaron en las medidas de la excursión y el rango, lo que indican que la población de amputados transtibiales en posición bípeda son más inestables, con una oscilación mayor en la dirección antero-posterior, motivo por el cual, los hace más propensos a sufrir una caída. Igualmente, lo obtenido en el establograma y estatocinesiograma (Figura 3) corrobora los parámetros calculados (Figura 4). En los amputados el CoP se ubica medial y anterior en el lado amputado en comparación con el lado no amputado, esto puede suceder como consecuencia del tipo de pie protésico(Luengas C. & Toloza, 2020a).

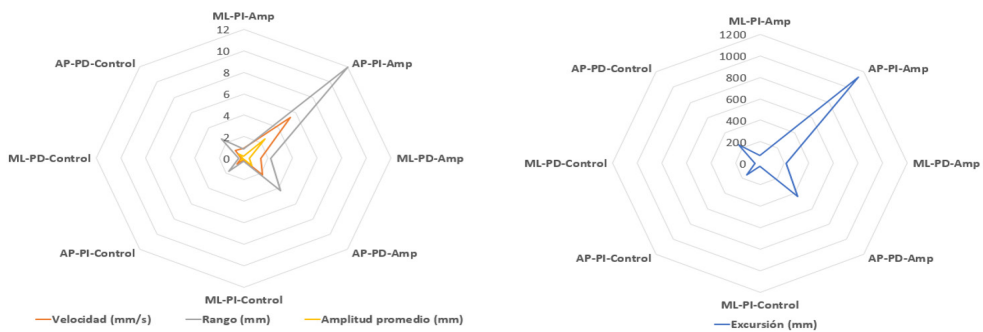


Figura 4 – Valores promedio de los parámetros calculados. ML: Mediolateral – AP: Anteroposterior – PI: Pierna izquierda – PD: Pierna derecha – Amp: Amputados

Al realizar el examen de la información del sistema se observó que todas variables presentaron alto contenido de información, así como gran cantidad de datos diferentes en cada una de ellas. Luego de aplicar LIL se consiguió que cada variable contuviera 10

agrupaciones o bins, lo cual redujo considerablemente el número de datos distintos, afectando los parámetros estadísticos (Tabla 2) pero teniendo valores representativos de la población con un índice general de confianza superior al 85% (Tabla 3). La cuantía de valores distintos en cada variable se relaciona con la cuantía de información transportada de la entrada a la salida, al obtener los bins la cantidad de información disminuye, pero se contienen las características del sistema.

PARÁMETRO	Máximo	Media	Mediana	Mínimo	Cantidad datos diferentes	
XL	INICIAL	0,747	0,004	0,004	-1,489	948
	LIL	0,747	0	0,003	-1,493	10
YL	INICIAL	8,519	0,015	0,023	-10,221	2706
	LIL	8,519	0	0,020	-10,221	10
XR	INICIAL	4,503	0,001	-0,008	-4,784	1255
	LIL	4,553	0	-0,007	-4,817	10
YR	INICIAL	11,627	-0,011	0,038	-11,748	2871
	LIL	11,627	0	0,037	-11,748	10

Tabla 2 – Valores estadísticos de las variables de entrada. Inicial son los estadísticos de los datos numéricos originales de medición, LIL son los estadísticos de los datos agrupados

Debido al tipo de sistema que se tiene en el presente estudio, un sistema realimentado, se determinó el aporte de cada variable a la estabilidad (Tabla 3) así como la ganancia otorgada por el conjunto de variables (Tabla 3). Todas las variables involucradas al inicio de la investigación fueron seleccionadas, es decir todas aportan información al sistema de estabilidad.

VARIABLE	XL	YL	XR	YR	TOTAL
APORTE (%)	9,01	32,88	18,07	16,63	<b>76,59</b>
CONFIANZA (%)	85	96	95	94	<b>85,37</b>

Tabla 3 – Datos infométricos de las variables estudiadas

El mapa infométrico del sistema de estabilidad (Figura 5) muestra que la cantidad de información ingresada al sistema a partir de los datos de las variables es de 7,29 bits y corresponde al 77% del máximo teórico de información posible que todos los datos podrían contener, aquí se incluye tanto información real como duplicada; la información transmitida es 0,77 bits concerniente al 77% de la información requerida para representar la salida, de esta forma la incertidumbre acerca de la salida se reduce; el ruido de 0,23 bits transmite 23% de información improductiva, que no colabora para reducir la incertidumbre acerca de los estados de la variable de salida; la equivocación de 6,52 bits, muestra que el 89% de la información en los datos de entrada está repetida.

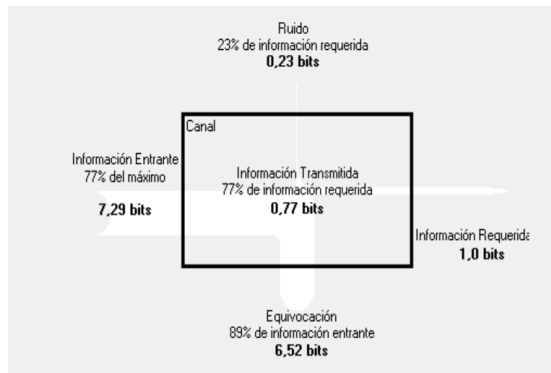


Figura 5 – Mapa infométrico del sistema de estabilidad

#### 4. Conclusiones

La exploración detallada de las variables del CoP en el establograma y el estatocinesiograma reveló una alta variación del desplazamiento en los amputados, así como valores mayores, tanto en dirección antero-posterior como medial-lateral, siendo la más alta presentada por el lado no amputado en antero-posterior. Esto demuestra la existencia de baja estabilidad en los amputados en relación con los no amputados, así como el uso continuo y superior de estrategias de control postural. Lo anterior comprueba que los sujetos con integración sensorimotora alterada, tales como los amputados transtibiales, presentan perturbación en la estabilidad, ya que se reduce el control voluntario de la ubicación del CoP con respecto a la base, debido a la pérdida de todas las entradas externas causada por la amputación.

El no poseer tobillo anatómico, ni tener la información propioceptiva completa, así como presentar alteración en la morfología del cuerpo entero, hace que el centro de masa se desplace e influya en la ubicación del centro de presión (CoP), además, los parámetros propios de la estabilidad (excursión, velocidad, rango y amplitud promedio) se ven afectados. Lo que significa que hacen uso continuo y con mayor frecuencia de las estrategias de compensación para mantener la estabilidad en la posición de bipedestación. Igualmente, La diferencia en el patrón de balanceo sugiere que los cambios en el desplazamiento anteroposterior del COP podrían ser una fuente predictiva, o incluso un requisito para la detección correcta del movimiento en amputados.

El mapa de información (Figura 4) muestra que las variables de entrada llevan un total de 7,29 bits de información, donde se tienen 6,52 bits en equivocación, es decir información duplicada que no aporta, luego la información útil que da cuenta de las características del sistema es de 0,766 bits. La entropía de la variable de salida indica que se necesita 1 bit para predecirla con total exactitud, pero se reduce debido a la inclusión de ruido y equivocación. La existencia de un valor superior a 0% de información transmitida indica la presencia de una asociación entre las variables de entrada y la salida, sin distinguir el tipo de relación, es decir comprueba la relación existente entre ubicación del CoP en cada pie y la estabilidad. Al examinar individualmente cada variable, YR involucra

la mayor cantidad de ruido al sistema, mientras que YL aporta el mínimo; pero, al realizar el examen en forma conjunta de las variables es YL la que involucra la más alta información no pertinente al sistema.

La estabilidad en el sistema estudiado está afectada por las cuatro variables seleccionadas YL, XR, YR y XL, es decir el desplazamiento del COP en cada pie y cada dirección se relaciona con la estabilidad, pero en diferente medida; las variables en conjunto aportan 0,7658 bits, lo que equivale al 77% de la información requerida para establecer la existencia de estabilidad. La variación antero-posterior del lado no amputado es la variable de mayor incidencia en la estabilidad, con un aporte de 32,88% y nivel de confianza de 96%, la de menor incidencia es la variación medial-lateral del lado no amputado, aporte de 9,01% y confianza de 85%, esto concuerda con resultados de otros investigadores (Rougier & Bergeau, 2009) Nuestros hallazgos revelan la existencia de mecanismos de compensación para mantener la estabilidad usados recurrentemente en el lado no amputado, los cuales pueden ser estrategia de cadera y de rodilla asociados a la variación antero-posterior, inhibiendo el uso de tobillo, el cual está vinculado a la variación medial-lateral (Hlavackova, Franco, Diot, & Vuillerme, 2011; Luengas C. & Toloza, 2020b).

El tener un nivel de confianza superior al 85% en cada variable implica que la técnica empleada para la reducción del número de datos y la conversión de tipo numéricos a categóricos fue eficiente, entregando valores representativos de la población.

Los resultados arrojados al realizar la exploración usando TI coinciden con lo obtenido en otros métodos empleados, tales como análisis frecuencial y transformada wavelet (Luengas C. & Toloza, 2020a, 2020b), esto muestra que la teoría de la información se puede emplear como una herramienta para el análisis postural.

## Referencias

- Baloh, R. W., Corona, S., Jacobson, K. M., Enrietto, J. A., & Bell, T. (1998). A prospective study of posturography in normal older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, 46(4), 438–443.
- Cavanaugh, J. T., Guskiewicz, K. M., & Stergiou, N. (2005). A nonlinear dynamic approach for evaluating postural control: new directions for the management of sport-related cerebral concussion. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(11), 935–950. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200535110-00002>
- Curtze, C., Hof, A. L., Postema, K., & Otten, B. (2012). The relative contributions of the prosthetic and sound limb to balance control in unilateral transtibial amputees. *Gait and Posture*, 36(2), 276–281. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.03.010>
- Dirección Contra Minas. (2020). Víctimas de minas antipersonal y municiones sin explotar. <http://www.accioncontraminas.gov.co/Estadisticas/Paginas/Estadisticas-de-Victimas.aspx>
- Ferreira, M. (2007). Powerhouse: Data Mining usando Teoría de la información. [http://web.austral.edu.ar/images/contenido/facultad-ingenieria/2-Data\\_Mining\\_basado\\_Teoria\\_Informacion\\_Marcelo\\_Ferreira.pdf](http://web.austral.edu.ar/images/contenido/facultad-ingenieria/2-Data_Mining_basado_Teoria_Informacion_Marcelo_Ferreira.pdf)

- Gabrys, B., Leiviskä, K., & Strackeljan, J. (2005). *Do Smart Adaptive Systems Exist?*. Polonia: Springer.
- Hay, D. C., & Wachowiak, M. P. (2017). Analysis of free moment and center of pressure frequency components during quiet standing using magnitude squared coherence. *Human Movement Science*, 54, 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.HUMOV.2017.04.002>
- Hendershot, B. D., & Nussbaum, M. A. (2013). Persons with lower-limb amputation have impaired trunk postural control while maintaining seated balance. *Gait & Posture*, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.01.008>
- Hlavackova, P., Franco, C., Diot, B., & Vuillerme, N. (2011). Contribution of each leg to the control of unperturbed bipedal stance in lower limb amputees: New insights using entropy. *PLoS ONE*, 6(5), 1–4. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019661>
- Ihlen, E. A. F., Skjæret, N., & Vereijken, B. (2013). The influence of center-of-mass movements on the variation in the structure of human postural sway. *Journal of Biomechanics*, 46(3). <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2012.10.016>
- Kotsiantis, S., & Kanellopoulos, D. (2006). Discretization techniques: A recent survey. *GESTS International Transactions on Computer Science and Engineering*, 32(1), 47–58.
- Ku, P. X., Azuan, N., Osman, A., Abu, W., & Wan, B. (2014). Balance control in lower extremity amputees during quiet standing : A systematic review. *Gait & Posture*, 39, 672–682.
- Loughlin, P. J., Redfern, M. S., & Furman, J. M. (2003). Nonstationarities of Postural Sway. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 22(2), 69–75. <https://doi.org/10.1109/MEMB.2003.1195699>
- Luengas C., L. A. (2016). *Modelo de alineación estática para prótesis transtibiales*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Luengas C., L. A., & Toloza, D. C. (2020a). Application of wavelet transform to stability analysis in transtibial amputees. *Investigación e Innovación En Ingenierías*, 8(1), 214–225. <https://doi.org/10.17081/invinno.8.1.3640>
- Luengas C., L. A., & Toloza, D. C. (2020b). Frequency and Spectral Power Density Analysis of the Stability of Amputees Subjects. *Tecnológicas*, 23(48), 1–16. <https://doi.org/10.22430/22565337.1453>
- Molero-Sánchez, A., Molina-Rueda, F., Alguacil-Diego, I. M., Cano-de la Cuerda, R., & Miangolarra-Page, J. C. (2015). Comparison of stability limits in men with traumatic transtibial amputation and a nonamputee control group. *PM and R*, 7(2), 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2014.08.953>
- Myklebust, J. B., Prieto, T., & Myklebust, B. (1995). Evaluation of nonlinear dynamics in postural steadiness time series. *Annals of Biomedical Engineering*, 23(6), 711–719. <https://doi.org/10.1007/BF02584470>

- Novel.de. (2019). The pedar® system. <http://www.novel.de/novelcontent/pedar>
- Oviedo Carrascal, A. I., Sanguino Cotte, D., Restrepo Arango, N. A., & Patiño Vélez, A. F. (2019). Descubrimiento de Conocimiento en Historias Clínicas mediante Minería de Texto. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (34), 29–43. <https://doi.org/10.17013/risti.34.29-43>
- Palmieri, R. M., Ingersoll, C. D., Stone, M. B., & Krause, B. A. (2002). Center-of-Pressure Parameters Used in the Assessment of Postural Control. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11(1), 51–66. <https://doi.org/10.1123/jsr.11.1.51>
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance? *Clinical Rehabilitation*, 14(4), 402–406. <https://doi.org/10.1191/0269215500cr3420a>
- Pyle, D. (1999). *Data preparation for data mining*. Morgan Kaufmann Publishers, Inc. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, Inc. <https://doi.org/10.1080/713827180>
- Pyle, D. (2003). *Business Modeling and Data Mining*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-155860653-1.50012-9>
- Raymakers, J. A., Samson, M. M., & Verhaar, H. J. J. (2005). The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait and Posture*, 21(1), 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2003.11.006>
- Rhea, C. K., Kiefer, A. W., Haran, F. J., Glass, S. M., & Warren, W. H. (2014). A new measure of the CoP trajectory in postural sway: Dynamics of heading change. *Medical Engineering and Physics*, 36(11), 1473–1479. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2014.07.021>
- Rivas, M. H., & Bayona-Oré, S. (2019). Algoritmos de Minería de Proceso para el Descubrimiento Automático de Procesos. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (31), 33–49. <https://doi.org/10.17013/risti.31.33-49>
- Rougier, P. R., & Bergeau, J. (2009). Biomechanical Analysis of Postural Control of Persons with Transtibial or Transfemoral Amputation. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 88(11), 896–903. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3181b331af>
- Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2010). The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions - A systematic review of the literature. *Gait and Posture*, 32(4), 436–445. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.09.012>
- Schubert, P., Kirchner, M., Dietmar, S., & Haas, C. T. (2012). About the structure of posturography: Sampling duration, parametrization, focus of attention (part I). *J. Biomedical Science and Engineering*, 5, 496–507. <https://doi.org/10.4236/jbise.2012.59062>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(July 1928), 379–423. <https://doi.org/10.1145/584091.584093>
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2007). *Motor control : translating research into clinical practice*. Lippincott Williams & Wilkins.



- Tolosa, D., & Zequera, M. (2017). Linear and non-linear methods for analysis center pressure and its application in diabetic peripheral neuropathy: A systematic review. In *IFMBE Proceedings* (Vol. 60). [https://doi.org/10.1007/978-981-10-4086-3\\_179](https://doi.org/10.1007/978-981-10-4086-3_179)
- Winter, D. A. (1995a). *A.B.C. (anatomy, biomechanics and control) of balance during standing and walking*. Waterloo Biomechanics.
- Winter, D. A. (1995b). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3(4), 193–214. [https://doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)82849-9](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)82849-9)

# Uso de la Tecnología de la Información y Comunicación en educación virtual y su correlación con la Inteligencia Emocional de docentes en el Ecuador en contexto COVID-19

Zambrano Vacacela Luis Leonardo<sup>1</sup>

leozamv@hotmail.com

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Educación (UNAE), 030104, Azogues, Ecuador.

DOI: 10.17013/risti.40.31-44

**Resumen:** El presente estudio propone una investigación mixta de tipo no experimental, transeccional, correlacional con alcance descriptivo, para evidenciar el nivel de conocimiento y uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en educación virtual y su correlación con la Inteligencia Emocional (I.E) de 485 profesores de nivel inicial, primario y secundario; además, pretende revelar el contexto en el que se está desarrollando el proceso de enseñanza-aprendizaje en relación con la emergencia sanitaria COVID-19. De los resultados se destaca que existen pocas habilidades en el uso de las TIC, a lo que se añade que la mayoría de docentes carecen de infraestructura tecnológica y acceso a internet; también, que las profesoras tienen menos fortalezas emocionales, y que existe muy baja correlación entre el manejo de las TIC y la I.E. Finalmente, se destaca que la aplicación WhatsApp ha sido transformada de medio de comunicación instantánea a plataforma de aprendizaje.

**Palabras-clave:** TIC; educación virtual; inteligencia emocional; enseñanza aprendizaje.

## *Use of Information and Communication Technology in virtual education and its correlation with the Emotional Intelligence of Teachers in Ecuador in a COVID -19 context*

**Abstract:** The present study proposes a mixed investigation of a non- experimental transactional correlational type with a descriptive scope in order to demonstrate the level of knowledge and use of Information and Communication Technology (ICT) in virtual education and its correlation with Emotional Intelligence (EI) of 485 teachers of initial, primary and secondary level. In addition, it aims to reveal the context in which the teaching-learning process is being developed in relation to the COVID-19 emergency. The results show that there are few ICT skills being utilized. Additionally, most teachers lack technological infrastructure and internet access. This study also indicates that female teachers have less emotional strengths and there is a very low correlation between the use of ICT and EI. Finally, it is

highlighted that the WhatsApp application has been transformed from a means of instant communication to a learning platform.

**Keywords:** ICT; virtual education; emotional intelligence; teaching-learning.

## 1. Introducción

La emergencia sanitaria originada por el corona virus (COVID-19), causante del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-COV-2) que afecta a varios países a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud, 2020), ha llevado a pensar y accionar de formas distintas los ambientes en donde el ser humano se vincula con la sociedad: salud, educación, economía y todos los demás contextos; como consecuencia, las personas han obtenido una perspectiva diferente de la vida, ya sea en el ámbito social, laboral o familiar, lo cual influye directamente en la forma de trabajar y en las emociones.

En este sentido y dada la cuantía de los casos positivos detectados respecto al número de habitantes, Ecuador es el segundo país más afectado por el virus COVID-19 en América Latina (Hallo et al., 2020). Esto ha obligado al Estado a adoptar medidas para salvaguardar la salud de los ciudadanos: confinamiento, uso de la vestimenta adecuada y aislamiento social, entre otras (Inca & Inca, 2020).

En lo que respecta el ámbito educativo, se destaca en ese país el importante papel que han adquirido los entornos virtuales para dar continuidad a la educación, los cuales hasta ahora solo habían sido considerados relevantes en la educación superior (Suasnabas et al., 2018); no tanto en los niveles de inicial, primaria y secundaria, en los que eran utilizados de manera esporádica.

A pesar de la extensa variedad de formas de enseñar y aprender que emergen de las nuevas tecnologías, en el Ecuador no se ha podido verificar la existencia de un plan de contingencia a nivel gubernamental que, mediante la modalidad virtual, supla las necesidades educativas orientadas a fomentar las capacidades individuales, emocionales y motivacionales del alumnado, así como del resto de actores que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje; el fomento de estas capacidades ha sido una demanda constante por parte de los estudiantes, los profesores y la sociedad en general (Renés, 2018).

La escasa planificación sobre esta materia se evidencia en la precariedad que, en lo referente a los entornos virtuales, muestran las instituciones educativas en los tres primeros niveles. Tanto las autoridades como los profesores, estudiantes, padres de familia y colectividad, no han sido objeto de la suficiente capacitación-cualificación; tampoco disponen de los recursos tecnológicos-infraestructura, ni de los psicológicos-emocionales requeridos para adoptar, de manera estricta, las medidas recomendadas para enfrentar este acontecimiento mundial (Rodríguez-Morales et al., 2020).

Desde esta perspectiva, es preciso medir el nivel emocional del cuerpo docente para establecer su correlación con el manejo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la modalidad de educación no presencial; de esta forma, se pretende percibir cómo se sienten emocionalmente frente a las limitaciones que presenta la educación y la sociedad en el manejo de entornos virtuales.

## **2. Uso de las TIC en la educación virtual**

Para garantizar la calidad de la educación virtual es necesario que todo el sistema educativo se adapte a ese nuevo espacio, lo cual implicaría el diseño de nuevas estructuras, métodos e instrumentos. Para ello, con fundamento en las políticas educativas, se deben crear los escenarios propicios para que docentes, estudiantes, padres de familia, autoridades y colectividad, tengan acceso a la necesaria capacitación y cualificación en el uso y manejo de las Tecnologías de Información y Comunicación (Rodríguez, 2016).

Existen diversos modelos para evaluar la calidad (Marciniak & Gairín, 2018), así como múltiples estrategias pedagógicas y compendios de buenas prácticas docentes que podrán ser utilizados dependiendo del contexto (Bolívar & Dávila, 2016), pero que en todo caso deberán estar orientados al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, así como a proveer las competencias que debe alcanzar el estudiantado que aprende bajo la modalidad virtual.

### **2.1. Formación del profesorado**

Es limitada la capacitación de los docentes en cuanto a los aspectos pedagógicos asociados con la utilización de los medios virtuales para fines educativos. La falta de inserción de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza-aprendizaje, resulta de la carencia de espacios que fomenten el uso de las TIC, lo cual está dificultando la adquisición de habilidades y destrezas pedagógicas relacionadas con la didáctica y el acompañamiento en entornos virtuales. Como consecuencia, solamente una pequeña parte de la población de docentes, impulsados por la iniciativa personal y la creatividad, han encontrado la forma de insertar herramientas de la web 2.0 y las redes sociales al proceso (Balladares-Burgos, 2018).

La educación debe ejecutar acciones que propicien una alfabetización digital, ya que a partir de allí se pueden generar otros ambientes en los que el estudiante se motive para aprender, utilizando recursos interactivos, visuales y sonoros, entre otros. Por esta razón y para dar respuesta a las necesidades educativas del contexto, es preciso que los maestros se capaciten en el correcto uso de las TIC (Gómez & Trigueros, 2017).

### **2.2. Planificación didáctica en entornos virtuales**

Para desarrollar de forma eficaz el proceso de enseñanza-aprendizaje en entornos virtuales, es importante considerar todas las variables que intervienen; entre estas se destacan: los roles del maestro y el estudiante como constructores del aprendizaje; las estrategias y técnicas a implementarse, y los recursos que se requieren para alcanzar resultados óptimos en el proceso educativo (Manrique-Losada et al., 2020). Estos factores deben tener relación directa con las necesidades, objetivos, destrezas y con la realidad del contexto en donde se desarrolla la educación.

Sobre este particular, la planificación debe responder a los principios de: (a) perceptibilidad, para que los estudiantes puedan apreciar toda la información disponible; (b) operatividad, para facilitar la navegación; (c) comprensibilidad, para entender los contenidos que demanda el proceso educativo; y (d) robustez, para proporcionar

una amplia gama de opciones para acceder a la información disponible, desde la ayuda técnica hasta la forma de utilizar los múltiples recursos disponibles (Mogollón et al., 2017).

En lo que respecta a la planificación didáctica, se evidencia el escaso conocimiento de los profesores para poder desarrollarla en Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), lo cual refleja la necesidad de formar a los maestros en esta temática; no obstante, a pesar de la apertura que demuestran para cualificarse, se observan limitaciones administrativas de las instituciones para acceder a redes e impulsar la actualización docente en EVA (Granados et al., 2017).

### **2.3. Desarrollo de la planificación didáctica**

Durante el desarrollo de la educación virtual se enfatiza la necesidad de generar una eficiente comunicación entre el docente y el estudiante, en donde el maestro, por medio de la retroalimentación (feedback) individual o grupal, clara y precisa, pueda motivar al aprendizaje, facilitando que el educando responda con una participación efectiva. Expresado en otras palabras, la comunicación es un elemento indispensable para el trabajo en plataformas virtuales educativas (Cabanillas et al., 2020); solo así se logrará alcanzar las competencias que demanda el currículo, teniendo a disposición diversos recursos como: foros, sección de anuncios, mensajería, entre otros (Alemany & Martínez, 2017a).

En este sentido, el docente debe plantear una planificación sistemática fundamentada en los contenidos a impartir, en los conocimientos que debe promover, en la formulación de instrucciones claras para lograr el entendimiento, y en el desarrollo de las estrategias para fomentar la interacción en el proceso, siendo a partir de allí que se podrá estructurar el aula virtual (López et al., 2019) mediante el uso correcto de las TIC (Zambrano-Vacacela y Yautibug-Chimbolema, 2020).

### **2.4. Evaluación de los aprendizajes en educación virtual**

Para satisfacer los requerimientos de la evaluación virtual existe en la web una variedad de recursos que ayudan a verificar el aprendizaje interiorizado por los estudiantes; entre ellos destacan: cuestionarios en línea, juegos interactivos, puzzles, vídeos, entre otros (Alemany & Martínez, 2017b), de tal forma que el docente puede optar por el que considere que mejor se adapta a la realidad de su contexto educativo y, con base en los resultados, reorientar, fomentar o fortalecer la forma en la que está impartiendo su cátedra.

En ese marco, el profesor debe contar con una formación integral, profesional, que le permita enfrentarse y dar respuesta a las necesidades que demanda el proceso de enseñanza-aprendizaje en su contexto educativo; siempre en sintonía con el manejo de las herramientas que ofrecen las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para la virtualización de evaluaciones que serán desarrolladas por el estudiantado (Mesa et al., 2018).

## 2.5. Inteligencia emocional

Los aspectos que influyen directamente sobre el bienestar constituyen la base de la percepción de las cosas y de la forma de pensar que poseen los seres humanos (García, 2016). Estos puntos de vista se encuentran estrechamente relacionados con la inteligencia emocional. Tener fortaleza sobre esta, conduce a comprender que alcanzar el éxito no es sinónimo de adquirir mayores bienes materiales, sino de alcanzar la felicidad mediante la manipulación efectiva de las emociones para estar bien consigo mismo, con los demás y con los acontecimientos.

Las investigaciones desarrolladas sobre inteligencia emocional demuestran que está relacionada directamente con la eficiencia en el mundo laboral. Tanto de manera individual como colectiva, representa un factor determinante en el empoderamiento del trabajador para la labor que desempeña; razón importante por la que se debería considerar el fortalecimiento de este constructo permanentemente (Goleman, 2010). Igualmente, existe un vínculo estrecho entre el liderazgo, la inteligencia emocional, el ambiente y el rendimiento de una persona, incidiendo también sobre los estilos de liderazgo de los individuos que adoptan este papel (Goleman, 2018).

Desde esta perspectiva, Merchán & González (2012) afirman que el docente debe ser inteligente emocionalmente, pues esto favorece las relaciones entre la comunidad educativa y previene el agotamiento causado por el estrés crónico que sufren muchos maestros; este hecho justifica la necesidad de que sea potenciada en todo el sistema de educación, incluso desde la formación del magisterio. No obstante, a pesar de los estudios que de forma recurrente demuestran la importancia de la I.E. en el desarrollo humano, aún no existen programas gubernamentales que impulsen el fortalecimiento de este constructo en todos los actores del sistema educativo ecuatoriano.

Manteniendo este hilo conductor, varios autores clasifican la inteligencia emocional en: atención, claridad y reparación (Salovey et al., 1995); autoconocimiento emocional, autocontrol emocional, automotivación, empatía, relaciones inter-personales, intrapersonales, manejo del estrés y adaptabilidad (Bar-On, R. & Parker, J., 2000; Goleman, 2007; Ugarriza & Pajares-Del-Águila, 2005). De lo anterior se destaca que aun cuando existen diferentes clasificaciones, todas están direccionadas hacia las acciones que ejecutan las personas sobre sí mismas y sobre las demás, con base en el manejo eficiente de las emociones.

## 3. Propósito de la investigación

El propósito de la investigación es presentar un análisis descriptivo del contexto en el que se está desarrollando la educación básica y secundaria en el Ecuador, en relación con el conocimiento y manejo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la educación virtual, y su correspondencia con la Inteligencia Emocional. A partir de allí se pretende evidenciar las limitaciones que poseen los maestros para ejecutar la labor docente ante la emergencia sanitaria COVID-19, y conocer la manera como este fenómeno influye en las emociones.

### 3.1. Objetivos

- Identificar el nivel de conocimiento y uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) que aplican los docentes en la educación virtual.
- Identificar el nivel de inteligencia emocional de los profesores en relación al manejo de las TIC en educación virtual.
- Demostrar la correlación entre las habilidades para el manejo de la TIC en educación virtual y la inteligencia emocional de los profesores.

## 4. Diseño y método

El estudio parte de un diseño de investigación mixto, de tipo no experimental, transeccional, con alcance descriptivo y correlacional (Hernández et al., 2014). La data fue obtenida mediante la aplicación de un cuestionario unificado para medir la inteligencia emocional y las habilidades de los docentes en cuanto al uso de las TIC en el contexto de la educación virtual. Dicho instrumento se aplicó por una sola vez entre los meses de abril a junio de 2020.

### 4.1. Muestra

Tal como se muestra en la Tabla 1, en esta investigación participaron 485 profesores con edades comprendidas entre los 20 y los 60 años, de los cuales el 41% son de sexo masculino y el 59% femenino. Laboran en los tres niveles de educación: inicial 4,9%; básica 81,4% y bachillerato 13,2%; en instituciones unidocentes (un solo profesor para todos los grados al mismo tiempo) 7%; pluridocentes (un docente para dos o tres grados al mismo tiempo) 31,1% y completa (un educador para cada grado) 61,9%. El 86% de las instituciones en donde laboran los maestros son de sostenimiento fiscal; fiscomisional el 12%, y particular el 2%. Los establecimientos que pertenecen al sector urbano representan el 41,9% y al sector rural el 58,1%. De la totalidad de la población, el 71,3% imparte 'Educación Intercultural' y el 28,7% 'Educación Intercultural Bilingüe'. Finalmente, se destaca que en la ejecución del cuestionario unificado colaboraron maestros y maestras de 20 provincias de las 24 que existen en el Ecuador.

Sexo	F	Edad	F	Nivel	F	Inst.	F	Sost.	F	Lug.	F
M	199	20-25	34	Inic.	24	Unidoc.	34	Fiscal	419	Urb.	203
F	286	26-55	446	Bas.	395	Pluridoc.	151	Fiscom.	58	Rur.	282
-	-	56-60	5	Sec.	66	Compl.	300	Priv.	8	-	-
Total	485										

Tabla 1 – Descripción de la población

### 4.2. Instrumentos

Para la recolección de datos se utilizaron dos instrumentos unificados en un solo cuestionario aplicado en línea:

El primero fue el *Trait Meta Mood Scale-24* (TMMS; Salovey & Mayer, 1989-90). Adaptado al castellano por (Fernández-Berrocal et al., 1998), posee una escala de Likert que mide tres variables en 24 preguntas: la primera variable es 'atención' para evidenciar aspectos relacionados a la intrapersonalidad; la segunda es 'claridad' que mide aspectos referentes a las emociones como el estado de ánimo y el estrés; y la tercera es 'reparación', que muestra cuestiones relacionadas con la adaptabilidad y el manejo efectivo de las emociones. Este instrumento ha sido validado en América Latina dando resultados adecuados para su aplicación; posee una confiabilidad del 95% y un coeficiente Alfa de Cronbach mayor al 85%, lo que evidencia buena consistencia y homogeneidad en todas sus dimensiones (Espinoza-Venegas et al., 2015).

El segundo instrumento es un cuestionario de elaboración propia, orientado a recoger datos relacionados con la educación virtual y el uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este cuestionario se divide en cuatro variables: acceso a internet, manejo de plataformas virtuales, planificación de clases virtuales y evaluación de aprendizajes mediante el uso de la plataforma virtual; para lo que se formularon 15 ítems con opciones de respuesta múltiple, tal como se indica a continuación:

#### *Acceso a internet:*

1. Para impartir clases virtuales, tengo internet (*permanentemente; esporádicamente; nunca*).
2. Del total de su clase, indique según su criterio el porcentaje de estudiantes que tienen acceso a internet: (*todos [76-100%]; ¾ partes [51-75%]; mitad [26-50%]; ¼ parte [1-25%]; ninguno [0%]*).
3. Los estudiantes cumplen en el tiempo establecido las actividades enviadas a través de la plataforma: (*todos [76-100%], ¾ partes [51-75%], mitad [26-50%], ¼ parte [1-25%], ninguno [0%]*).

#### *Manejo de plataformas virtuales:*

4. La institución en la que labora tiene alguna plataforma específica para generar el proceso enseñanza aprendizaje, seleccione una opción: (*Blackboard, Moodle, Idukay, Microsoft Teams, no tiene plataforma virtual, otra*).
5. Seleccione el sistema de gestión del aprendizaje que utiliza como herramienta para impartir sus clases (*Blackboard; Microsoft Teams; Zoom; WhatsApp; otra*).
6. Según su criterio, ¿cuál es el nivel de manejo de entornos virtuales por parte de sus estudiantes? (*alto, medio, bajo, nulo*);
7. Según su criterio, ¿cuál es el nivel de manejo de entornos virtuales por parte de los padres de familia de sus estudiantes? (*alto; medio; bajo; nulo*).
8. Según su criterio, ¿cuál es el nivel de manejo de entornos virtuales que usted posee como docente? (*alto; medio; bajo; nulo*).
9. Usted como docente ¿ha recibido capacitación para el manejo de entornos virtuales en educación? (*si; no*).
10. ¿Qué institución le ha brindado capacitación relacionada con el manejo de entornos virtuales en educación? (*Ministerio de Educación; universidad a la que asisto o asistí: aprendí solo en casa; realicé cursos en otras instituciones; no manejo plataformas virtuales en educación; otra*).



### Planificación de clases virtuales:

11. Cuando imparte clases virtuales expone los objetivos y competencias a adquirir (*si; no; a veces*).
12. Las actividades que deben resolver sus estudiantes ¿pueden ser desarrolladas sin la necesidad de tener conexión permanente a internet? (*si; no; a veces*).
13. Como recursos para el desarrollo de aprendizajes individuales, Usted como docente utiliza: (*contenidos interactivos en plataforma; resolución de actividades sin conexión a internet; investigación de contenidos en internet; foros en plataforma; clase magistral en plataforma; otro*).

### Evaluación de los aprendizajes:

14. Para evaluar los aprendizajes alcanzados, Usted como docente utiliza (*cuestionarios en línea; trabajos o tareas; otra*).
15. Si pudiera escoger la modalidad de enseñanza aprendizaje ¿cuál seleccionaría? (*presencial; semi presencial; virtual; otra*).

## 4.3. Trabajo de campo

Para la recolección de datos, los dos instrumentos ya detallados se unificaron en un solo cuestionario en la herramienta *Google Forms online*; el cual fue enviado por correo electrónico a varios docentes a nivel nacional (24 provincias en el Ecuador) a quienes se les solicitó que fueran respondidos de forma completa.

## 5. Análisis de datos

Los datos fueron analizados con el programa estadístico SPSS versión 22, mediante el cual se hizo el análisis de frecuencias para la descripción del nivel de conocimiento y uso de las TIC en entornos educativos virtuales, y establecer su correspondencia con la Inteligencia Emocional. Para verificar la correlación entre ambas variables se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman.

### 5.1. TIC en educación virtual

Sobre las habilidades en el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación se destaca que un alto porcentaje de docentes (74,4%) tiene un nivel medio; sin embargo, un 6,4% aducen que no tienen conocimiento sobre las TIC para entornos virtuales y el 19,2%, que también es un número bajo, tienen un nivel alto. (Tabla 2).

Nivel	F
<i>Bajo</i>	31
<i>Medio</i>	361
<i>Alto</i>	93
<i>Total</i>	485

Tabla 2 – Nivel de manejo de TIC en educación virtual

En relación a estos resultados, para el aprendizaje sobre el uso de las TIC en entornos virtuales, el 31,3% de los profesores manifestó que desarrollaron un autoaprendizaje en la web; el 11,1% solicitó ayuda a sus familiares; el 19,4% aprendió en la universidad y el 37,4%, lo hizo mediante cursos propuestos por el Ministerio de Educación o la institución en donde labora.

Frente al nivel medio de las habilidades en el manejo de la TIC para entornos virtuales, se evidencia que el 93,2% de los maestros no disponen de una plataforma virtual para impartir sus clases; solamente el 6,8% puede manejar y acceder esporádicamente a Blackboard (0,8%), Idukey (0,6%), Moodle (5,2%) y Zoom (0,2%).

En respuesta a esta carencia, el 71,1% de los encuestados utilizan WhatsApp como herramienta para ejecutar el proceso de enseñanza-aprendizaje; esto debido a que es una aplicación gratuita, de fácil acceso, mediante la que se puede interactuar para tratar de cumplir con dicho proceso. Este resultado no coincide con los datos obtenidos sobre el manejo de las TIC en entornos virtuales, pues en la web existe una variedad de recursos que los docentes podrían utilizar sin necesidad de ser expertos en el manejo, bastando un nivel medio de conocimientos para que puedan ser utilizados de forma efectiva.

En contraposición a la interpretación anterior y en lo que respecta al acceso a internet de los profesores, solamente el 3,7% posee disponibilidad permanentemente en sus domicilios; el 74,8% tiene internet ocasionalmente en centros de cómputo o wi-fi gratuito, y el 21,4% no tiene ningún tipo de conexión. Estos datos son preocupantes debido a su notable incidencia en la posibilidad de desarrollar eficientemente el proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos virtuales. Este antecedente puede ser la causa por la que los maestros no pueden afianzar sus conocimientos sobre el uso de las TIC en la educación, con lo que se justifica la utilización de WhatsApp, a pesar de tener un nivel medio de conocimientos en cuanto al manejo de esas tecnologías.

En lo referente al manejo de entornos virtuales por parte de los estudiantes, según los docentes, solamente 16,7% tienen un nivel alto, mientras que el 26,8% un nivel medio y el 56,8% un nivel bajo. Estos datos se relacionan directamente con el manejo de entornos virtuales de los padres de familia, que presentan un 20,8% en el nivel alto, 20% en el medio y 59,2% en el nivel bajo.

Sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje se destaca que el 90% envía tareas mediante la herramienta que utiliza, en este caso WhatsApp; el 8,3% realiza clases virtuales y 1,7% envía tareas impresas. Para evaluar los aprendizajes 87,6% lo hace mediante actividades enviadas a casa y solamente el 12,4% desarrolla cuestionarios y/o actividades en línea o plataforma.

En concordancia con los hallazgos obtenidos se evidencia que el 91,8% de los docentes prefieren impartir clases de forma presencial y/o semipresencial, y solamente el 8,2% manifiesta su deseo de continuar en la modalidad virtual, lo cual pudiera deberse a la falta de acceso a internet. Estas preferencias perjudican la consolidación de habilidades para aplicar las TIC en entornos educativos virtuales, y obstaculiza la ejecución eficiente del proceso de enseñanza-aprendizaje en el contexto en donde se desarrolla el profesor.

### 5.2. Inteligencia emocional

En lo que respecta al ámbito de la Inteligencia Emocional se midió el nivel en tres aspectos: ‘atención’, ‘claridad’ y ‘reparación de emociones’. Según los resultados obtenidos se desprende que los profesores con mayor nivel emocional en cuanto a la ‘atención’, son los que menos habilidades tienen en el manejo de las TIC. En lo concerniente a ‘claridad’ la inteligencia emocional se encuentra potenciada en los que mejor manejan las TIC. Finalmente, los que más habilidades tienen en el manejo de las TIC también demuestran mayor nivel de inteligencia emocional en el aspecto ‘reparación’. Esto se puede evidenciar en la Tabla 3, en la que se observa que la mayoría de los profesores poseen el nivel medio en cuanto al manejo de las TIC.

		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
						Límite inferior	Límite superior
Atención	Bajo	31	25,87	6,682	1,200	23,42	28,32
	Medio	361	24,54	6,794	,358	23,83	25,24
	Alto	93	25,24	7,581	,786	23,68	26,80
Claridad	Bajo	31	25,61	6,535	1,174	23,22	28,01
	Medio	361	28,27	6,448	,339	27,60	28,93
	Alto	93	31,02	7,460	,774	29,49	32,56
Reparación	Bajo	31	29,13	5,265	,946	27,20	31,06
	Medio	361	30,90	5,524	,291	30,33	31,47
	Alto	93	32,14	5,974	,619	30,91	33,37

Tabla 3 – Medias de atención, claridad y reparación

En cuanto a la Inteligencia Emocional total, los que mejor manejan las TIC poseen más fortalezas en inteligencia emocional ( $\bar{X}=88,40$ ); sin embargo, la mayoría de los docentes se encuentra en el nivel medio de habilidades en el uso de las TIC (361), tal como se observa en la Tabla 4.

		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Bajo	31	<b>80,61</b>	15,760	2,831	74,83	86,39	52	105	
Medio	361	83,71	14,861	,782	82,17	85,24	46	116	
Alto	93	88,40	17,714	1,837	84,75	92,05	33	120	
Total	485	84,41	15,610	,709	83,02	85,80	33	120	

Tabla 4 – Media Inteligencia emocional total

Al comparar los niveles de inteligencia emocional por sexo, se observa que los hombres tienen un mayor puntaje ( $\bar{X}=84,70$ ), que el presentado por las mujeres ( $\bar{X}=84,21$ ); es decir, el sexo masculino posee una Inteligencia Emocional más alta, aunque sin diferencias significativas, tal como se evidencia en la Tabla 5.

	Sexo	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
<i>Inteligencia emocional total</i>	<i>Masculino</i>	199	<b>84,70</b>	16,786	1,190
	<i>Femenino</i>	286	<b>84,21</b>	14,763	,873

Tabla 5 – Medias de Inteligencia Emocional, según el sexo

### 5.3. Correlación entre habilidades para el manejo de las TIC y la inteligencia emocional

			Manejo de TIC en entornos virtuales	Inteligencia emocional total
<i>Rho de Spearman</i>	<i>Manejo de TIC en entornos virtuales</i>	<i>Coefficiente de correlación</i>	1,000	<b>,134**</b>
		<i>Sig. (bilateral)</i>	.	<b>,003</b>
		<i>N</i>	485	485
	<i>Inteligencia emocional total</i>	<i>Coefficiente de correlación</i>	<b>,134**</b>	1,000
		<i>Sig. (bilateral)</i>	<b>,003</b>	.
		<i>N</i>	485	485

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Tabla 6 – Correlación TIC-Inteligencia Emocional

Para determinar la asociación entre las habilidades para el uso de las TIC en educación virtual y la Inteligencia Emocional, se utilizó el coeficiente Rho de Spearman. Tal como se observa en la Tabla 6, los resultados obtenidos permiten afirmar que sí existe correlación entre las variables planteadas, pues se observa un nivel de significación de 0,003; sin embargo, la asociación es muy baja y positiva (.134), lo que conlleva a deducir que mientras más altas sean las habilidades para el manejo de las TIC mayor será también el nivel de Inteligencia Emocional.

## 6. Conclusiones

En este estudio se identificó el nivel de conocimiento y uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) de los docentes en contextos virtuales de educación. Al respecto, la mayoría de los educadores que participaron en el estudio posee un nivel medio de conocimiento de las TIC, pero existen limitaciones que dificultan su labor profesoral; destacando entre ellas: (a) la falta de capacitación y cualificación docente,

(b) la limitada o incluso nula disponibilidad de un alto número de maestros para acceder a internet, y (c) las pocas habilidades de los padres de familia y los estudiantes para el manejo de los entornos virtuales educativos. Por otra parte, cabe señalar que ante la precariedad de la infraestructura virtual para fomentar y alcanzar eficientemente los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje, los maestros intentan responder a las necesidades educativas mediante el uso de aplicaciones alternativas, como WhatsApp, la cual se ha transformado en fuente primaria de comunicación durante el desarrollo del proceso educativo.

En lo que respecta al nivel de Inteligencia Emocional de los profesores, se destaca que existe una tendencia hacia los niveles medio y bajo en cuanto al manejo de las emociones estudiadas, lo cual se relaciona directamente con el manejo de las TIC en entornos virtuales. Estas circunstancias inciden directamente sobre el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en el contexto de la emergencia sanitaria.

Finalmente, se demostró que existe correlación positiva, aunque baja, entre las habilidades para el manejo de las TIC y la Inteligencia Emocional de los profesores, lo cual da a entender que en la medida que el docente posea más conocimientos y habilidades para el manejo de estas tecnologías en educación virtual, también será mayor su fortaleza emocional, y viceversa.

## Referencias

- Aleman, D., & Martínez, A. (2017). Ámbitos de actuación en entornos virtuales de aprendizaje de idiomas: Propuesta de una lista de verificación basada en criterios de calidad. En *Innovación docente y uso de las TIC en educación* (s/n), 1-11. [http://www.enriquesanchezrivas.es/congresotic/archivos/CampusVirtuales/Alemany\\_Otros.pdf](http://www.enriquesanchezrivas.es/congresotic/archivos/CampusVirtuales/Alemany_Otros.pdf)
- Balladares-Burgos, J. (2018). Diseño pedagógico de la educación digital para la formación del profesorado. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1), 60-41. <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.17.1.41>
- Bar-On, R., & Parker, J. (2000). *The emotional quotient inventory: Youth version*. Multi-Health Systems.
- Bolívar, C. R., & Dávila, A. A. (2016). Propuesta de buenas prácticas de educación virtual en el contexto universitario. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 49(12), 1-21. <http://dx.doi.org/10.6018/red/49/12>
- Cabanillas, J., Veríssimo, S., & Luengo, R. (2020). Contraste en la percepción sobre el uso de una plataforma virtual para la mejora de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (38), 33-47. <https://doi.org/10.17013/risti.38.33-47>
- Espinoza-Venegas, M., Sanhueza-Alvarado, O., Ramírez-Elizondo, N., & Sáez-Carrillo, K. (2015). A validation of the construct and reliability of an emotional intelligence scale applied to nursing students. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 23(1), 139-147. <https://doi.org/10.1590/0104-1169.3498.2535>

- García, C. H. (2016). Inteligencia Emocional y Bienestar. En *Inteligencia emocional y bienestar II* (32-44). Ediciones Universidad de San Jorge. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5568420>
- Goleman, D. (2007). *La Inteligencia Emocional*. ZETA.
- Goleman, D. (2010). *La práctica de la inteligencia emocional*. Editorial Kairós.
- Goleman, D. (2018). *Inteligencia emocional en la empresa (Imprescindibles)*. Penguin Random House Grupo Editorial.
- Gómez, D., & Trigueros, I. M. (2017). Las WebQuests y los MOOCs en la enseñanza de las Ciencias Sociales y la formación del profesorado de Educación Primaria. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(2), 205-220. <https://doi.org/10.6018/reifop/20.2.258551>
- Granados, J., Vargas, C., & López, R. (2017). Estrategia de formación continua del docente universitario en la didáctica de los entornos virtuales de aprendizaje (EVA). *Revista Conrado*, 13(1), 78-86.
- Hallo, A., Rojas, A., & Hallo, C. (2020). Perspective from Ecuador, the Second Country with More Confirmed Cases of Coronavirus Disease 2019 in South America: A Review. *Cureus*, 12(3), 2-6. <https://doi.org/10.7759/cureus.7452>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta edición). McGraw Hill Education.
- Inca, G. P., & Inca, A. C. (2020). Evolución de la enfermedad por coronavirus (COVID-19) en Ecuador. *La Ciencia al Servicio de la Salud*, 11(1), 5-15.
- López, C. C., Bulla, N. A., Gómez, P., & Rodríguez, D. (2019). Formación Virtual: Enseñanza y Aprendizaje de la Probabilidad. En *Tendencia Reciente en la Educación Probabilística y Estadística* (s/n), 35-51. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <http://funes.uniandes.edu.co/14272/>
- Manrique-Losada, B., Gómez-Álvarez, M., & González-Palacio, L. (2020). Estrategia de transformación para la formación en informática: Hacia el desarrollo de competencias en educación básica y media para la Industria 4.0 en Medellín – Colombia. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (39), 1-17. <https://doi.org/10.17013/risti.39.1-17>
- Marciniak, R., & Gairín, J. (2018). Dimensiones de evaluación de calidad de educación virtual: Revisión de modelos referentes. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 217-238. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.16182>
- Merchán, I., & González, J. (2012). Análisis de la eficacia de un Programa de Inteligencia Emocional con profesores de Badajoz y Castelo Branco (Portugal). *Campo abierto: Revista de educación*, 31(1), 51-68.
- Mesa, G. H., Blanco, M. R., & Addine, R. (2018). La virtualización del contenido nomenclatura química en la educación superior pedagógica. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 6(12), 84-93.

- Mogollón, I., Medina, C., & Correa, K. (2017). Desarrollo de experiencias de aprendizaje virtual accesible: Atención a las necesidades de personas con discapacidad visual. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa* (62), 34-47. <https://doi.org/10.21556/edutec.2017.62.1023>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Organización Mundial de la Salud: Según una encuesta mundial de la OMS, el 90% de los países han sufrido interrupciones de sus servicios de salud esenciales desde el inicio de la pandemia de COVID-19*. <https://www.who.int/es>
- Renés, P. (2018). Planteamiento de los estilos de enseñanza desde un enfoque cognitivo-constructivista—Dialnet. *Tendencias pedagógicas* (31), 47-68.
- Rodríguez, R. (2016). Exigencias éticas de la calidad de la educación virtual. En *El aseguramiento de la calidad de la educación virtual* (pp. 55-68). ULADECH.
- Rodriguez-Morales, A. J., Sánchez-Duque, J. A., Botero, S., Pérez-Díaz, C. E., Villamil-Gómez, W. E., Méndez, C. A., Verbanaz, S., Cimerman, S., Rodriguez-Enciso, H. D., Escalera-Antezana, J. P., Balbin-Ramon, G. J., Arteaga-Livias, K., Cvetkovic-Vega, A., Orduna, T., Savio-Larrea, E., & Paniz-Mondolfi, A. (2020). Preparación y control de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) en América Latina. *Acta Médica Peruana*, 37(1), 3-7. <https://doi.org/10.35663/amp.2020.371.909>
- Salovey, P., Mayer, J., Goldman, S., Turvey, C., & Palfai, T. (1995). Emotional attention, clarity, and repair: Exploring emotional intelligence using the Trait Meta-Mood Scale. En *Emotio, Disclosure, y Health* (J. Pennebaker, pp. 125-151). American Psychological Association.
- Suasnabas, L., Quinto, E. D., & Alcázar, J. A. (2018). Impacto de las aulas virtuales en el sistema de educación superior de Ecuador. *RECIAMUC*, 2(1), 945-959.
- Ugarriza, N., & Pajares-Del-Águila, L. (2005). La evaluación de la inteligencia emocional a través del inventario de BarOn ICE: NA, en una muestra de niños y adolescentes. *Persona* (8), 11-58. <https://doi.org/10.26439/persona2005.n008.893>
- Zambrano-Vacacela, L., & Yautibug-Chimbolema, M. (2020). Modelo AIM para la enseñanza-aprendizaje con estudiantes de modalidad semipresencial-distancia en la Universidad Nacional de Educación. *Killkana sociales: Revista de Investigación Científica*, 4(1), 13-20.

# Framework multimodal emocional en el contexto de ambientes dinámicos

Ierache Jorge<sup>1,2</sup>, Sattolo Iris<sup>1</sup>, Chapperón Gabriela<sup>1</sup>

[jierache@unimoron.edu.ar](mailto:jierache@unimoron.edu.ar); [isattolo@unimoron.edu.ar](mailto:isattolo@unimoron.edu.ar); [gchapperon@unimoron.edu.ar](mailto:gchapperon@unimoron.edu.ar)

<sup>1</sup> Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica, Universidad de Morón (1708) Morón Argentina.

<sup>2</sup> Laboratorio de Sistemas Información Avanzados Universidad de Buenos Aires (C1063) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

DOI: [10.17013/risti.40.45-59](https://doi.org/10.17013/risti.40.45-59)

**Resumen:** En este trabajo, se presentan los antecedentes entorno a instrumentos, métodos y modelos en la temática de computación afectiva. En particular se exploran los modelos emocionales deductivos y categóricos. Se describe el Framework multimodal (MM) emocional desarrollado y su arquitectura conceptual. Finalmente se exhiben y se discuten los resultados generales de las experimentaciones realizadas, en particular las que se realizaron con un simulador de vuelo. El resultado de las experiencias permitió verificar la correlación entre los registros SAM y los valores del BCI (excitación y relajación, EEG) registrados por el Framework para el caso de prueba presentado.

**Palabras-clave:** Computación afectiva; interfaz cerebro computadora; simuladores; ambientes dinámicos.

## *Emotional multimodal Framework in the context of dynamic environments*

**Abstract:** This paper presents the background about instruments, methods and models on the subject of affective computing. Particularly, deductive and categorical emotional models are explored. The developed emotional multimodal framework (MM) and its conceptual architecture are described. Finally, the general results of the experiments accomplished are exhibited and discussed, especially they were carried out with a flight simulator. The result of the experiences allowed to probe the correlation between the SAM records and the BCI (excitement and relaxation, EEG) values recorded by the Framework for the test cases presented.

**Keyword:** Affective computing; brain-computer interface; simulators; dynamic environments.

## 1. Introducción

La computación afectiva representa uno de los desafíos actuales y emergentes en el campo de los sistemas y tecnologías de la información. Ésta se enfoca en el estudio y



el desarrollo de sistemas y dispositivos que pueden reconocer, interpretar, procesar y estimular las emociones humanas. Rosalind Picard define que la computación afectiva es “la informática que se relaciona con las emociones, no sólo con las consideradas más importantes, como la alegría o la tristeza, sino también con el interés, el aburrimiento o la frustración, que son las que se dan en relación con los ordenadores” (Picard R., 2000). Su rápido crecimiento se ha visto reflejado en distintas ramas como seguridad, salud, marketing, robótica y educación, entre otras. Actualmente su objetivo es desarrollar dispositivos y sistemas que puedan reconocer, interpretar, procesar y/o simular las emociones humanas para mejorar la interacción entre el usuario y la computadora. Estos sistemas “afectivos”, por lo tanto, deben ser capaces de: 1) capturar y reconocer los estados emocionales del usuario a través de mediciones sobre señales generadas en la cara, la voz, el cuerpo, o cualquier otro reflejo del proceso emocional que se esté llevando a cabo; 2) procesar esa información clasificando, gestionando, y aprendiendo por medio de algoritmos que se encargan de recoger y comparar gran cantidad de casos, y que tienen en cuenta los estados emocionales del usuario y, en su caso, las determinadas por el ordenador; y, por último, 3) generar las respuestas y las emociones correspondientes, que pueden expresarse a través de diferentes canales: colores, sonidos, robots, o personajes virtuales dotados de expresiones faciales, gestos, voz, etc. (Balasarri, 2016). Según la manera utilizada para capturar esos estados emocionales, los instrumentos de evaluación emocional se pueden clasificar en: instrumentos que miden sentimientos subjetivos, reacciones fisiológicas y expresiones emocionales.

### 1.1. Instrumentos para medir emociones

*Instrumentos que miden sentimientos subjetivos.* Se utilizan auto reportes para que las personas den a conocer sus emociones. Se clasifican en instrumentos de medición verbal, mediante los cuales los encuestados utilizan una escala para el registro de sus emociones, y de medición no verbal, que incluyen representaciones gráficas de la emoción (Agarwal & Meyer, 2009); es el caso de (Zhong, Qiao, & Zhang, 2019) en el cual tratan de sistematizar el uso de emoticones relacionándolos con el modelo Circumplejo de Russell. *Instrumentos de medición fisiológica.* Estos instrumentos miden los cambios fisiológicos relacionados con la emoción a través de técnicas no subjetivas. Los cambios se producen por el ritmo cardíaco, la respiración, la transpiración y la dilatación en la pupila, entre otros (Hartson & Pyla, 2012). Las señales fisiológicas se capturan a través de electromiogramas, electrooculograma, aparatos que miden la actividad electro dérmica, electrocardiograma o detectores de ritmo cardíaco. Trabajos como (Mehedi Hassan, y otros, 2019) experimentan con redes de creencia no supervisadas a partir de observaciones fusionadas de actividad electro dérmica, fotoplethismograma y electromiograma. Para medir la actividad neuronal se utilizan dispositivos conocidos como interfaces cerebro computadora (BCI). En particular la Experiencia Afectiva de Usuario (UAX) en ambientes con Inteligencia Artificial (IA), los Sensores Biométricos resultan relevantes para el desarrollo de estos sistemas (Fernández-Ordóñez & otros, 2019) *Instrumentos que miden expresión emocional.* Están los que miden la expresión facial a través de cámaras que toman fotografías o videos, (Wei-Long & Bao-Liang, 2015) y los que registran y miden las expresiones vocales y tono de voz, por ejemplo: reconocer emociones en una conversación (Poria, Majunder, Mihalcea, & Hovy, 2019), analizar emociones y sentimientos sobre un discurso mediante la extracción de las propiedades

acústicas de arousal y valencia (Chanchí & Córdoba. 2019),o sobre un analizador de emociones para contenidos musicales que obtiene una traza emocional una pista musical a partir del análisis de las variables acústicas arousal y valencia del modelo de Russell (Chanchí G y otros, 2019).

## 1.2. Métodos

Los métodos utilizados, en la computación afectiva, se basan en el procesamiento de los datos recopilados y etiquetados obtenidos mediante la ejecución de experiencias en laboratorios, donde se pueden obtener etiquetas (definidas con categorías predefinidas o de forma dimensional) de diferentes maneras: durante la interacción con el sistema o, retrospectivamente o, por el investigador durante o después de la interacción. De acuerdo con los tipos de datos que se utilizan en los sistemas propuestos, pueden clasificarse en sistemas unimodales – los que exploran una sola fuente de datos –, o en multimodales – los que combinan dos o más fuentes de datos –. Como trabajos unimodales, se pueden citar a: (van der Haar, 2019) donde se captura el rostro a través de videos (Zatarain Cabada, Barron Estrada, Halor-Hernandez, & Reyes-García, 2014), donde se captura la imagen del rostro (Wei-Long & Bao-Liang, 2015). Como trabajos multimodales, se pueden citar como ejemplos a: (Xu, Chen, Han, Tan, & Xu, 2019) donde agregan a la captura del rostro la posición de la cabeza, (Alepis & Virvou, 2006) donde utilizan cuestionarios, tecleo y micrófono, (Salmeron-Majadas, Santos, & Boticario, 2014) donde utilizan movimientos del mouse y teclado y, (Calot, Ierache, & Hasperué, 2019) donde se realiza la captura del tecleo. En la utilización de estados afectivos utilizando enfoques multimodales, existen distintos desafíos, como ser: decidir qué modalidades combinar, recopilar datos de entrenamiento, manejar datos faltantes, manejar diferentes tasas de muestreo e interdependencia de modalidades al construir modelos, decidir cómo fusionar datos de diferentes modalidades, decidir cómo evaluar los estados emocionales.

## 1.3. Interfaces

Para deducir el estado emocional de un individuo en un contexto multimodal (de ahora en más MM), se tiene que registrar, simultáneamente, diversa información biométrica. En la actualidad, se experimenta con el control de computadoras, dispositivos, robots, drones, juegos, etc., a través de *Brain Control Interface* (BCI o también conocidas como BMI), en la mayoría de los casos correspondiente a sistemas específicos e integrados a estos. Las interfaces para la interacción entre cerebro y computadoras (BCI) abarcan una amplia variedad de problemas. En sus inicios se buscó controlar máquinas a partir de la actividad eléctrica cerebral de un usuario entrenado para tal fin, es decir, el denominado BCI activo bajo la clasificación de Zander y Kothe. Más recientemente han surgido nuevos paradigmas en torno de este tipo de interacciones, que estos autores clasifican como BCI reactivo y BCI pasivo. El BCI reactivo, al igual que el BCI activo, tiene como objetivo el control de una máquina o dispositivo. La diferencia en este caso es que el usuario busca de manera consciente estímulos cuyos efectos en biomarcadores (por ej., EEG) serán detectados por la interfaz BCI y dispararán una determinada acción. El BCI pasivo recolecta información del estado del usuario (a partir de biomarcadores) con el objeto de evaluar/mejorar la interacción entre el hombre y el ambiente virtual, real o mixto.

### 1.4. Modelos Emocionales

Desde el último medio siglo, se propusieron diferentes formas de modelar las emociones, representándolas desde diferentes perspectivas. Dos de ellas se utilizan ampliamente, una es el enfoque categórico (Ekman, 2005 cap. 3) y otra es el enfoque dimensional (Posner, Russell, & Peterson, 2005). El enfoque categórico, desarrollado inicialmente por el psicólogo Paul Ekman, afirmó que había un conjunto de seis emociones básicas y universales que no están determinadas por las culturas, estas son: la alegría/felicidad, el miedo, la tristeza, la ira/enojo, el disgusto/asco, la sorpresa. Ekman incorporó en su última actualización al desprecio. Se presenta, en la figura 1, el conjunto de rostros representativos de cada emoción.

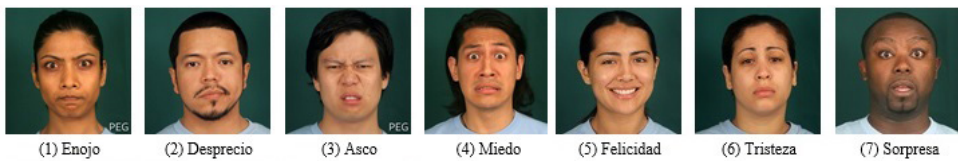


Figura 1 – Siete Expresiones faciales universales según la teoría de Paul Ekman

Por otro lado, el enfoque dimensional establece que los estados afectivos se distribuyen en un espacio continuo cuyos ejes dimensionales indican una cuantificación de una característica. Uno de los modelos más aceptados es el Circumplex Model of Affectivity, o Modelo Circumplex de Afectividad, también conocido como circunplejo o modelo Arousal-Valence. Este es un modelo bidimensional, sus ejes son Excitación o Arousal (relajado vs. excitado) y Valencia o Valence (placer vs. disgusto). Este permite entender cómo un individuo puede regular sus emociones, y a esta actividad la representa como el resultado de dos vectores de fuerza, que empujan al sujeto de una situación emocional a



Figura 2 – Circumplex Model of Affectivity. Fuente (Posner, Russell, & Peterson, 2005)

otra más placentera y mejor valorada. La idea fundamental que transmite este modelo es que los estados emocionales están mejor representados en un círculo con dimensiones bipolares que en dimensiones independientes. Russell representa las emociones mediante un modelo espacial en el que los conceptos afectivos caen en un círculo en el cual el número representa el vector o radial, en el siguiente orden: placer o agrado (0), excitación (45), activación (90), nervioso (135), afectado (180), deprimido (225), desactivado -somnolencia (270) y relajado (315) (Posner, Russell, & Peterson, 2005). La Figura 2, muestra el modelo mencionado. Existen intentos que tratan de suplir los problemas presentados tanto en el enfoque categórico como el enfoque dimensional como “La rueda de Ginebra” (Scherer, 2005), y trabajos que muestran la falta de estudios que discutan las emociones no básicas (Keltner & Cordaro, 2015).

Otra herramienta que se utiliza para capturar emociones es SAM (por sus siglas en inglés Self-Assessment Manikin) propuesto por (Lang P., 1985) (Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008). SAM es un método no verbal fácil de administrar para evaluar rápidamente el placer (valencia), la excitación (arousal) y la dominancia asociadas con la reacción emocional de una persona ante un evento. SAM se extiende desde una figura sonriente y feliz hacia una figura con ceño fruncido e infeliz cuando se representa la dimensión de placer; y se extiende desde una figura excitada con los ojos abiertos hacia una figura relajada con sueño para la dimensión de excitación. La dimensión de dominancia representa cambios en el control, con variaciones en el tamaño de SAM, una gran figura indica el máximo control de la situación. Los valores dimensionales provistos por SAM no necesitan ser transformados. Existen dos escalas, una en el rango 1–5, que coincide con las cinco representaciones del personaje de izquierda (1) a derecha (5). La segunda escala permite agregar cuatro valores intermedios, de esta forma se obtiene un rango posible de 1–9; en este caso, no se suele dibujar al personaje nueve veces, sino que se dibuja el punto posible en el medio. Ver figura 3.

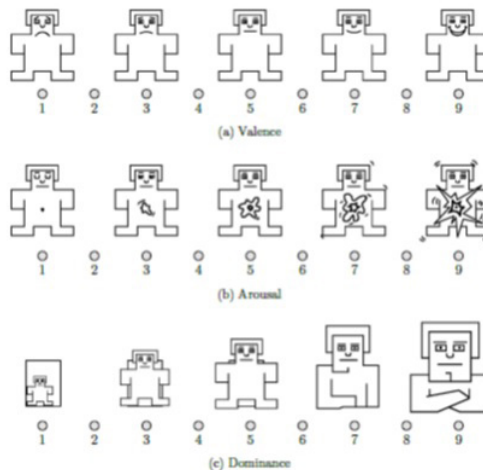


Figura 3 – SAM (Self-Assessment Manikin) Fuente (Lang P., 1985)

## 2. Relevancia del problema

A lo largo de la historia, la intuición y los trabajos de muchos profesionales de diversas disciplinas han indicado la importancia de las emociones, así como la necesidad de conocerlas y aprender a relacionarnos con éstas de la forma más coherente posible. Ya en 1872, Darwin publicó su estudio sobre la expresión de las emociones en los animales y en los humanos, en el mismo muestra la utilidad de las emociones para la supervivencia en los procesos de adaptación, tanto en los animales de todas las épocas como en los humanos del pasado. Otros pensadores aportan al estudio de las emociones: en 1884 James y Lange proponían simultáneamente y por separado su teoría en la cual las emociones siguen a las reacciones físicas. Las teorías cognitivas argumentan que los pensamientos y otras actividades mentales juegan un papel esencial en la formación de las emociones. Schachter y Singer sugiere que la activación fisiológica ocurre primero. Lazarus, dentro de esta categoría propone que el pensamiento debe ocurrir antes que la experiencia de la emoción (Psicología y mente, 2019). Para el neurocientífico Damasio, experto en el proceso de las emociones, estas son un conjunto de respuestas químicas, físicas y neuronales que conforman un patrón y que influyen en la forma de evidenciar nuestras conductas. Después de las emociones llegan los sentimientos, los cuales tienen una relación más profunda con los pensamientos. Tanto las emociones como los sentimientos tienen valencias (esto quiere decir que pueden ser positivos o negativos) (Damasio, 2019). En la interacción entre el humano y la computadora pueden existir experiencias que desencadenen rendimientos pobres y errores que contribuyan a frustraciones del usuario. Acorde a los avances en el estudio de las emociones la computación afectiva adquirió relevancia en los últimos 20 años. En la detección de estados emocionales se utilizan distintas modalidades, se construyen sistemas unimodales o multimodales. A pesar del impresionante progreso realizado hasta el momento, son varios los problemas que aún subsisten entre los cuales se pueden nombrar: los desafíos técnicos asociados con la detección de construcciones psicológicas latentes (es decir, afecto) a partir de señales débiles incrustadas en canales ruidosos; el persistente problema de obtener etiquetas de verdad básica para la clasificación supervisada, cuando el acuerdo inter observador es generalmente bajo (ejemplo: el usuario tendrá que marcar en SAM su percepción del estado emocional. ¿Será el real?). Las ventajas hipotéticas de los enfoques MM para la detección de afectos incluyen (a) un modelo de expresión afectiva humana de mayor fidelidad, (b) una posible solución para abordar los datos faltantes causados por sensores unimodales, y (c) una solución al problema de los ruidos en distintos canales que son frecuentes en los enfoques Unimodales. Se reconoce ampliamente que la expresión afectiva humana consiste en una coordinación compleja de señales. Se espera que analizar múltiples señales y su interdependencia mutua produzca modelos que reflejen con mayor precisión la naturaleza subyacente de la expresión afectiva humana. ya que los enfoques MM pueden proporcionar capacidades de detección de afecto más continuas al basar sus decisiones en los canales disponibles.

### 2.1. Antecedentes del trabajo propuesto

El grupo de investigación del ISIER (Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica de la Universidad de Morón), se encuentra trabajando en un Framework Multimodal. Entre sus trabajos contribuyentes se destacan:

*Aprendizaje de Robots por Refuerzo con supervisión y Control a Través de Bioseñales.* (Ierache, Pereira, Iribarren, & Sattolo, 2012), (Ierache, Pereira, & Iribarren, Navigation Control of a Robot from a Remote Location via the Internet Using Brain-Machine Interface, 2014). Los anteriores trabajos sirvieron como base para el *Control de artefactos y robots centrado en emociones*: La aplicación desarrollada permitió la captura y almacenamiento de las señales de emociones leídas por el BCI (Emotiv EPOC), durante un tiempo determinado mientras se estimuló al usuario con una fuente externa (presentación con imagen y sonido, llamadas 911) (Ierache, Nervo, Pereira, & Iribarren, 2014). *Influencia en el estado biométrico emocional de personas y Explotación de datos EEG y parámetros fisiológicos de usuarios interactuando en contextos virtuales*: La investigación se concentra en el desarrollo de sistemas con el empleo de BCI pasivos que puedan evaluar las reacciones de una persona que está siendo entrenada en un ambiente virtual para ejecutar tareas críticas (Ierache, Nicolosi, Ponce, Cervino, & Eszter, 2018). *Valoración del estado de atención en contextos áulico con el empleo de interfase cerebro computadora* (Ierache, J., Ponce, G., Nicolosi, R., Sattolo, I., & Chapperón, G. (2019). *Dinámica de patrones de tecleo influencia del estado emocional de un individuo*, línea de investigación en colaboración con FIUBA, (Calot, Ierache, & Hasperué, 2019), (Calot & Ierache, Multimodal biometric recording architecture for the exploitation of applications in the context of affective computing, 2017)

### 3. Framework Multimodal

Se presentan resultados generales del Framework multimodal desarrollado que permite capturar y combinar distintas fuentes de datos, ofrece la posibilidad de obtener un modelo de expresión afectiva humana de mayor fidelidad en el marco de la computación afectiva. Para ambientes simulados o virtuales, en particular se recrean escenas y situaciones basadas en el mundo real, a las cuales se le suman el registro de información biométrica relacionada especialmente con el estado emocional, en especial frente a situaciones críticas. Se trabajó en situaciones generadas en simuladores de vuelo, como así también en ambientes de consumidores de alimentos y ambientes áulicos. Es importante destacar que los desarrollos, en el contexto de la computación afectiva, tienden a estar acoplados con la aplicación específica de un dominio de problema en particular, los sistemas de registro resultan propietarios y con baja capacidad de explotación de sus datos fuera del software del sistema integrado. Para el desarrollo del Framework se consideraron como entradas principales por un lado la captura de las ondas cerebrales con el empleo del BCI (Neurosky<sup>1</sup>,/ Emotiv<sup>2</sup>), y sus algoritmos, sumando la toma de “capturas de pantalla” y rostro de usuario. En particular para el empleo del BCI Neurosky se considera: Relajación, indica el nivel de “calma” o “relajación” mental, el valor varía de 0 a 100, y aumenta cuando los usuarios relajan la mente y decrece cuando están inquietos o estresados. El medidor cuantifica la capacidad de encontrar un estado interno de atención plena y puede ayudar a los usuarios a aprender cómo autocorregirse y encontrar el equilibrio interno para superar situaciones de tensión; Atención, indica la intensidad del “foco” mental o “atención”. El valor varía de 0 a 100. El nivel de atención aumenta

<sup>1</sup> <http://neurosky.com> vigente julio 2019

<sup>2</sup> <http://emotiv.com>

cuando un usuario se enfoca en un solo pensamiento o en un objeto externo, y disminuye cuando se distrae. Los usuarios pueden observar su habilidad para concentrarse usando el algoritmo. El desarrollo del Framework de registro de bioseñales correspondiente al BCI se implementó en el lenguaje C#, utilizando la librería ThinkGear.dll, la cual posee las funciones necesarias para interpretar las señales. Esta aplicación registra los metadatos de atención y relajación en un rango entre 0 y 100. Asimismo, también registra los datos en hz de las ondas cerebrales. La estructura de los datos que registra es la siguiente: HORARIO\_DE\_PC, TEST\_NAME, TEST\_COMMENT, PORT, ROW\_TIME, POORSIGNAL, ATTENTION, RELAJACION (también llamada Meditación), EEGPOWER, EegPowerDelta, EegPowerThetha, EegPowerAlpha1, EegPowerAlpha2, EegPowerBeta1, EegPowerBeta2, EegPowerGamma1, EegPowerGamma2. El sistema de captura de imágenes del entorno virtual en el que interacciona el usuario se implementó en el lenguaje C# y registra en la base de datos: SECCION, IDENTIFICADOR, DATE, IMAGE, DESCRIPCION. La base de datos que captura imágenes se implementó en SQL Server. Para la visualización de resultados se incorporaron funcionalidades que permiten: consulta, filtros y la selección de datos y metadatos a graficar con el empleo de herramientas como Power BI. Para la experimentación se utilizaron imágenes del IAPS (recopilado por el Center for the Study of Emotion & Attention de la University of Florida en Gainesville, FL, Estados Unidos). Estos elementos varían en ciertos periodos de tiempo, momentos de relajación y momentos generados por imágenes que no contribuyen con el estado de relajación. Las imágenes empleadas pueden ser seleccionadas por los directores del experimento. Se sumaron las funcionalidades para registrar el test de SAM durante la experimentación con el usuario, registrando su resultado en la BD. Se efectuó el estudio de API para la integración de Herramienta Open BCI3, con la interfaz cerebro máquina (Neurosky) de esta forma se espera visualizar la información de BCI y realizar su captura y registro en BD. Se envía la foto de rostro a un servidor de imágenes, con su identificador y el timestamp, para la utilización de servicios de reconocimiento de emociones de fase Microsoft3 y así sumar información relativa a valores de reconocimiento de imágenes del rostro con relación a Enojo, Desprecio Disgusto, Miedo, Felicidad, Neutro, Tristeza,

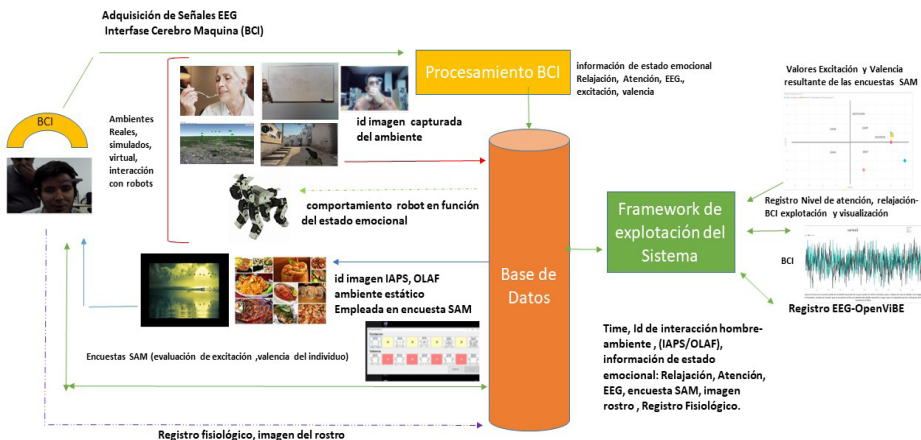


Figura 4 – Arquitectura conceptual de experimentación con el Framework MM

Sorpresa. Esta información se completa con la integración del BCI Emotiv Epor, como así también la del BCI Neurosky. De forma independiente se puede seleccionar el BCI a emplear. Se muestra en la figura 4 la arquitectura conceptual para la experimentación con el Framework. Representa distintos contextos de empleo: simuladores, educación, gastronómico, interacción con robots.

Para la explotación se establece una secuencia del protocolo genérico experimental con independencia del ambiente. Este se conforma de las siguientes fases:

Primera Fase -registro SAM sin imágenes con el objetivo de valorar el estado emocional inicial del individuo previo al inicio del experimento. (se presenta imagen en negro)

Segunda Fase -presentación de estímulos a través de imágenes, en particular se aplican imágenes de los datasets IAPS (Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008) o imágenes OLAF (Micolli y otros 2016), estas últimas solo para el contexto gastronómico, las cuales contienen valores de excitación y valencia correspondientes a los cuadrantes del modelo de Russell. Se muestran durante n segundos un total de n imágenes, finalizado el tiempo se realiza una encuesta SAM para valorar el estado emocional del individuo, a la cual se transforma en sus correspondientes valores de excitación y valencia en correspondencia con el modelo de Russell

Tercera Fase – Desarrollo. En esta fase se contemplan: los contextos (reales, virtuales, simulados, interacción con robots), cada uno con el registro del sujeto de prueba: el EEG empleando el BCI, captura de rostro del individuo y registros fisiológicos. Se capturan imágenes del contexto de actuación durante el desarrollo del experimento según sea el caso: ambiente real (áulico, gastronómico), simulado (vuelo, conducción automóvil), virtual (ambientes con RA y RV juegos), interacción con artefactos (robots).

Cuarta Fase -finalizada la experimentación se realiza al individuo un nuevo test de SAM, presentando una imagen neutra (pantalla en blanco) para registrar el estado emocional final.

#### **4. Casos de Pruebas del Framework multimodal**

Se desarrollaron distintas pruebas para comprobar el funcionamiento del Framework multimodal, en su versión inicial se realizó un test parcial en ambientes dinámicos, cuyos resultados se muestran en (Ierache, Nicolosi, Ponce, Cervino, & Eszter, 2018), empleando el entorno del juego virtual “Counter Strike Global Offensive”. En este trabajo presentamos los resultados avanzados obtenidos de una prueba principal, para la cual se seleccionó un ambiente virtual dinámico representado por un simulador de vuelo, en particular se emplea en el Framework MM el BCI Neurosky, registrando los niveles de atención y relajación del sujeto de pruebas, completando la información con el resultado de las respuestas de este a través de las encuestas SAM. Se presenta a continuación las imágenes provistas por el Framework, para un instante determinado en relación con la situación del contexto dinámico, en este caso las imágenes correspondientes al vuelo y los valores asociados de relajación y atención del usuario. Se puede apreciar en la figura 5 la imagen registrada (173) correspondiente al máximo nivel de atención (100 %) y un muy buen nivel de relajación 83 %, durante una maniobra de viraje del sujeto de



pruebas. En la figura 6 se puede apreciar la imagen (248), previo a la pérdida del control de la aeronave el valor mínimo de atención 8 % y el bajo nivel de relajación 48 %.

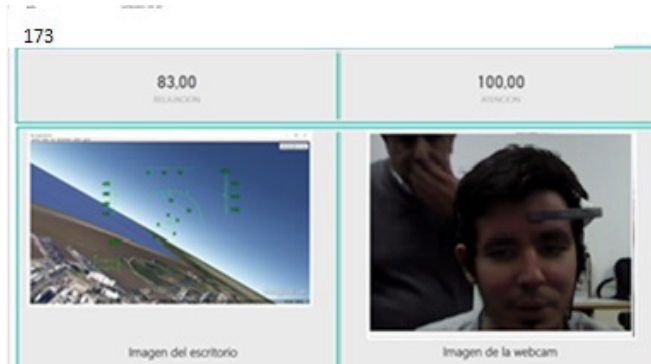


Figura 5 – imagen registrada correspondiente al máximo nivel de atención durante una maniobra de viraje

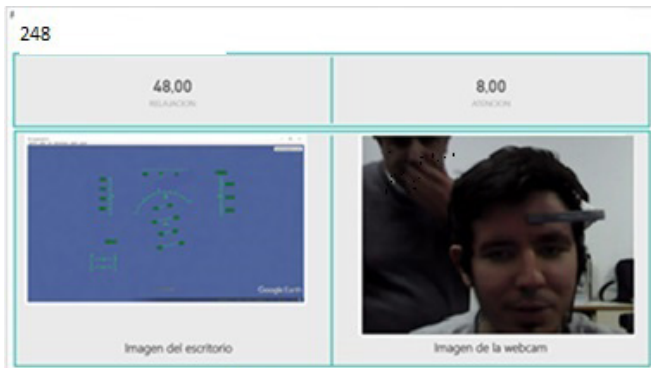


Figura 6 – Imágenes registrada del contexto virtual del simulador y del rostro durante la pérdida del control de la aeronave

En la figura 7 se muestra el registro completo de los niveles de relajación y de atención durante la prueba realizada en el contexto virtual del simulador de vuelo, durante las cuatro fases del experimento.

Se puede observar en la figura 8 los resultados registrados por el Framework MM para la configuración de este caso de pruebas, el que emplea el test de SAM y el registro de señales del BCI, (porcentaje de atención y de relación del usuario, EEG, los que son transformados a valores de Excitación-Valencia), representando los distintos estados emocionales del sujeto de prueba: previo al inicio del vuelo (fase I), frente al estímulo de una imagen IAPS (fase II) y al finalizar el vuelo en el simulador (fase IV). La fase III se corresponde con los estímulos del ambiente de simulación y la interacción del sujeto de prueba con el simulador de vuelo.

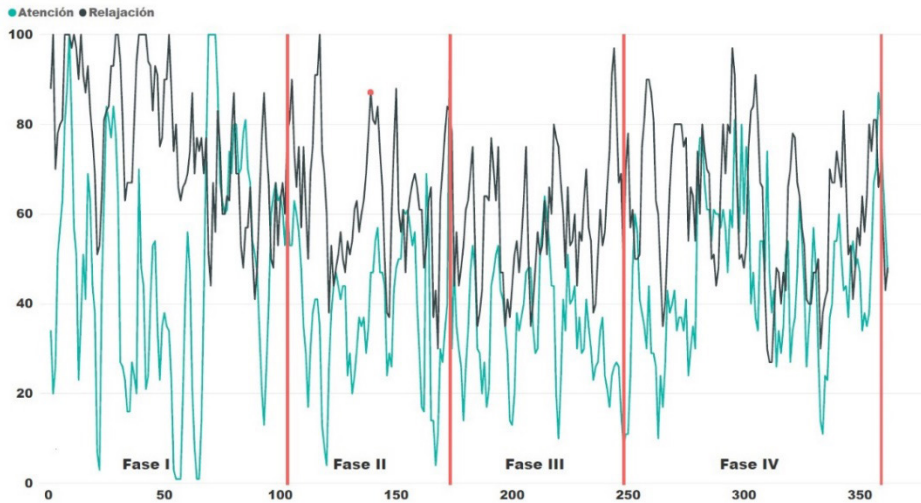


Figura 7 – Registro de niveles de relajación y atención durante operación de simulador vuelo

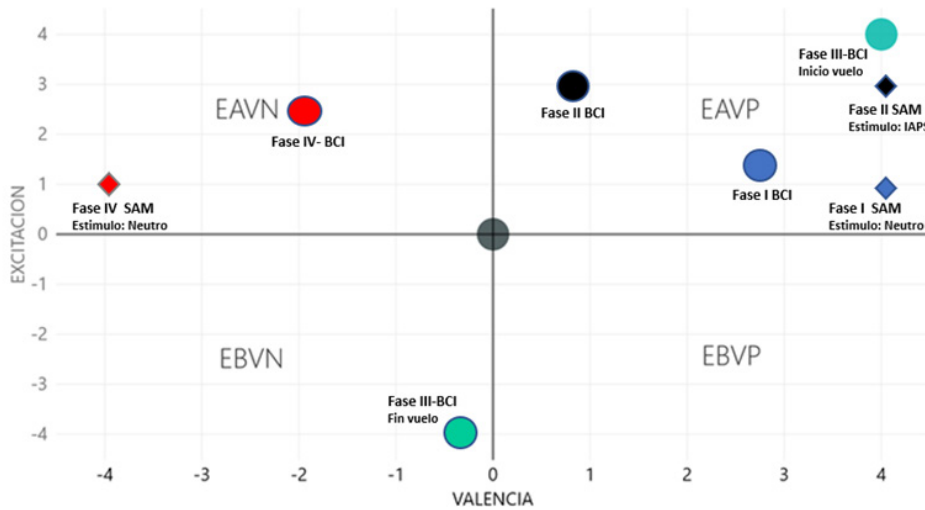


Figura 8 – Representación de resultados obtenidos, integrando SAM (rombos) y BCI (círculos) en función de las Fases.

Al inicio del experimento, fase I, se muestra al usuario una imagen neutra (pantalla fondo negro) durante 10 segundos, luego se le pide al sujeto que complete la encuesta SAM, con el propósito de obtener una respuesta por parte del usuario en relación con su estado emocional y valorar de esta forma su situación emocional previa. El resultado se representa como Fase I en la figura 8. En segundo lugar, durante la fase II, se presentan

imágenes de estimulación, al sujeto de prueba, empleando el conjunto de datos IAPS durante 10 segundos, y luego que registre su estado emocional en la encuesta SAM en función de la imagen mostrada, el resultado se representa como fase II en la figura 8. En tercer lugar, durante la fase III el sujeto inicia la simulación de vuelo con el despegue y luego vuelo libre, se registra su grado de atención y relajación. En cuarto lugar, durante la Fase IV luego de la finalización del vuelo, se le muestra al sujeto una pantalla neutra (fondo de pantalla color blanco), se le pide al usuario que complete la encuesta SAM registrando su estado emocional, se presenta su resultado como Fase IV, en la figura 8. Desde el inicio hasta el final del desarrollo de las cuatro fases que conforman la experimentación articuladas por el Framework MM, se registran los valores del BCI, en orden a atención, relajación y señales de EEG del sujeto de prueba, imagen de rostro, como así también las imágenes de estímulo: neutras, IAPS, y las capturadas del simulador de vuelo.

### 5. Discusión de los resultados

Se puede observar que los resultados de la Fase I (SAM: Alegre/ BCI: Eufórico) como la Fase II (SAM: Excitado/BCI: Alerta) se corresponden al primer cuadrante, (Figura 8) previo al vuelo simulado. Esto valida el estado emocional manifestado por el sujeto de prueba, en su registro SAM inicial con estímulo neutro y con estímulo de la imagen IAPS. Los resultados registrados durante el vuelo (Figura 7) evidencian que al inicio del vuelo la relajación es de 83% y la atención es de 100% (BCI: Alerta) correspondiente a las máximas obtenidas, durante una situación de viraje de la aeronave, luego del despegue. Estos resultados están en correspondencia con el estado emocional validado para la Fase I y Fase II para el primer cuadrante del modelo circunflejo (Figura. 2). Durante el desarrollo del vuelo, Fase III, el sujeto de prueba pierde el control de la aeronave, en coincidencia con su atención mínima 8% y relajación de 48 %, (BCI: Fatigado), para luego finalizar el vuelo al estrellarse. En la Fase IV, al finalizar el vuelo, se le pide al sujeto que complete el test SAM respondiendo su excitación y valencia al estado emocional: Afectado. Se obtiene al representar los datos del BCI: el estado emocional: Nervioso (Figura 8), ambos resultados se corresponden con el segundo cuadrante del modelo circunflejo. La tabla 1 presenta una síntesis de los resultados obtenidos por el sujeto de prueba durante el desarrollo del experimento, integrándolos en todas las fases: previas (Fases I y II), de desarrollo (Fase III), y posterior (Fase IV).

Fase	Estímulo/situación	Emoción Registrada (SAM/ BCI*)	Cuadrante	Relajación %	Atención %
I	Imagen neutra (pantalla en negro)	Alegre/Eufórico*	1° (++)	78%	63%
II	Imagen IAPS (Excitación +, Valencia +)	Excitado/Alerta*	1° (++)	87	57
III	Despegue y vuelo libre	Alerta*	1° (++)	83	100
	Pérdida de control de la aeronave	Fatigado*	3° (+-)	48	8
IV	Imagen Neutra ((pantalla en blanco)	Afectado/Nervioso*	2° (+-)	75	28

Tabla 1 – Síntesis de resultados obtenidos.

## 6. Conclusiones

En este artículo se presenta un Framework multimodal que contribuye al desarrollo de ambientes de computación afectiva. Se obtiene la interacción de un usuario con el contexto específico seleccionado, en este caso se utilizó un simulador de vuelo (ambiente virtual), registrándose: parámetros biométricos de BCI (excitación y relajación), los datos del EEG y sus metadatos, originados por el sujeto de prueba; se capturaron las imágenes del rostro correlacionadas con los valores biométricos obtenidos. Los datos obtenidos en las distintas fases de nuestro protocolo fueron analizados y permitieron obtener una relación entre las encuestas SAM, los valores obtenidos por el BCI y los cuadrantes del modelo Circunflejo de Russell, permitiendo dar más información sobre el estado emocional del sujeto actor. El Framework brinda información valiosa sobre el estado emocional del usuario interactuando con su contexto, en este caso en ambientes de entrenadores/simuladores en particular si estos sistemas son de misión crítica. Otros contextos que se están evaluando son: el áulico, el gastronómico y la integración con robots. Las actuales líneas de trabajo se centran en obtener un modelo más robusto, integrando sensores de variación de HR y de conductancia galvánica, así como se explotarán las imágenes de rostros obtenidas para el reconocimiento de la emoción. Otra línea de investigación abierta se centra en la determinación de emociones por reconocimiento de voz, considerando su integración al Framework multimodal presentado.

## Referencias

- Alepis, E., & Virvou, M. (2006). User Modelling: An Empirical Study for Affect Perception Through Keyboard and Speech in a Bi-modal User Interface. *International Conference on Adaptive Hypermedia and adaptive Web-Based Systems*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Agarwal, A., & Meyer, A. (2009). Beyond usability: evaluating emotional response as an integral part of the user experience. *27 international conference extended abstract on Human factors in computing systems* (pp. 2919-2930). Boston: ACM.
- Baldasari, S. S. (2016). *Computación afectiva: tecnología y emociones para mejorar la experiencia del usuario*. <http://hdl.handle.net/10915/53441>
- Calot, E., & Ierache, J. (2017). Multimodal biometric recording architecture for the exploitation of applications in the context of affective computing. *XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 2017* (pp. 1030-1039). La Plata: RedUnci.
- Calot, E., Ierache, J., & Hasperué, W. (2019). Robustness of keystroke dynamics identification algorithms against brain-wave variations associated with emotional variations. En *Intelligent Systems and applications* (pp. 194-211). Londres: Springer Cham.
- Chanchí, G. E. G., & Córdoba, A. E. G. (2019). Análisis de emociones y sentimientos sobre el discurso de firma del acuerdo de paz en Colombia. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E22), 95-107.

- Chanchí, G. E. G., Sierra, L. M. M., & Campo, W. Y. M. (2020). Propuesta de un analizador automático de emociones para contenidos musicales. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E26), 558-570.
- Damasio, A. (2019). *NeuroClassics*. <http://www.neuroclassics.org/ncl/emo/emocion.htm>
- Ekman, P. (2005). Cap 3: "Basic Emotions". En E.T. Dalgleish & M.J. Power, *Handbook of Cognition and Emotion*, (pp. 45-60). Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Fernández-Ordóñez, J. M., Jiménez, L. E. M., Torres-Carrión, P., Barba-Guamán, L., & Rodríguez-Morales, G. (2019). Experiencia Afectiva Usuario en ambientes con Inteligencia Artificial, Sensores Biométricos y/o Recursos Digitales Accesibles: Una Revisión Sistemática de Literatura. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (35), 35-53. <http://dx.doi.org/10.17013/risti.35-35-53>
- Hartson, R., & Pyla, P. (2012). *Process and Guidelines for ensuring a quality user Experience*. San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers. Inc.
- Ierache, J., Nervo, F., Pereira, G., & Iribarren, J. (2014). Estado Emocional Centrado en Estímulos, Aplicando Interfase Cerebro-Maquina. *XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (Buenos Aires, 2014)*. Buenos Aires: RedUnci.
- Ierache, J., Nicolosi, R., Ponce, G., Cervino, C., & Eszter, E. (2018). Registro emocional de personas interactuando en contextos de entornos virtuales. *XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, (pp. 877-886). Tandil: RedUnci.
- Ierache, J., Pereira, G., & Iribarren, J. (2014). Navigation Control of a Robot from a Remote Location via the Internet Using Brain-Machine Interface. En Kim JH., *Robot Intelligence Technology and application* (pp. 297-310). Springer Cham.
- Ierache, J., Pereira, G., Iribarren, J., & Sattolo, I. (2012). Robot Control on the Basis of Bioelectrical Signals". En *Robot Intelligence Technology and Applications 2012* (pp. 337-346). Korea: Springer.
- Ierache, J., Ponce, G., Nicolosi, R., Sattolo, I., & Chapperón, G. (2019). Valoración del grado de atención en contextos áulicos con el empleo de interfase cerebro-computadora. En *CACIC 2019, Libro de actas* (pp 417-426). RedUnci.
- Keltner, D., & Cordaro, D. (2015). Understanding Multimodal Emotional Expressions: Recent Advances in Basic Emotion Theory. [EmotionResearch.com](http://EmotionResearch.com).
- Lang, P. J. (1985). *The cognitive psychophysiology of emotion: Fear and anxiety*. In A. H. Tuma, & J. D. Maser (Eds.), *Anxiety and the anxiety disorders* (pp. 131-170). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). Affective ratings of pictures an instrucion manual. En *International affective picture system (IAPS) Technical Report A-8*. Gainesville: University of Florida.
- Mehedi Hassan, M., Rabiul Alam, G., Uddin, Z., Huda, S., Almogrem, A., & Fortino, G. (2019). Human emotion recognition using deep belief network architecture. *Information Fusion*, 51, 10-18.

- Micoli, L., Delgado, R., Rodríguez-Ruiz, S., Guerra, P., García, E., & Fernández-Santaella, M. C ( 2016). OLAF, the Open Library of Affective Foods in ADULTS. <http://digibug.ugr.es/handle/10481/41499>
- Picard, R. (2000). Affective Computing. En T. M. Press, *Affective Computing* (pp. 4-8). Cambridge Massachusetts: The Mit Press.
- Poria, S., Majumder, N., Mihalcea, R., & Hovy, E. (2019). Emotion Recognition in Conversation: Research Challenges, Datasets, and Recent Advances. En *Conversation: Research Challenges, Datasets, and Recent Advances*. (vol 7 pp. 00943-100953). IEEE.
- Posner, J., Russell, J., & Peterson, B. (2005). The circumplex model of affect: an integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and psychopathology*, 17(3), 715-34.
- Psicología y mente. (01 de 04 de 2019). <https://psicologiaymente.com/psicologia/psicologia-emocional>
- Salmeron-Majadas, S., Santos, O., & Boticario, J. (2014). An evaluation of mouse and keyboard interaction indicators towards non-intrusive and low cost affective modeling in an educational context. 18th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems - KES2014.
- Scherer, K. (2005). ¿Que son las emociones? y ¿cómo pueden ser medidas? En *Social Science Information*. SAGE Publications.
- van der Haar, D. T. (2019). Student Emotion Recognition. *International Conference on Human-Computer interaction* (pp. 301-311). Springer Chan.
- Wei-Long, Z., & Bao-Liang, L. (2015). Investigating Critical Frequency Bands and Channels for EEG-Based Emotion Recognition with Deep Neural Networks. *IEEE Transactions on autonomous mental development*, 7(3), 162-175.
- Xu, R., Chen, J., Han, J., Tan, L., & Xu, L. (2019). Towards emotion-sensitive learning cognitive state analysis of big data in education deep learning-based. En *Computing* (pp. 1-16). Austria: Springer Viena.
- Zatarain Cabada, R., Barron Estrada, M. L., Halor-Hernandez, G., & Reyes-García, C. A. (2014). Emotion Recognition in Intelligent Tutoring Systems. *Mexican International Conference on Artificial Intelligence* (pp. 494-504). Mexico: Springer.
- Zhong, K., Qiao, T., & Zhang, L. (2019). Un estudio de la comunicación emocional de emoticonos basado en el modelo circunplejo de afecto de Russell. En *Lecture Notes in Computer Science*, (vol 11583. pp. 577-596). Springer Nature Suisse AG.

# Uso del Estándar ISO/IEC 29110 para Entrenar Estudiantes en Procesos de Ingeniería de Software

María de León-Sigg<sup>1</sup>, Juan L. Villa-Cisneros<sup>1</sup>, Blanca E. Solís-Recéndez<sup>1</sup>

[mleonsigg@uaz.edu.mx](mailto:mleonsigg@uaz.edu.mx); [jlvilla@uaz.edu.mx](mailto:jlvilla@uaz.edu.mx); [blsolis@uaz.edu.mx](mailto:blsolis@uaz.edu.mx)

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus UAZ Siglo XXI, Edificio 13, Ejido la Escondida, C.P. 98160, Zacatecas, Zac. México

DOI: [10.17013/risti.40.60-72](https://doi.org/10.17013/risti.40.60-72)

**Resumen:** Los ingenieros de software necesitan usar procesos en su práctica profesional con la finalidad de administrar proyectos, coordinar equipos y medir la calidad de los productos desarrollados. Aunque el aprendizaje sobre los procesos de ingeniería de software debería darse mientras los ingenieros están preparándose en la universidad, existe todavía una brecha entre lo que se aprende durante su formación y lo que necesitan para trabajar en la industria del software. Para reducir esta brecha se propone el uso del estándar ISO/IEC 29110 para entrenar estudiantes universitarios. Mediante la utilización del enfoque de investigación-acción se encontró que es posible utilizar el estándar, con modificaciones en su implementación, de tal manera que equipos pequeños de estudiantes puedan usarlo como parte de su entrenamiento como ingenieros.

**Palabras-clave:** ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada; procesos de ingeniería de software; entrenamiento, estudiantes universitarios.

## *Use of ISO/IEC 29110 Standard to Train Undergraduate Students in Software Engineering Processes*

**Abstract:** Software engineers need to use software processes during their professional practice to be able to manage projects, coordinate teams, and measure quality of developed products. Even when the learning on software engineering processes should happen while engineers are being trained in university, there is still a gap between what is learned during their undergraduate education and what is needed to work in the software industry. To reduce this gap, the authors of this paper propose the use of the ISO/IEC 29110 standard to train undergraduate students. With the use of the action-research approach, it was found that it is possible to use the standard with minor modifications in its implementation, in such a way that small teams of students are able to use it as part of their training as engineers.

**Keywords:** ISO/IEC 29110 Entry Profile; software engineering processes; training; undergraduate students.

## 1. Introducción

Los procesos de software permiten la comunicación y la coordinación entre los miembros de un equipo, permiten administrar los proyectos de software y medir la calidad de los sistemas, entre algunos beneficios (IEEE Computer Society, 2014), y debido a esto, un ingeniero de software necesita tener competencias suficientes para definir, personalizar, implementar, evaluar, administrar y mejorar procesos de software como parte de las habilidades necesarias para desarrollar y modificar sistemas de software (IEEE Computer Society, 2016). Esas competencias deben ser aprendidas mientras los ingenieros de software están estudiando en la universidad, de tal manera que puedan enfrentar adecuadamente sus responsabilidades, tan pronto como pasen a formar parte de la fuerza de trabajo de la industria. Sin embargo, todavía existe una brecha entre las habilidades aprendidas durante la educación universitaria y las habilidades necesarias en la industria en áreas duras tales como los procesos para el desarrollo y administración de software, así como en áreas “suaves”, tales como el trabajo en equipo, el liderazgo y la comunicación (Garousi, Giray, Tuzun, Catal, & Felderer, 2020), (Moreno, Sánchez-Segura, Medina-Domínguez, Peters, & Araujo, 2016), (Radermacher, Walia, & Knudson, 2014).

Para ayudar a reducir esta brecha, las universidades han estado trabajando en diferentes estrategias enfocadas en el “aprendizaje en la práctica” (García, Pacheco, & Coronel, 2010), (Barros de Sales, Serrano, & Serrano, 2020) donde el propósito principal es dar a los estudiantes inscritos en cursos universitarios de ingeniería de software, alguna experiencia en proyectos de la vida real. Al participar en esos proyectos, los estudiantes mejoran las habilidades duras, tales como la determinación de requerimientos, la usabilidad, el diseño, la administración de versiones, el registro de problemas, las pruebas y la administración del proyecto, así como habilidades suaves, tales como la comunicación y el trabajo en equipo (Garousi et al., 2020), (Bruegge, Krusche, & Alperowitz, 2015), (Pieterse, Solms, & Omeleze, 2017), (Heggen & Myers, 2018).

La mayoría de esos retos son similares a los que se enfrentan en la industria: existe una necesidad constante de desarrollar sistemas de calidad mientras se hace un uso eficiente de los recursos disponibles, incluyendo el tiempo (Castillo-Salinas, Sanchez-Gordon, Villarroel-Ramos, & Sánchez-Gordón, 2020), (Muñoz, Mejía, Peña, Lara, & Laporte, 2019), así como para aplicar buenas prácticas aprendidas por practicantes de ingeniería de software (Muñoz, Mejía, & Laporte, 2018). Y al igual que la industria, la academia también ha hecho uso de estándares internacionales para resolver los retos antes mencionados en cursos ofrecidos a los estudiantes (Laporte & Connor, 2016). La inclusión de estándares internacionales ha demostrado su utilidad al introducir el contenido y uso de los estándares y aumentar la comprensión en la adherencia a los estándares (Laporte & Connor, 2016), (García, Pacheco, León, & Calvo-Manzano, 2020).

Un estándar internacional que está probando su utilidad en la industria de software de pequeños negocios, así como en la academia, para guiar el desarrollo de proyectos de la vida real es el ISO/IEC29110 (Muñoz & Peralta, 2020), (Muñoz et al., 2019), (Laporte & Muñoz, 2017), (O’Connor, 2018), que anima el uso de prácticas de ingeniería de software sin atentar contra la creatividad del desarrollador (Castillo-Salinas et al., 2020), (Sánchez-Gordón, O’Connor, Colomo-Palacios, & Herranz, 2016). ISO/IEC29110 es un estándar internacional diseñado para satisfacer las necesidades de pequeñas organizaciones de



menos de 25 personas, que no pueden tener suficientes recursos para establecer procesos de ciclo de vida para producir software para clientes con requerimientos que cambian durante la ejecución del proyecto, con procesos internos concentrados en el desarrollo de sistemas únicos y que carecen del conocimiento de procesos de software (Laporte, Alexandre, & Connor, 2008). Esas organizaciones, reconocidas en el ISO/IEC29110 como “entidades muy pequeñas”, o VSEs, por sus siglas en inglés, se clasifican en cuatro perfiles, de acuerdo con su nivel de capacidad: Entrada, Básico, Intermedio y Avanzado. De estos perfiles, el Perfil de Entrada incluye VSEs trabajando en proyectos de a lo más seis personas-mes de esfuerzo y start-ups (Connor & Laporte, 2017) y está definido para ser usado cuando existen pocos riesgos relacionados con el usuario. El ISO/IEC29110 Perfil de Entrada describe procesos para la administración del proyecto y la realización del sistema para ser implementadas con cualquier enfoque y metodología de desarrollo (ISO/IEC, 2015).

En este documento se presenta el uso del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada para entrenar estudiantes universitarios trabajando en equipos en el desarrollo y el proceso de administración del desarrollo. El resto del documento está organizado de la siguiente manera: en la siguiente sección se describe la metodología seguida; en la sección tres se presentan y discuten los resultados a los que se llegó con la aplicación de la metodología; y, finalmente, en la última sección se describen las conclusiones a las que llegaron los autores de este trabajo.

## 2. Metodología

Con la finalidad de determinar cómo se usa el ISO/IEC29110 en el entrenamiento en procesos de desarrollo y de administración del desarrollo en estudiantes universitarios, se pidió a un grupo de estudiantes inscritos en la materia de Proceso de Software en Equipo, de la carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Autónoma, que desarrollaran un sistema con un cliente real, siguiendo la guía del estándar. Dado que la investigación que se presenta busca contribuir a la solución del problema del entrenamiento en procesos de desarrollo y de administración del desarrollo de estudiantes de ingeniería de software, mediante la aplicación de un estándar internacional, se utilizó el enfoque de investigación – acción.

La investigación – acción es un enfoque de investigación que busca actuar y crear conocimiento o teoría acerca de la acción (Coughlan & Coghlan, 2002), para crear cambio mientras se estudia el proceso llevado a cabo (Myers & Baskerville, 2004). La investigación – acción implica que todos los participantes actúen en un conjunto de actividades iterativas entre las que se incluyen el diagnóstico del problema, la intervención de la acción y la reflexión en el aprendizaje (Avison, Lau, Myers, & Nielsen, 1999). El ciclo de la investigación – acción (Genero-Bocco, Cruz-Lemus, & Piattini-Velthuis, 2014) está formado por cuatro pasos: planificación, acción, observación y reflexión. En el primero de ellos, se identifican las cuestiones que guían la investigación y que establecen el propósito de la acción (Myers & Baskerville, 2004). Durante la acción se implementa la acción planeada (Coughlan & Coghlan, 2002). En el paso de observación se documenta lo que está ocurriendo, y durante el paso de reflexión, se comparten los resultados y se profundiza en ellos para proporcionar nuevos conocimientos (Genero-Bocco et al., 2014). La investigación – acción se ha utilizado en la ingeniería de software para abordar

de manera pragmática el proceso de desarrollo y el proceso de administración del desarrollo (Genero-Bocco et al., 2014), y por ello, resulta adecuada en la investigación que se presenta en este documento.

Para la aplicación del enfoque de investigación – acción se identifica el objeto investigado, se determina quién juega el rol de investigador, se identifica el grupo crítico de referencia y los beneficiarios de la investigación – acción (Genero-Bocco et al., 2014). Para usar el ISO/IEC 29110 en el entrenamiento de estudiantes de ingeniería de software en los procesos de desarrollo y de administración del desarrollo, se determinó que el objeto investigado es el entrenamiento en procesos de desarrollo y de administración del desarrollo de estudiantes de ingeniería de software. El rol del investigador fue llevado a cabo por el grupo de autores de este documento, entre los que se encuentra el instructor del curso en el que están registrados los estudiantes del Programa de Ingeniería de Software de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Estos estudiantes son el grupo crítico de referencia. Los beneficiarios del resultado de la investigación son los estudiantes de ingeniería de software que utilicen estándares internacionales como el ISO/IEC 29110 durante su entrenamiento.

Los pasos de la investigación – acción fueron llevados a cabo como se describe a continuación:

**Planificación.** Esta actividad se separó en la fase de identificación de los problemas iniciales, y en la de especificación de acciones para resolver dichos problemas (Genero-Bocco et al., 2014). El problema inicial, identificado mediante la revisión de literatura, fue que el entrenamiento en procesos de desarrollo y de administración del desarrollo de estudiantes de ingeniería de software no resultaba adecuado para las necesidades de la industria en la que estos estudiantes se integrarían a su egreso. La acción para resolver este problema fue el uso del estándar ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada para desarrollar y administrar el desarrollo de un producto de software que resolviera un problema real, por equipos formados por estudiantes de Ingeniería de Software de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Se eligió el Perfil de Entrada porque abarca el proceso de administración del desarrollo y el proceso de desarrollo o realización, y está enfocado en organizaciones de reciente creación.

**Acción.** Para esta actividad se desarrolló un sistema para la administración del servicio social de estudiantes de la carrera de Medicina Humana de la Universidad Autónoma de Zacatecas. El adquiridor de este producto fue el coordinador del servicio social de la carrera de Medicina Humana.

**Observación.** La documentación de los resultados de la acción en el grupo crítico de referencia se hizo utilizando el método de estudio de caso (Genero-Bocco et al., 2014).

**Reflexión.** Esta actividad se llevó a cabo de manera continua durante las iteraciones de la investigación – acción, y permitió evidenciar los aprendizajes de la experiencia así como determinar los logros y los aspectos a transformar para continuar con un nuevo ciclo de investigación – acción.

### **Estudio de caso**

La pregunta de investigación principal que dirigió el estudio de caso fue: ¿cómo entrenar estudiantes de ingeniería de software en procesos de desarrollo y de administración del

desarrollo?. Una pregunta adicional que surgió fue: ¿cómo se puede aplicar el Perfil de Entrada del ISO/IEC 29110 para entrenar a estudiantes de ingeniería de software en procesos de desarrollo y procesos de administración del desarrollo?

El estudio fue llevado a cabo durante el desarrollo de un producto de software por estudiantes inscritos en el curso de Proceso de Software en Equipo. Este curso es obligatorio en el Programa de Ingeniería de Software, tiene una duración de 16 semanas por semestre y es apoyado por tiempo de laboratorio. Los estudiantes inscritos en el curso tienen entrenamiento previo en el proceso personal de desarrollo de software así como experiencia en herramientas de desarrollo y metodologías de análisis y diseño de software. La funcionalidad del sistema desarrollado incluyó un registro de estudiantes del servicio social, un módulo para compartir y consultar información acerca de la reglamentación del servicio social de medicina en México, un foro para compartir dudas y preguntas sobre tópicos de medicina, un servicio de mensajería entre los estudiantes del servicio social y el coordinador del mismo, un catálogo de clínicas que incluyó la descripción de las instalaciones así como la valoración de los estudiantes que realizaron ahí su respectivo servicio social, un módulo para reporte de problemas y un botón de pánico para ayudar a los estudiantes que se encuentren bajo algún tipo de amenaza a su integridad física. Para obtener los requerimientos y validar los resultados obtenidos, los estudiantes estuvieron en contacto con el coordinador del servicio social.

Debido a su tamaño, el desarrollo del sistema se separó en tres semestres. En cada uno de los semestres se desarrolló un grupo de requerimientos, priorizados de acuerdo a las necesidades del adquiridor, de tal manera que los estudiantes que trabajaron en el primer semestre dedicado al sistema, desarrollaron el primer conjunto de requerimientos, mismos que fueron pasados a los estudiantes del siguiente semestre, quienes los refinaron y añadieron nueva funcionalidad requerida, y, finalmente, se los pasaron a los estudiantes del tercer semestre en el que se trabajó en el desarrollo del sistema. En cada semestre, los estudiantes trabajaron con un ciclo de vida iterativo e incremental.

Al principio de cada semestre, a los estudiantes se les ofreció una introducción breve del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada, con la finalidad de que tuvieran conocimiento sobre las 18 tareas del estándar relacionadas con la administración de proyectos (PM, por sus siglas en inglés), y las 22 tareas relacionadas con la realización del software (SR, por sus siglas en inglés) (ISO/IEC, 2015). Los estudiantes se organizaron en equipos pequeños de entre tres a cuatro miembros, dependiendo de la cantidad de estudiantes inscritos en cada semestre. A los estudiantes se les permitió elegir a los compañeros con los que querían trabajar en equipo, las políticas de trabajo al interior del equipo y el rol que cada miembro desempeñó, de acuerdo con la práctica social de *Kuali-Beh* para la formación de equipos de desarrollo (Ibarguengoitia & Oktaba, 2016), (Oktaba & Ibarguengoitia, 2013). Los roles que se describen en esta práctica social son: líder de equipo, responsable técnico, responsable de calidad y responsable de colaboración

La recolección de datos se hizo utilizando la observación del instructor del curso de las sesiones de trabajo de los equipos (Guest, Namey, & Mitchell, 2013), (Kawulich, 2006), y la revisión de documentos generados por los equipos de trabajo al seguir el ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada (Lethbridge, Sim, & Singer, 2005). Para la observación de las sesiones de trabajo se utilizó una plantilla de tópicos a observar, cuyos elementos se

muestran en la Tabla 1. Las observaciones se hicieron durante las sesiones de trabajo de cada equipo llevadas a cabo en el tiempo de laboratorio destinado al curso. Durante las observaciones el instructor del curso limitó su participación a aclarar las dudas que los estudiantes tenían durante la discusión de los procesos PM y SR. Estas observaciones se registraron en forma de texto.

Comportamiento verbal	Comportamiento físico
Cómo se inicia la discusión sobre los procesos PM y SR	Qué hace cada estudiante durante la reunión de trabajo
Quién inicia la discusión	Con quién interactúa cada estudiante durante la discusión sobre los procesos PM y SR
Qué dudas surgen durante la revisión de los procesos PM y SR discutidos	Quién no interactúa durante la discusión de los procesos PM y SR

Tabla 1 – Elementos observados durante las sesiones de trabajo

En el texto del registro de los elementos observados durante las sesiones de trabajo, se marcaron las notas relacionadas con dificultades, ventajas, dudas y roles involucrados. Estos códigos sirvieron para agrupar las notas por tema. La revisión de los documentos elaborados por los estudiantes se revisó dos veces por cada iteración de desarrollo. La revisión se hizo considerando que los documentos estuvieran completos y que cumplieran adecuadamente con el objetivo establecido por el estándar.

Tanto los resultados del registro de los elementos observados como los resultados de la revisión de documentos fueron puestos a disposición de los miembros de los equipos durante la fase de reflexión de la investigación – acción. Los comentarios de los estudiantes fueron registrados también con la finalidad de identificar las acciones de mejora del uso del estándar ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada.

Los estudiantes estuvieron enterados de los aspectos que serían observados durante cada semestre, del propósito del sistema, del curso y de las acciones relacionadas con la investigación. Todos los estudiantes eran mayores de edad al momento de tomar el curso.

### 3. Resultados y discusión

Durante el desarrollo de la investigación que se presenta, la investigación-acción implicó ciclos de retroalimentación entre el grupo de investigadores y los estudiantes que formaron el grupo crítico de referencia, de tal manera que las propuestas planteadas por los primeros eran puestas en práctica por los segundos, y los resultados obtenidos, eran discutidos al finalizar cada semestre.

En el ciclo inicial, se desarrolló la funcionalidad relacionada con el registro al servicio social así como el módulo para añadir y consultar información sobre la normatividad del servicio. Para el desarrollo, los estudiantes se organizaron en equipos con los roles de líder de equipo, responsable técnico, responsable de calidad y responsable de colaboración. La asignación de roles se hizo de acuerdo con las prácticas sociales definidas en Quali-Beh. Las tareas del PM y del SR fueron distribuidas a cada rol bajo el

acompañamiento del instructor del grupo. Se observaron 81 sesiones de trabajo y como resultado del análisis de los datos del registro de observación se evidenció que las dificultades para la ejecución de las actividades del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada se concentraron en la documentación del seguimiento al plan en un formato particular de cada equipo, dado que se estaba desarrollando solamente un producto por parte de varios equipos. Además, se complicó la definición del alcance de cada rol con respecto a las actividades de PM y SR definidas en el estándar. Finalmente, se hizo evidente la necesidad de añadir a la práctica social de *Kuali-Beh* la inclusión de reglas y sanciones a las que cada miembro del equipo se comprometería a seguir. Con respecto a la documentación revisada, se encontró que las dificultades de los estudiantes para generar los productos de entrada y salida requeridos por el estándar se evidenciaron más en aquellos relacionados con el PM, lo que coincidió con el resultado del análisis del registro de las observaciones ya mencionado. Se descubrió que los estudiantes encontraron complicado relacionar las responsabilidades de los roles particulares con la ejecución de las tareas del PM y el SR debido a que en el ISO/IEC29110 Perfil de Entrada se establecen los roles generales de Adquiridor, Administrador de Proyecto y Equipo de Trabajo, para el PM. Durante la reflexión de cierre del semestre, se analizaron estas cuestiones con el grupo de estudiantes y se recomendó que para el siguiente semestre se tomara en cuenta una distribución más detallada de las actividades de PM y SR entre los roles asignados a los miembros de los equipos, además de establecer políticas de trabajo y compromiso claros que aplicaran a los equipos para que mantuvieran su independencia y autogestión, pero que permitieran el trabajo en conjunto con otros equipos del curso.

Estas aportaciones fueron tomadas en cuenta para el segundo ciclo de la investigación-acción, en la forma de la adición de la declaración de reglas de trabajo y de sanciones a su incumplimiento que fueran revisadas durante la práctica de la perspectiva de la iteración. De esta manera, se adicionó una técnica para la documentación de las reglas de equipo en la práctica social de formación del equipo, y se incluyó la revisión del cumplimiento de las reglas del equipo en la práctica social de perspectiva de la iteración. Se propuso la asignación de tareas a cada rol de acuerdo a lo que se muestra en la Tabla 2. Como puede observarse, en esta tabla no está incluida la tarea PM1.4, en donde se elige el ciclo de vida, porque las políticas del curso prevén un desarrollo iterativo e incremental, como se mencionó en la sección anterior. Tampoco se incluye la tarea PM1.5, que corresponde a la asignación de roles, porque de acuerdo a la práctica social de formación de equipos de *Kuali-Beh*, cada estudiante elige personalmente el rol que desea jugar en el equipo. Para equipos con tres integrantes, las actividades del responsable de colaboración se distribuyen entre el líder de equipo y el responsable de calidad.

<b>Roles en el equipo</b>	<b>Definición de responsabilidades <i>Kuali-Beh</i> (Ibarguengoitia &amp; Oktaba, 2016)</b>	<b>Tareas del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada (ISO/IEC, 2015)*</b>
Líder de equipo	Construye al equipo, administra las juntas del equipo, administra la entrega del sistema, cierra las iteraciones y el proyecto, mantiene la comunicación con el instructor.	PM 1.1, PM 1.2, PM 1.3, PM 1.6, PM 1.7, PM 1.9, PM 1.12, PM 2.3, PM 2.4, PM 3.1, PM 3.2, PM 4.1, SR 1.1, SR 6.5, SR 6.6
Responsable técnico	Guía al equipo en las prácticas de desarrollo, toma decisiones técnicas sobre el diseño y la construcción del producto.	PM 2.2, PM 2.5, SR. 1.2, SR 2.1, SR2.4, SR 2.5, SR 2.8, SR 3.1, SR 3.2, SR 3.3 SR 3.6, SR 4.1, SR 4.2, SR 4.3, SR 4.4, SR 6.2, SR 6.3

<b>Roles en el equipo</b>	<b>Definición de responsabilidades Kuali-Beh (Ibarguengoitia &amp; Oktaba, 2016)</b>	<b>Tareas del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada (ISO/IEC, 2015)*</b>
Responsable de calidad	Define los estándares del equipo, administra las revisiones y las pruebas, registra los defectos encontrados y garantiza que sean removidos.	SR 2.2, SR 2.3, SR 2.6, SR 2.7, SR 2.9, SR 3.4, SR 3.5, SR 3.6, SR 3.7, SR 4.3, SR 5.1, SR 5.2, SR 5.3, SR 5.4, SR 5.5, SR 6.4
Responsable de colaboración	Se asegura de que cada miembro del equipo tenga las herramientas adecuadas para trabajar, crea y mantiene los repositorios y actualiza el plan	PM 1.8, PM 1.9, PM 1.11, PM 1.13, PM 2.1, PM 2.6, PM 2.7, PM 4.2, SR 1.3, SR 6.1
Desarrollador	Desarrolla el sistema	Desarrolla el sistema de acuerdo con los procesos PM y SR

Tabla 2 – Descripciones de los roles y las responsabilidades para llevar a cabo las tareas del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada

Durante la fase de planificación del segundo ciclo de investigación-acción se consideraron la asignación de responsabilidades como se muestra en la Tabla 2, y la adición de reglas planteadas por los miembros de los equipos a la práctica social de formación del equipo.

Durante la fase de acción, los equipos añadieron módulos para el registro de clínicas, el manejo de reportes de incidencia y el control del botón de pánico. Las tareas del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada se distribuyeron como se menciona en la Tabla 2. Se observaron 72 reuniones de trabajo y se revisó la documentación generada por los equipos. Durante el análisis del registro de observación de reuniones se evidenció que disminuyeron las frases relacionadas con los problemas de organización de los equipos y que las discusiones se centraron más en los aspectos del desarrollo que en las dificultades de seguimiento a las tareas de PM y SR. En la observación de los documentos generados por los equipos, se encontró que las dificultades se presentaron con mayor frecuencia en la tarea SR5.3 que corresponde a la verificación del sistema contra sus requerimientos. Durante la reflexión de cierre del semestre, se discutieron las formas en las que los equipos resolvieron esta situación y se encontró que las inspecciones no habían sido realizadas siguiendo un proceso adecuado, por lo que se habían presentado problemas que detuvieron el desarrollo y pusieron en riesgo la calidad del producto. A partir de esta reflexión, en el último ciclo de la investigación-acción se planificó el uso del script de inspecciones propuesto en la Introducción al Proceso de Software en Equipo, TSPi por sus siglas en inglés (Humphrey, 2000) como guía para conducir las inspecciones de los productos internos generados por la ejecución del SR.

Durante la fase de acción de la investigación-acción, el último grupo de estudiantes involucrado durante el proyecto añadió módulos para administrar un foro de preguntas y respuestas, para administrar mensajes y para calificar las clínicas en las que se realiza el servicio social. Se hicieron 107 observaciones a sesiones de trabajo y se revisó la documentación generada por los seis equipos que participaron en esta fase del desarrollo. Durante la sesión de reflexión del semestre se analizaron los resultados obtenidos y se revisó el uso del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada para capacitar a los estudiantes de ingeniería de software así como las adecuaciones que se tienen que hacer para este fin.

En la Tabla 3, se muestra un resumen de los resultados de la aplicación de la investigación –acción.

Con los resultados obtenidos se observa que la aplicación del ISO/IEC29110 Perfil de entrada para entrenar equipos de estudiantes de ingeniería de software en los procesos de desarrollo y de administración del desarrollo fue posible gracias a su implementación utilizando un conjunto de prácticas útiles para organizar a los equipos, como lo son las propuestas por Kuali-Beh y TSPi. Sin embargo, para que el entrenamiento resulte más organizado y que pueda ser utilizado en el desarrollo de productos reales y de los que los estudiantes obtengan más experiencia, es necesario que se hagan adaptaciones que permitan que las tareas de PM y SR sean llevadas a cabo en su totalidad y además en las mejores condiciones que permitan un entrenamiento que les resulte útil para su vida profesional.

Ciclo	Acciones planeadas	No. de equipos de desarrollo	Observaciones registradas
Inicial	Uso del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada para desarrollar un sistema en equipos de trabajo Uso de recomendaciones Kuali-Beh para organizar los equipos de trabajo	4	81
Primero	Separación de las tareas del ISO/IEC29110 Perfil de Entrada por roles de equipo Adaptación de las prácticas sociales de Kuali-Beh	4	72
Segundo	Uso del proceso para hacer inspecciones de TSPi	6	107

Tabla 3 – Resumen de la aplicación de la investigación - acción

Los resultados también hacen evidente que para que el entrenamiento sea completo, es necesario incluir prácticas de organización de equipos y definición de roles más específicas que las encontradas en la documentación del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada.

El uso de la investigación-acción permitió que las experiencias de los estudiantes, quienes participaron como grupo crítico de referencia, fueran consideradas y tomadas en cuenta para la planificación de las acciones llevadas a cabo durante el desarrollo del producto así como para el establecimiento de las adecuaciones necesarias para utilizar el ISO/IEC29110 Perfil de Entrada como guía del entrenamiento en el desarrollo y en la administración del desarrollo de productos de software.

Algunos aspectos que se tienen que resaltar en la investigación que se presenta están relacionados con el uso de una metodología cualitativa como lo es la investigación –acción. El primero de estos aspectos es establecer que no se pueden generalizar los resultados obtenidos, ya que estos han dependido de las características de los estudiantes que formaron el grupo crítico de referencia, los cuales, a pesar de estar inscritos en el

mismo curso del mismo programa universitario y de estar en el mismo rango de edad, tenían diferentes niveles de experiencia, motivación y madurez personal al inscribirse en el curso y desarrollar el producto. Un segundo aspecto a considerar es que el producto sobre el cual se generaron las reflexiones y sobre el cual se planeó la acción fue un único producto desarrollado en cuatro semestres. Esta singularidad implica que las experiencias del grupo crítico de referencia pudieron estar afectadas por el tipo y calidad de la documentación y código recibidos después del ciclo inicial de desarrollo. El tercer aspecto a considerar es que la recogida de datos se hizo por parte del instructor del curso y que los datos, aunque se registraron en formatos similares y se siguió un proceso de análisis similar en los ciclos documentados, no dejó de estar exento de los sesgos que todo investigador puede presentar al hacer una investigación. El último de estos aspectos a considerar es que, aunque las observaciones encontradas fueron discutidas por investigadores y grupo crítico de referencia, y de que se estructuró el método de recogida de datos y de análisis de los mismos, la práctica de la investigación-acción está considerada como inmadura como método empírico (Yli-Huumo, Maglyas, Smolander, Haller, & Törnroos, 2016).

#### 4. Conclusiones y trabajos futuros

En este documento se ha presentado el uso del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada para entrenar a estudiantes de ingeniería de software en los procesos de desarrollo y de administración del desarrollo. Los resultados muestran que es posible entrenar a estudiantes trabajando en equipos pequeños en cursos semestrales de nivel universitario, y que el uso del ISO/IEC 29110 Perfil de Entrada permite el desarrollo de productos reales para clientes reales.

La aplicación del ISO/IEC29110 Perfil de Entrada para equipos de estudiantes implica incluir prácticas para la organización de los equipos y definición de responsabilidades de los miembros de los mismos en donde esté contemplada la distribución de tareas de los procesos de SR y PM entre todos los miembros del equipo, de una manera organizada. De igual manera, se demostró que el uso del estándar para entrenar equipos de estudiantes se puede complementar con prácticas y procesos, como los encontrados en Kuali-Beh y TSPi.

Puesto que los resultados de la aplicación de la metodología utilizada para la investigación que se presenta no pueden generalizarse, un trabajo futuro que se desprende esta investigación es la evaluación cuantitativa de la aplicación del estándar para el entrenamiento de equipos de desarrollo. Otro trabajo futuro que sigue a este, es la evaluación de la satisfacción de los estudiantes entrenados así como la evaluación de la pertinencia de los conocimientos obtenidos durante el entrenamiento en la práctica profesional de los estudiantes entrenados como se ha mostrado aquí.

#### Referencias

Avison, D., Lau, F., Myers, M., & Nielsen, P. A. (1999). Action research. *Communications of the ACM*, 42(1), 94–97.



- Barros de Sales, A., Serrano, M., & Serrano, M. (2020). Aprendizagem Baseada em Projetosna Disciplina de Interação Humano-Computador. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 37, 49–64. <https://doi.org/10.17013/risti.37.49-64>
- Bruegge, B., Krusche, S., & Alperowitz, L. (2015). Software Engineering Project Courses with Industrial Clients. *ACM Transactions on Computing Education*, 15(4), 1–29. <https://doi.org/10.1145/2732155>
- Castillo-Salinas, L., Sanchez-Gordon, S., Villarroel-Ramos, J., & Sánchez-Gordón, M. (2020). Evaluation of the implementation of a subset of ISO / IEC 29110 Software Implementation process in four teams of undergraduate students of Ecuador: An empirical software engineering experiment. *Computer Standards & Interfaces*, 70(November 2018), 19. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2020.103430>
- Connor, R. V. O., & Laporte, C. Y. (2017). The Evolution of the ISO / IEC 29110 Set of Standards and Guides. *International Journal of Information Te*, 10(1), 1–21. <https://doi.org/10.4018/IJITSA.2017010101>
- Coughlan, P., & Coghlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(February), 229–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- García, I., Pacheco, C., & Coronel, N. (2010). Learn from Practice : Defining an Alternative Model for Software Engineering Education in Mexican Universities for Reducing the breach between Industry and Academia. In *WSEAS Applied Computer Science* (pp. 120–124). Malta.
- García, I., Pacheco, C., León, A., & Calvo-Manzano, J. (2020). A serious game for teaching the fundamentals of ISO/IEC/IEEE 29148 systems and software engineering – Lifecycle processes – Requirements engineering at undergraduate level. *Computer Standards & Interfaces*, 67(January 2020), 16. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2019.103377>
- Garousi, V., Giray, G., Tuzun, E., Catal, C., & Felderer, M. (2020). Closing the gap between software engineering education and industrial needs. *IEEE Software*, 37(2), 68–77. <https://doi.org/10.1109/MS.2018.2880823>
- Genero-Bocco, M., Cruz-Lemus, J. A., & Piattini-Velthuis, M. (2014). *Métodos de Investigación en Ingeniería de Software*. Ra-Ma.
- Guest, G., Namey, E. E., & Mitchell, M. L. (2013). Participant Observation. In *Collecting Qualitative Data: A Field Manual for Applied Research* (pp. 376). SAGE Publications, Inc.
- Heggen, S., & Myers, C. (2018). Hiring Milenial Students as Software Engineers (pp. 32–39). Gothenburg, Sweden: ACM. <https://doi.org/10.1145/3194779.3194780>
- Humphrey, W. (2000). *Introduction to the Team Software Process*. Addison Wesley Longman, Inc.

- Ibarguengoitia, G. G., & Oktaba, H. (2016). Use of the essence and Quali-Beh to structure software engineering courses. In *Proceedings - 2016 4th International Conference in Software Engineering Research and Innovation, CONISOFT 2016* (pp. 47–52). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/CONISOFT.2016.16>
- IEEE Computer Society. (2014). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, Version 3.0*. (P. Bourque & R. E. Fairley, Eds.) (Version 3.). IEEE. [www.swebok.org](http://www.swebok.org)
- IEEE Computer Society. (2016). *Software Engineering Competency Model*. <https://www.computer.org/volunteering/boards-and-committees/professional-educational-activities/engineering-disciplines-committee>
- ISO/IEC. (2015). *TECHNICAL REPORT ISO / IEC TR Software engineering – Lifecycle profiles for Very Small Entities ( VSEs ) – Management and engineering guide: Generic profile group: Entry profile*.
- Kawulich, B. B. (2006). La observación participante como método de recolección de datos. *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum:Qualitative Social Research*, 6(2), 23.
- Laporte, C. Y., Alexandre, S., & Connor, R. V. O. (2008). A Software Engineering Lifecycle Standard for Very Small Enterprises. In M. R. O'Connor R.V., Baddoo N., Smolander K. (Ed.), *Software Process Improvement: Euro SPI 2008* (pp. 129–141). Berlin, Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-85936-9\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-540-85936-9_12)
- Laporte, C. Y., & Connor, R. V. O. (2016). Software Process Improvement in Industry in a Graduate Software Engineering Curriculum. *Software Quality Professional Journal*, 18(3), 4–17.
- Laporte, C. Y., & Muñoz, M. (2017). The Education of Students About ISO / IEC 29110 Software Engineering Standards and Their Implementations in Very Small Entities. In *IEEE International Humanitarian Technology Conference* (pp. 94–98). Toronto, Canada: IEEE. <https://doi.org/10.1109/IHTC.2017.8058208>
- Lethbridge, T. C., Sim, S., & Singer, J. (2005). Studying Software Engineers : Data Collection Techniques for Software Field Studies. *Empirical Software Engineering*, 10, 311–341.
- Moreno, A. M., Sánchez-Segura, M. I., Medina-Domínguez, F., Peters, L., & Araujo, J. (2016). Enriching traditional Software Engineering curricula with Software Project Management Knowledge. In *38th IEEE International Conference on Software Engineering Companion* (pp. 404–411). Austin , Tx.: IEEE. <https://doi.org/10.1145/2889160.2889193>
- Muñoz, M., Mejia, J., & Laporte, C. Y. (2018). Implementación del Estándar ISO / IEC 29110 en Centros de Desarrollo de Software de Universidades Mexicanas : Experiencia del Estado de Zacatecas. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas y Tecnología de Información*, 29(10), 43–54. <https://doi.org/10.17013/risti.29.43>

- Muñoz, M., Mejia, J., Peña, A., Lara, G., & Laporte, C. Y. (2019). Transitioning International Software Engineering Standards to Academia: Analyzing the Results of the Adoption of ISO/IEC 29110 in Four Mexican Universities. *Computer Standards & Interfaces*, 66(October), 27. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2019.03.008>
- Muñoz, M., & Peralta, M. (2020). Situación actual sobre la implementación del perfil básico ISO/IEC 29110 en EMP: una revisión sistemática de la literatura. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 36, 1–14. <https://doi.org/10.17013/risti.36.1-14>
- Myers, M. D., & Baskerville, R. (2004). Special Issue on Action Research in Information Systems: Making IS Research Relevant to Practice. *MIS Quarterly*, 28(3), 329–335.
- O'Connor, R. V. (2018). Software Development Process Standards for Very Small Companies. In M. Khosrow-Pour (Ed.), *Encyclopedia of Information Science and Technology* (Vol. IX, pp. 6927–6938). <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7766-9.ch053>
- Oktaba, H., & Ibargüengoitia, G. (2013). Método Inicial de Desarrollo de Software. <http://kualikaans.fciencias.unam.mx/index.php/proyectos/primer-curso-de-ingenieria-de-software>
- Pieterse, V., Solms, F., & Omeleze, S. (2017). Preparing software engineering students for industry. *Innovate*, 12, 89–90. <https://doi.org/10.1109/CSEET.2007.39>
- Radermacher, A., Walia, G., & Knudson, D. (2014). Investigating the Skill Gap between Graduating Students and Industry Expectations Categories and Subject Descriptors. In *ICSE companion '14* (pp. 291–300). Hyderabad, India: ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/2591062.2591159>
- Sánchez-Gordón, M. L., O'Connor, R. V., Colomo-Palacios, R., & Herranz, E. (2016). Bridging the Gap between SPI and SMEs in Educational Settings: A Learning Tool Supporting ISO / IEC 29110. In *Systems, Software and Services Process Improvement: EuroSPI 2016* (pp. 3–14). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44817-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44817-6_1)
- Yli-Huumo, J., Maglyas, A., Smolander, K., Haller, J., & Törnroos, H. (2016). Developing Processes to Increase Technical Debt Visibility and Manageability: An Action Research Study in Industry. In *International Conference on Product-Focused Software Process Improvement* (pp. 368–378). Trondheim, Norway.

# Estudo Comparativo de Abordagens para Sistemas de Recomendação baseados em Personalidade com uso do serviço *IBM Watson Personality Insights*

Janderson Jason B. Aguiar<sup>1</sup>, Joseana M. F. R. de Araújo<sup>1</sup>, Evandro de B. Costa<sup>2</sup>

[janderson@copin.ufcg.edu.br](mailto:janderson@copin.ufcg.edu.br); [joseana@computacao.ufcg.edu.br](mailto:joseana@computacao.ufcg.edu.br); [evandro@ic.ufal.br](mailto:evandro@ic.ufal.br)

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande – PB, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió – AL, Brasil

DOI: 10.17013/risti.40.73–88

**Resumo:** Considerar a personalidade dos usuários nos Sistemas de Recomendação pode proporcionar resultados mais relevantes. Neste estudo, foi analisado se, com os avanços na detecção da personalidade (inferência sem usar questionários), as abordagens de Filtragem Colaborativa baseadas em personalidade continuam melhorando a acurácia das abordagens tradicionais (baseadas essencialmente em *ratings*). Outrossim, foi analisado se há diferenças ao aplicar modelos distintos de personalidade. No experimento, foram considerados 1058 usuários do TripAdvisor e 10889 clientes da Amazon, com características de personalidade inferidas via *IBM Watson Personality Insights*. Os resultados indicaram a possibilidade de melhorar a acurácia ao empregar uma abordagem usando dados inferidos concernentes a algum dos modelos de personalidade analisados (*Big Five*, *Needs* e *Values*). Ademais, o modelo *Values* proporcionou resultados equivalentes ao *Big Five* (sem *facet*s); e, em termos gerais, não houve melhoria ao usar o *Big Five* incluindo dados das suas *facet*s (nem ao incluir dados dos outros modelos).

**Palavras-chave:** Sistemas de Recomendação; Filtragem Colaborativa; Recomendação baseada em Personalidade; *Watson Personality Insights*.

## *Comparative Study of Approaches for Recommender Systems based on Personality using IBM Watson Personality Insights*

**Abstract:** Considering the personality of users in Recommender Systems can provide more relevant results. In this study, we analyzed whether, with advances in personality detection (inference without using questionnaires), Collaborative Filtering approaches based on personality continue to improve the accuracy of traditional approaches (based essentially on ratings). Furthermore, we analyze whether there are differences when applying different personality models. We considered 1058 TripAdvisor users and 10889 Amazon customers in the experiment, with personality characteristics inferred via *IBM Watson Personality Insights*. The results indicated the possibility of improving accuracy by employing an approach using inferred data concerning any personality models analyzed (*Big Five*, *Needs*, and *Values*). Moreover, the *Values* model provided results equivalent to the *Big*

Five model (without facets), and, in general terms, there was no improvement when using the Big Five model with data from its facets (nor when including data from the other models).

**Keywords:** Recommender Systems; Collaborative Filtering; Personality-based Recommendation; Watson Personality Insights.

## 1. Introdução

Há pesquisadores, a exemplo de Nunes & Hu (2012) e Tkalčič (2018), indicando que a personalidade humana relaciona-se à tomada de decisões e às preferências do indivíduo e, portanto, deve ser considerada no projeto de Sistemas de Recomendação. Tais sistemas, cada vez mais populares na Internet, tornaram-se uma alternativa para auxiliar os usuários na obtenção de itens compatíveis com o seu perfil (Bobadilla et al., 2013) (Valdiviezo-Diaz et al., 2020). Segundo Patro et al. (2020), o advento dos Sistemas de Recomendação é uma fonte de lucro e aprimoramento constante no setor de comércio eletrônico.

Pessoas com personalidade semelhante tendem a ter interesses e preferências semelhantes (Hu & Pu, 2011) (Nunes & Hu, 2012) (Yang & Huang, 2019). Essa perspectiva relaciona-se ao aspecto de vizinhança de uma das técnicas de recomendação mais populares: a Filtragem Colaborativa — FC (Aggarwal et al., 2016) (Bobadilla et al., 2013).

Com os avanços nos estudos sobre inferência automática da personalidade humana, é possível, atualmente, um Sistema de Recomendação abranger algum serviço (a exemplo do *IBM Watson Personality Insights*, por meio de análises linguísticas) e obter dados referentes à personalidade dos seus usuários, de maneira relativamente simples. Assim, torna-se mais prático implementar estratégias de recomendação, baseadas em personalidade, em aplicativos do mundo real, como comércio eletrônico (Srivastava, Bala & Kumar, 2017).

As pesquisas promissoras iniciais envolvendo recomendação baseada em personalidade avaliaram as suas abordagens obtendo os dados concernentes à personalidade de um indivíduo via questionários. Embora seja comum, mesmo que indiretamente, os consumidores desejarem receber informações que, cada vez mais, satisfaçam as suas expectativas, eles não estão interessados, na maioria das vezes, em responder a questionários (Jaques & Nunes, 2019). Portanto, convêm-se questionar se aqueles resultados promissores das pesquisas iniciais se mantêm ao usar tais abordagens, atualmente, com dados de sistemas reais e inferência automática de personalidade.

Considerando-se esse contexto, o objetivo inicial do estudo descrito neste artigo consistiu em avaliar — usando o serviço *IBM Watson Personality Insights* — algumas abordagens de FC relevantes na literatura referente a Sistemas de Recomendação baseados em Personalidade (avaliados anteriormente com menos usuários e itens, e com a detecção de personalidade via questionários). Além disso, a partir dessas abordagens de recomendação, outro objetivo consistiu em elaborar e avaliar novas abordagens, considerando-se também modelos de personalidade menos populares na literatura.

Em síntese, os resultados indicaram que, ao comparar com a abordagem tradicional de FC (com vizinhança definida enfocando os *ratings* dos usuários), é possível ter melhoria

referente à relevância (acurácia) das recomendações ao empregar uma das abordagens analisadas de FC, com vizinhança definida com base na personalidade dos usuários – inferida via *IBM Watson Personality Insights*. Tais abordagens consideraram três modelos distintos de personalidade (*Big Five*, *Needs* e *Values*). Os resultados não indicaram haver sempre melhorias ao usar mais dados referentes à personalidade (a exemplo de usar os dados dos três modelos conjuntamente). Os melhores resultados, em termos gerais, foram proporcionados ao empregar apenas o modelo *Values*, ou apenas o modelo *Big Five* (sem precisar usar os dados das facetas particulares a este modelo).

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. Na Seção 2, é abordado o referencial teórico, incluindo comentários sobre pesquisas relacionadas. Na Seção 3, apresenta-se a metodologia experimental empregada. Na Seção 4, são discutidos os resultados do estudo. Por fim, na Seção 5, são apontadas propostas de estudos futuros e as conclusões.

## 2. Referencial Teórico e Estudos Relacionados

Nas seguintes subseções, são comentados estudos relacionados e conceitos fundamentais referentes ao estudo apresentado neste artigo.

### 2.1. Características de Personalidade do Indivíduo

Dentre as diversas explicações, é possível definir a personalidade como um padrão de comportamento consistente e processos intrapessoais originados internamente no indivíduo (Burger, 2010). Dentre as teorias existentes, Allport & Allport (1921) definiram que cada pessoa possui traços de personalidade comuns e individuais, expressando-os com uma intensidade diferente. Essa teoria dos traços foi estudada por vários outros pesquisadores, e a sua versão moderna é popularmente conhecida como *Big Five* (Costa & McCrae, 1992).

O modelo *Big Five* é também denominado FFM (*Five-Factor Model*) ou OCEAN (acrônimo, em inglês, dos cinco traços do modelo: *Openness*, *Conscientiousness*, *Extroversion*, *Agreeableness* e *Neuroticism*). O *Big Five* é amplamente utilizado para aplicar conceitos referentes à personalidade em pesquisas envolvendo sistemas computacionais (a exemplo de pesquisas na área de Computação Afetiva), havendo numerosos pesquisadores que utilizam e reafirmam a importância desse modelo de personalidade (Chen, Wu & He, 2016) (Ferreira et al., 2020) (IBM, 2019) (Jaques & Nunes, 2019) (Yakhchi et al., 2020) (Yang & Huang, 2019). Recentemente, o modelo tem sido usado em pesquisas no contexto da pandemia ocasionada pelo novo coronavírus, a exemplo da pesquisa intitulada *Who complies with the restrictions to reduce the spread of COVID-19?: Personality and perceptions of the COVID-19 situation* (Zajenkowski et al., 2020).

Outros modelos de personalidade, por exemplo, são relacionados às necessidades (*Needs*) e valores (*Values*) das pessoas. Em relação ao modelo *Needs*, são descritas doze categorias de necessidades (desejos que uma pessoa espera serem atendidos quando analisam um produto ou serviço) na literatura de *marketing* (Armstrong et al., 2014) (Ford, 2005). Em relação ao modelo *Values*, são descritos os fatores de motivação que influenciam a tomada de decisão de uma pessoa, considerando cinco valores humanos básicos propostos por Schwartz (2007).

Na Tabela 1, são descritos brevemente os componentes dos modelos *Needs*, *Values*, além dos traços do *Big Five*. É pertinente destacar que cada traço do modelo *Big Five* inclui seis facetas particulares, também indicadas na Tabela 1.

Para detectar a personalidade de um indivíduo, há diversos questionários validados disponíveis, tais como o NEO-FFI (*NEO Five-Factor Inventory*) e o NEO-PI-R (*Revised NEO Personality Inventory*) (Costa & McCrae, 1992), ambos referentes ao *Big Five*. No entanto, como afirma Yakhchi et al. (2020), a detecção da personalidade via questionários pode ser uma tarefa demorada e tediosa, e, assim, os usuários podem não estar dispostos a realizá-la.

<b>Modelo</b>	<b>Componentes do modelo de personalidade</b>
<i>Big Five</i>	ABERTURA – Tendência a experimentar atividades variadas. Facetas: Aventura; Interesses artísticos; Emotividade; Imaginação; Curiosidade intelectual; Liberalismo.
	CONSCIENCIOSIDADE – Tendência a agir de forma organizada e cuidadosa. Facetas: Esforço para realização; Cautela; Obediência; Organização; Autodisciplina; Autoeficácia.
	EXTROVERSÃO – Tendência a buscar estímulos na companhia dos outros. Facetas: Energia; Assertividade; Alegria; Busca por entusiasmo; Simpatia; Amistosidade.
	AMABILIDADE – Tendência a ser compassivo e cooperativo em relação aos outros. Facetas: Altruísmo; Cooperação; Modéstia; Moralidade; Compreensão; Confiança.
	NEUROTICISMO – Tendência a ser emocionalmente instável. Facetas: Raiva; Ansiedade; Melancolia; Autoindulgência; Autoconsciência; Vulnerabilidade.
<i>Needs</i>	ENTUSIASMO – Desejo de sair e viver a vida, de se divertir; emoções positivas.
	HARMONIA – Valorização de outras pessoas (seus pontos de vista e sentimentos).
	CURIOSIDADE – Desejo de desvendar, descobrir e crescer.
	IDEAL – Desejo de perfeição; senso de comunidade.
	PROXIMIDADE – Gosto pela ligação com a família e desejo de formar um lar.
	AUTOEXPRESSÃO – Desfrutamento da descoberta e da afirmação das suas próprias identidades.
	LIBERDADE – Interesse por moda e por coisas novas; necessidade de “sair fora”.
	AMOR – Desfrutamento do contato social (relações um-para-um e/ou um-para-muitos); envolvido em reunir as pessoas.
	PRATICIDADE – Desejo de concluir tarefas, de ter qualificação e eficiência (o que pode incluir a expressão física e experiência).
	ESTABILIDADE – Busca pela estabilidade no mundo físico; favorece o que é sensato, o que foi experimentado e testado.
<i>Values</i>	DESAFIO – Anseio por alcançar, obter sucesso e enfrentar desafios.
	ESTRUTURA – Embasamento e desejo de manter as coisas em ordem (bem organizadas e sob controle).
	AUTOTRASCENDÊNCIA – Preocupação pelo bem-estar e interesses dos outros.
	CONSERVAÇÃO – Ênfase na autorrestrrição, na ordem e na resistência à mudança.
	HEDONISMO – Busca pelo prazer e gratificação sensual para si.
AUTOAPRIMORAMENTO – Busca pelo sucesso pessoal para si.	
ENTUSIASMO – Ênfase na ação, pensamento e sentimento independentes, bem como prontidão para novas experiências.	

Tabela 1 – Breve descrição dos componentes dos modelos de personalidade

Por outro lado, há estudos com enfoque na detecção implícita da personalidade. A pesquisa de Schwartz et al. (2013) é uma das mais relevantes nessa área, apontando correlação entre os padrões de uso do Facebook e os traços de personalidade dos usuários dessa rede social. Nesse contexto, destaca-se o serviço *IBM Watson Personality Insights* (IBM, 2019), com o qual é possível inferir características de personalidade (dimensões e aspectos dos modelos *Needs*, *Values* e *Big Five*, incluindo dados das facetas deste modelo) a partir de informações textuais dos indivíduos. Esse serviço foi desenvolvido embasando-se em pesquisas nas áreas da psicologia, psicolinguística e *marketing*, incluindo estas pesquisas anteriormente citadas: Costa & McCrae (1992), Ford (2005), Schwartz (2007) e Schwartz et al. (2013).

## 2.2. Recomendação baseada em Filtragem Colaborativa

De forma genérica, a Filtragem Colaborativa (FC) caracteriza-se por gerar recomendações de itens desconhecidos por um usuário-alvo, mas que são conhecidos e analisados como relevantes por usuários com preferências similares. Na FC baseada em vizinhança, é comum definir um valor  $K$  para a quantidade de “vizinhos” e definir alguma medida, a exemplo da Similaridade dos Cossenos, para identificar — considerando-se a abordagem *user-based* — os usuários “vizinhos” mais similares a um usuário-alvo. Por fim, com base nos *ratings* desses “vizinhos”, são realizadas as predições e recomendações (Aggarwal et al., 2016) (Bobadilla et al., 2013).

A popular estratégia de FC baseada em vizinhança pode ter algumas variações, tais como as apresentadas nas pesquisas de Hu & Pu (2011) e Tkalčič et al. (2009). Por exemplo, além da média dos *ratings* da vizinhança, Tkalčič et al. (2009) consideraram também a média geral dos *ratings* (de todos os usuários), avaliando duas variações: “public” (em que considera um peso maior para a opinião de todos os outros usuários) e “neighbours” (em que considera um peso maior para a opinião dos “vizinhos”).

## 2.3. Filtragem Colaborativa utilizando Características de Personalidade

Há estudos que defendem que a personalidade está positivamente relacionada à satisfação do usuário, ao seu comportamento e às suas preferências em Sistemas de Recomendação, indicando que, ao incorporar características de personalidade, é possível melhorar as recomendações referentes a músicas, filmes, jogos, grupos de pessoas, *e-learning*, etc. (Chen, Wu & He, 2016) (Hu & Pu, 2009) (Nguyen et al., 2018) (Nunes & Hu, 2012) (Tkalčič et al., 2011) (Yang & Huang, 2019) (Yakhchi et al., 2020).

Em síntese, na FC baseada em vizinhança, os dados numéricos representativos de cada usuário — para o cálculo da similaridade e, por conseguinte, para a definição da vizinhança —, referem-se, nas abordagens tradicionais (*rating-based*), aos *ratings* fornecidos pelos usuários aos itens existentes no sistema. Nas abordagens *personality-based*, em vez dos usuários serem representados unicamente por seus *ratings*, são utilizados os valores numéricos referentes a cada componente do(s) modelo(s) de personalidade empregado(s). Desse modo, as recomendações são realizadas sob influência das preferências dos usuários com personalidade similar à personalidade do usuário-alvo da recomendação. O modelo de personalidade mais usado nesse contexto é o *Big Five*, sendo comumente realizadas avaliações inferindo a personalidade via questionários (Chen, Wu & He, 2016) (Tkalčič, 2018).



Em relação ao uso das características de personalidade em Sistemas de Recomendação baseados em FC, na pesquisa de Chen, Wu & He (2016), foram destacadas as pesquisas de Tkalčič et al. (2009) e Hu & Pu (2011). Nessas pesquisas, para calcular a similaridade, foram utilizadas as características de personalidade dos usuários (dados dos cinco traços do modelo *Big Five*). Ambas as pesquisas, nas suas conclusões, indicaram que os métodos baseados em personalidade (*personality-based*) foram melhores que o tradicional (*rating-based*).

Exemplificando pesquisas que não utilizaram o modelo *Big Five*, Srivastava, Bala & Kumar (2017) usaram o modelo *Values*, e os resultados indicaram desempenho melhor que a abordagem tradicional (sem uso de personalidade). Patro et al. (2020) elaboraram uma proposta recente usando TKI (*Thomas-Kilmann conflict mode Instrument*), instrumento que funciona por meio de um questionário visando a identificar as tendências comportamentais de um indivíduo ao lidar com conflitos interpessoais; entretanto, eles ainda não avaliaram tal proposta. Sobre o meio de detecção da personalidade, Tkalčič et al. (2009, 2011) e Hu & Pu (2009, 2011) utilizaram questionários, e Srivastava, Bala & Kumar (2017) utilizaram o *IBM Watson Personality Insights*.

Em Tkalčič et al. (2009) e Hu & Pu (2011), foi utilizado apenas o modelo *Big Five* (com os dados dos cinco traços, sem dados das facetas). Em Srivastava, Bala & Kumar (2017), foi utilizado apenas o modelo *Values*. É conveniente apontar que, nesses estudos, os autores não compararam as suas propostas com abordagens baseadas em personalidade elaboradas por outros autores.

É pertinente comentar que, ao direcionar pesquisas futuras para a melhoria da eficiência dos algoritmos de FC, Srivastava, Bala & Kumar (2017) indicaram que os componentes do modelo *Values* podem ser combinados com outros modelos. Esse direcionamento foi uma das motivações para o estudo descrito neste artigo, visando-se a analisar se a aplicação de outros modelos (*Values* e *Needs*), aliados ao *Big Five* (modelo geralmente usado em FC baseada em personalidade), tendem a melhorar as abordagens de recomendação.

Recentemente, ao mencionar os Sistemas de Recomendação baseados em Personalidade, em uma revisão referente a incorporar a personalidade no projeto de interface do usuário, Alves et al. (2020) destacaram estes dois estudos: Tkalčič et al. (2011) e Hu & Pu (2009). Isso ressalta a notoriedade desses dois grupos de pesquisa, anteriormente citados.

Nesta Seção 2, e também na Seção 1, há citações a estudos relacionados ao apresentado neste artigo. As abordagens de alguns estudos comentados nesta Seção 2 foram consideradas na metodologia apresentada na Seção 3. Além desses, há outros estudos que se relacionam a este; entretanto, não foram encontrados estudos com o enfoque e as características adotadas e descritas neste artigo.

### 3. Metodologia

Com base nos objetivos do estudo (definidos na Seção 1), para comparar o desempenho das abordagens de recomendação (detalhes na Subseção 3.2), foram utilizadas as métricas MAE (*Mean Absolute Error*) e RMSE (*Root Mean Square Error*), bastante utilizadas em pesquisas sobre Sistemas de Recomendação (Aggarwal et al., 2016). As abordagens com os menores valores de MAE e RMSE representam as abordagens que

mais se aproximam da “opinião” dos usuários-alvos da recomendação. Para analisar esses valores, foram utilizados estes testes estatísticos: ANOVA, Kruskal-Wallis, T e Mann–Whitney U (Boslaugh, 2012).

Para a análise experimental, foi empregado o método *Random Subsampling* (Han, Pei & Kamber, 2012), sendo divididos aleatoriamente, por 50 vezes, os dados de cada *dataset* em dois subconjuntos: um para treinamento (2/3 dos dados) e outro para teste (1/3 dos dados). Os *datasets* utilizados estão descritos na Subseção 3.1.

### 3.1. Datasets

Foram utilizados dois *datasets*: TripAdvisor e Amazon Fine Foods. O *dataset* TripAdvisor ([https://twin-persona.org/datasets/2016/dataset\\_description.txt](https://twin-persona.org/datasets/2016/dataset_description.txt)) contém 32580 *reviews* oriundos de 1098 usuários para 26282 itens — hotéis, restaurantes e atrações do TripAdvisor, plataforma de viagens com informações e opiniões de conteúdos relacionados a turismo. O *dataset* Amazon Fine Foods (<http://snap.stanford.edu/data/web-FineFoods.html>) contém 568454 *reviews* oriundos de 256059 usuários para 74258 itens — produtos alimentícios (“*gourmet foods*”) da Amazon, empresa de comércio eletrônico.

Para inferir a personalidade dos usuários, em vez deles preencherem um dos tradicionais questionários existentes, neste estudo foi utilizado o *IBM Watson Personality Insights* (<http://www.ibm.com/watson/services/personality-insights/>). Com este serviço, foi analisado o texto dos *reviews* dos usuários, sendo configurado o parâmetro de consulta *raw\_scores = true*, para detectar pontuações brutas — que podem ser interpretadas como equivalentes às pontuações obtidas pelos usuários se respondessem a um teste de personalidade (IBM, 2019).

Para uso dos *datasets* no experimento, foram planejadas estas restrições: itens avaliados por pelo menos 5 usuários; usuários com pelo menos 600 palavras nos seus *reviews* — número indicado para o *IBM Watson Personality Insights* produzir resultados aceitáveis (IBM, 2019).

Com estas restrições no *dataset* TripAdvisor, a quantidade de *ratings* não ficou tão expressiva (com média de apenas aproximadamente dois *ratings* por usuário) — e, posteriormente (como comentado na Seção 4), foi visto que não se teve diferença significativa nos resultados. Então, decidiu-se também usar este *dataset* sem a restrição dos itens serem avaliados por pelo menos 5 usuários (variação denominada TripAdvisor-Full). Nesse caso, embora a média de *ratings* por usuário tenha aumentado para aproximadamente trinta, houve muitos itens pouco avaliados (média de aproximadamente um *rating* por item). Na Tabela 2, estão elencadas as características dos *datasets* utilizados no estudo.

<i>Dataset</i>	Número de itens	Número de usuários	Número de <i>ratings</i>	Número médio de <i>ratings</i> por item	Número médio de <i>ratings</i> por usuário
Amazon Fine Foods	4306	10889	106371	24,70	9,77
TripAdvisor	192	641	1250	6,51	1,95
TripAdvisor-Full	26844	1058	31645	1,18	29,91

Tabela 2 – Características dos *datasets*

### 3.2. Abordagens de Recomendação Avaliadas

Para o estudo comparativo, foram consideradas as variações de FC citadas na Subseção 2.2, sendo implementados os algoritmos baseando-se nos artigos de Tkalčič et al. (2009) — tanto a variação “neighbours” quanto “public” — e Hu & Pu (2011). Para todas as variações, foi definido  $K=5$ , assim como definido por Hu & Pu (2011); e foi utilizada a medida de Similaridade dos Cossenos, empregada em estudos como Srivastava, Bala & Kumar (2017) e Yang & Huang (2019).

Para as abordagens sem considerar personalidade, foi empregado neste artigo o termo RB (*rating-based*); e, para as que consideram personalidade, foi empregado o termo PB (*personality-based*), assim como em Hu & Pu (2011). Além de RB e PB, Hu & Pu (2011) também elaboraram uma abordagem híbrida (RPBL — *Rating-Personality Based Linear*) combinando personalidade e *ratings* no cálculo da similaridade entre usuários. Neste estudo, foi empregada também a abordagem RPBL, inclusive para as variações de Tkalčič et al. (2009), mesmo que RPBL tenha sido elaborada apenas no estudo de Hu & Pu (2011).

Para a definição da vizinhança, os dados referentes à personalidade dos usuários foram variados com base nos modelos inferidos pelo *IBM Watson Personality Insights*. Assim, para este estudo, foi considerado o modelo *Big Five*, também com dados das facetas, além dos modelos *Needs* e *Values*, e uma versão com dados dos três modelos conjuntamente. Ressalta-se que as abordagens usando exclusivamente o modelo *Values* se associam ao que foi proposto por Srivastava, Bala & Kumar (2017).

Em síntese, no experimento realizado, foram definidos estes fatores (e seus correspondentes níveis):

- Variação de FC: Hu&Pu; TkalčičEtAl-public; TkalčičEtAl-neighbours.
- Tipo de Vizinhança: RB; PB; RPBL.
- Modelo de Personalidade: B (*Big Five*, sem incluir facetas); Bf (*Big Five*, incluindo facetas); V (*Values*); N (*Needs*); V-N-Bf (dados de todos os modelos conjuntamente, incluindo as facetas do *Big Five*).

A partir disso, é possível descrever que se objetivou, inicialmente, avaliar se as abordagens que consideram personalidade (uso de PB e RPBL) se comportam melhor que RB (independentemente da variação: Hu&Pu, TkalčičEtAl-public ou TkalčičEtAl-neighbours) sem uso de questionários — considerando os dados de personalidade inferidos via *IBM Watson Personality Insights*. Em seguida, o objetivo foi avaliar o impacto dos modelos de personalidade utilizados, analisando se há diferenças ao usar modelos diferentes do popular *Big Five*, e avaliar se há melhorias ao considerar mais dados — a exemplo de usar dados das facetas do *Big Five* (dado que a maioria dos estudos considera apenas os dados dos cinco grandes fatores do *Big Five*) e de outros modelos (usando *Big Five* junto a *Needs* e *Values*).

## 4. Discussão dos Resultados

A fim de verificar o desempenho das abordagens, para cada *dataset*, e para cada bloco referente à variação de FC (Hu&Pu, TkalčičEtAl-public, TkalčičEtAl-neighbours), foram inicialmente realizadas análises com base na ANOVA e no teste Kruskal-Wallis.

No *dataset* TripAdvisor, ao analisar cada bloco, não foi possível considerar que houve diferença estatística referente aos valores de RMSE e de MAE. Ou seja, não houve diferença entre RB, PB e RPBL (independentemente dos modelos de personalidade considerados em PB e RPBL). Com o teste Kruskal-Wallis, por exemplo, todos os p-valores obtidos foram maiores que 0,99. Tal resultado estimulou considerar também a variação do *dataset* denominada TripAdvisor-Full; adicionalmente, para TripAdvisor e TripAdvisor-Full, foram realizadas execuções também com  $K=25$ ; todavia, em nenhum desses cenários houve diferença estatística entre as abordagens em análise.

Para ilustrar esse aspecto, na Figura 1, são apresentados os *boxplots* das abordagens no cenário com o *dataset* TripAdvisor-Full, variação Hu&Pu e  $K=5$ . Na Figura 1 (e também na Figura 2), foram associadas cores às abordagens: marrom para RB; vermelho para B--PB e B--RPBL (abordagens com *Big Five*, sem facetas); laranja para Bf--PB e Bf--RPBL (abordagens com *Big Five*, com facetas); azul para N--PB e N--RPBL (abordagens com *Needs*); verde para V--PB e V--RPBL (abordagens com *Values*); e rosa para V-N-Bf--PB e V-N-Bf--RPBL (abordagens com todos os modelos, incluindo as facetas do *Big Five*). As abordagens PB estão apresentadas com um tom de cor levemente mais claro que RPBL. Destaca-se que, mesmo sem diferença estatística significativa, na Figura 1, é mostrado que a abordagem com maior mediana (pior desempenho) foi RB — cor marrom.

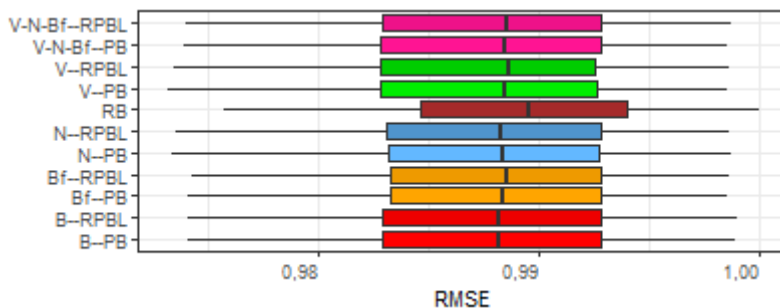


Figura 1 – *Boxplots* referentes ao *dataset* TripAdvisor-Full (variação Hu&Pu e  $K=5$ )

Por outro lado, para o *dataset* Amazon Fine Foods (cujo número de usuários e *ratings* é expressivamente maior que o *dataset* TripAdvisor), confirmou-se, a partir da ANOVA e do teste de Kruskal-Wallis, que as abordagens obtiveram desempenhos diferentes ( $p\text{-valor} < 2,2e-16$ ). Neste caso, para os valores obtidos pelas abordagens para as métricas de avaliação (RMSE e MAE), foram analisados os *boxplots*, os intervalos de confiança para as médias das métricas, com nível de significância de 0,05, e executados, par a par, testes T e Mann–Whitney U. Na Figura 2, são apresentados os *boxplots* (os intervalos de confiança não foram apresentados devido à limitação de páginas desta publicação).

Em todos os cenários, o pior desempenho (valores maiores de RMSE e MAE) foi proporcionado por RB, o que corrobora com outros estudos, a exemplo de Hu & Pu (2011) e Srivastava, Bala & Kumar (2017). Por outro lado, a utilização dos modelos de personalidade proporcionou resultados “não padronizados” nos cenários (ou seja, as abordagens com determinado modelo não resultaram sempre em melhor ou pior resultado quando comparadas às abordagens com os outros modelos). Além disso, RPBL não foi melhor que PB em todos os cenários.

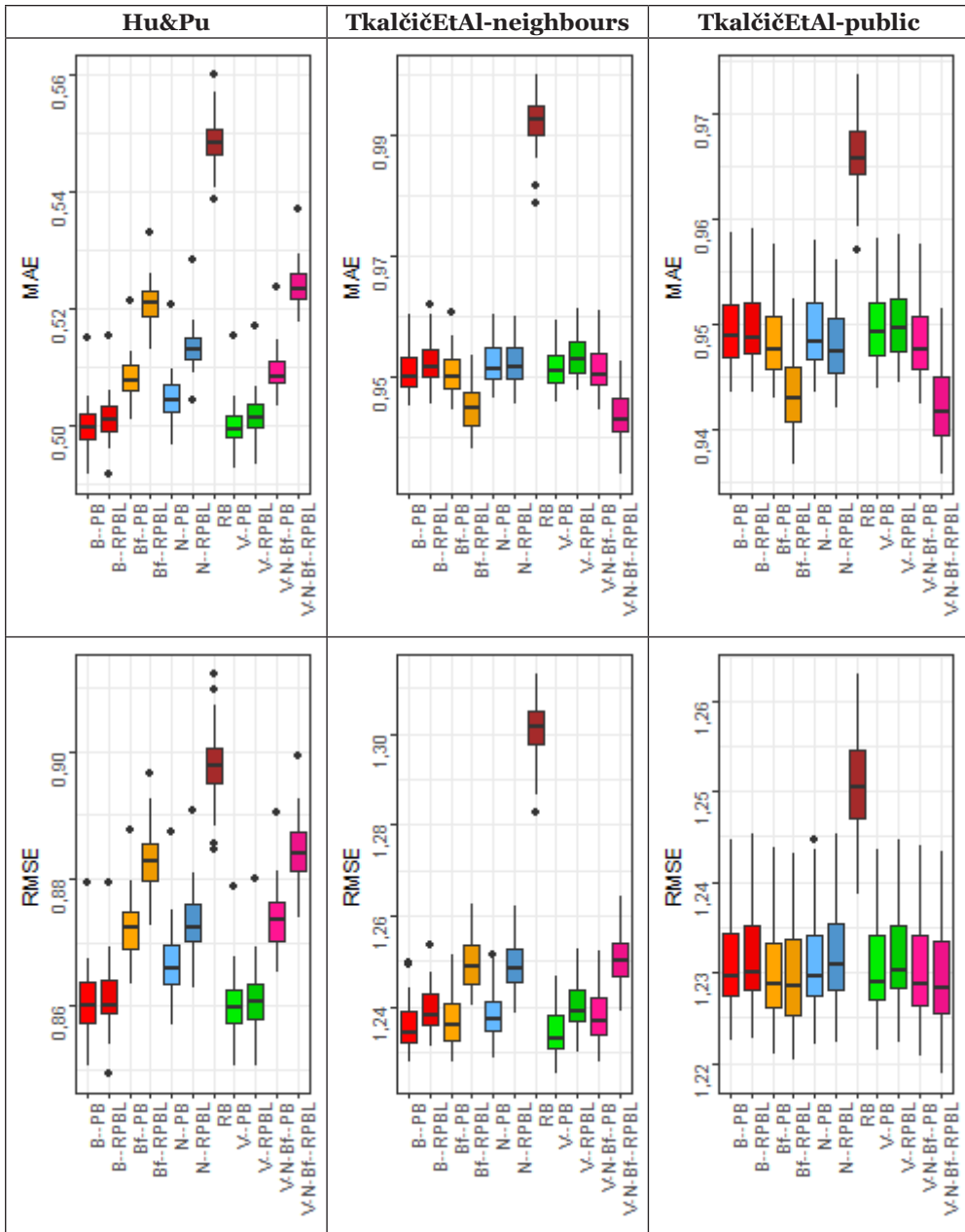


Figura 2 – Boxplots referentes aos dados obtidos com o dataset Amazon Fine Foods

Com a variação Hu&Pu, as abordagens aplicando RPBL não proporcionaram resultados melhores (em ambas as métricas) que as abordagens aplicando PB. Nas adaptações de

RPBL para TkalčičEtAl-neighbours e TkalčičEtAl-public, houve melhor desempenho de RPBL, em relação a PB, ao analisar dois usos específicos de modelos (Bf e V-N-Bf), mas apenas para a métrica MAE. Considerando-se que RPBL é mais custoso computacionalmente que PB — como indicado por Hu & Pu (2011) — e houve poucos cenários de ganhos de RPBL em relação a PB, os resultados indiciam não ser tão útil, para a melhoria da acurácia, mesclar as duas formas de se definir a vizinhança (PB e RB), que é o foco de RPBL.

Ao analisar o impacto dos modelos nas abordagens, em relação à variação Hu&Pu (para ambas as métricas, e tanto em PB quanto em RPBL), percebeu-se um desempenho melhor com B (modelo *Big Five*) e V (modelo *Values*), seguido de N (modelo *Needs*). Isso implica dizer que, com a variação Hu&Pu, as abordagens usando o modelo *Values*, ou o modelo *Needs*, proporcionaram melhores resultados que as abordagens incluindo as facetas do modelo *Big Five* (Bf), também não sendo útil compor o perfil de personalidade dos usuários com os três modelos de forma conjunta (V-N-Bf).

Em relação às variações TkalčičEtAl-neighbours e TkalčičEtAl-public, as abordagens com B e V continuaram tendo desempenhos semelhantes, mas não houve “padronização” nos resultados proporcionados pelas abordagens usando outros modelos. Por exemplo: as abordagens com os modelos Bf e V-N-Bf foram melhores, ao analisar com a abordagem RPBL e a métrica MAE; mas isso não se repetiu ao analisar a métrica RMSE. Nesse sentido, não é possível ressaltar veementemente a utilização de determinado modelo em relação aos demais.

Todavia, ao analisar os valores de MAE e RMSE obtidos com as variações Hu&Pu, TkalčičEtAl-neighbours e TkalčičEtAl-public, os menores valores (melhores resultados) foram referentes à variação Hu&Pu. Ademais, é pertinente reforçar que Tkalčič et al. (2009) é um estudo menos recente, e, nos cenários da variação Hu&Pu, houve consistência (“padronização”) nos resultados — em ambas as métricas (MAE e RMSE) e em ambas as abordagens aplicando personalidade (PB e RPBL). Considerando-se esses aspectos no estudo comparativo realizado, é indiciada a utilidade do modelo *Values* na recomendação baseada em personalidade, além do popular *Big Five*, mas sem incrementá-lo com os dados das suas facetas e/ou com os dados dos outros modelos analisados.

## 5. Conclusão e Considerações Finais

Não é habitual encontrar pesquisas incorporando dados referentes à personalidade dos usuários em abordagens propostas para Sistemas de Recomendação, especialmente em determinados domínios de aplicação, como o caso de produtos alimentícios (*dataset Amazon Fine Foods*), e sem usar questionários para a inferência da personalidade.

Diferentemente das tradicionais abordagens de recomendação via FC baseadas essencialmente nos *ratings* (*rating-based*), as abordagens baseadas em personalidade (*personality-based*) recomendam os itens — calculados como os melhores para o usuário-alvo — dando importância às características de personalidade dos outros usuários do sistema.

Embora tenha havido diferenças no valor médio, o uso de nenhuma das duas variações do *dataset TripAdvisor*, consideradas neste estudo, apresentou diferenças estatísticas

significativas para indicar que usar PB ou RPBL é melhor que usar RB. Em tal *dataset*, todas as abordagens (independentemente do modelo de personalidade utilizado) proporcionaram resultados equivalentes.

Todavia, houve diferenças significativas com o uso do *dataset* Amazon Fine Foods, que possui uma quantidade expressivamente maior de usuários e *ratings* que o *dataset* TripAdvisor. Assim, é possível concluir que os resultados obtidos (com o uso de dados de personalidade inferidos automaticamente) corroboram com os resultados apresentados anteriormente (em pesquisas usando questionários), em relação ao uso dos dados de personalidade tender a melhorar a abordagem tradicional de FC baseada essencialmente em *ratings*.

Além disso, em relação à comparação referente ao uso de diferentes modelos de personalidade (com dados inferidos via análise textual dos *reviews* dos usuários da Amazon), é possível concluir que: (i) o uso isolado do modelo *Needs*, dentre os avaliados, foi o menos promissor, mas ainda sendo melhor usá-lo em vez de não usar dados de personalidade; (ii) o uso do modelo *Values* foi equivalente ao uso do modelo *Big Five*, comumente usado na área; (iii) o uso do modelo *Big Five*, com os dados das facetas, não proporcionou resultados melhores quando comparado, em geral, com o uso do modelo de modo menos completo (sem dados das facetas); e (iv) o uso de dados dos modelos *Big Five*, *Values* e *Needs*, de maneira conjunta, não proporcionou resultados melhores, em termos gerais, que considerar unicamente o modelo *Big Five* (sem facetas) ou o modelo *Values*.

Os algoritmos de FC podem ser categorizados como baseados em vizinhança (*neighborhood-based* ou *memory-based*) ou baseados em modelo (*model-based*) (Aggarwal et al., 2016). Embora seja mais comum encontrar pesquisas usando modelos de personalidade em abordagens baseadas em vizinhança, pesquisas recentes têm considerado a aplicação de personalidade em abordagens que utilizam, por exemplo, fatoração de matrizes, como Yakhchi et al. (2020). Portanto, indica-se, como estudo futuro, analisar a influência da inclusão das características de personalidade, inferidos de maneira automática, em abordagens *model-based* de FC. Em Yakhchi et al. (2020), por exemplo, só é empregado o modelo *Big Five*, sendo adequado analisar possíveis melhorias ao usar outros modelos de personalidade. Por outro lado, é conveniente salientar a dificuldade de implementar estratégias *model-based* com base apenas nas descrições apresentadas em determinados artigos.

Embora o estudo comparativo realizado tenha focado em FC, é adequado considerar aspectos que podem ser obtidos com outras técnicas concernentes a Sistemas de Recomendação, especialmente para alguns domínios de aplicação. Assim, indica-se que as abordagens analisadas podem ser úteis como parte de uma estratégia de recomendação híbrida mais abrangente, que considere, por exemplo, a popularidade dos itens (Aguiar, Fechine & Costa, 2015), as tendências de avaliação dos usuários/itens (Aguiar, Fechine & Costa, 2018), e uma análise afetiva do contexto social dos usuários (Barragán, Chanchí & Campo, 2020).

Assim como indicado em outro estudo recente dos autores (Aguiar, Fechine & Costa, 2020), a principal justificativa para usar o *IBM Watson Personality Insights*, neste estudo,

consistiu em visar à obtenção de resultados com um serviço que as empresas possam incorporar facilmente ao seu sistema de recomendação. Assim, os autores almejam estimular outros estudos e aplicações a usarem tal serviço (que é um meio facilitador para inferir a personalidade das pessoas e, por conseguinte, incorporá-la em propostas para sistemas reais de recomendação).

Uma limitação associada a isso consiste em o *IBM Watson Personality Insights* ainda não analisar textos em língua portuguesa (os idiomas suportados para a análise de textos, atualmente, são: inglês, espanhol, japonês, coreano e árabe). Ainda é difícil encontrar sistemas que inferem a personalidade de um indivíduo analisando os seus textos escritos em língua portuguesa (Jaques & Nunes, 2019). Todavia, há pesquisas avançando nessa área, a exemplo de Ferreira et al. (2020), que exploraram o uso de processamento de linguagem natural para detectar automaticamente os traços de personalidade do modelo *Big Five* a partir de textos em língua portuguesa.

Considerando-se que, segundo Aguiar, Fachine & Costa (2019), há indícios que os traços do modelo *Big Five* podem influenciar de modo diferente o processo de recomendação, pretende-se, como estudo futuro, expandir este estudo comparativo atribuindo pesos diferentes aos componentes de cada um dos modelos de personalidade empregados. Além disso, é pertinente realizar futuras investigações com outros *datasets* (incluindo outros domínios de aplicação) e com outros focos de avaliação, a exemplo de analisar a novidade e a explicabilidade das recomendações.

Por fim, reforça-se que, com este estudo comparativo, pretende-se contribuir com a área de Sistemas de Recomendação ao apontar os resultados de reavaliar algumas abordagens precursoras — e de avaliar novas abordagens — baseadas na personalidade dos usuários, abrangendo três modelos diferentes de personalidade, sem necessidade de preencher questionários. Ademais, pretende-se, com esta publicação, continuar estimulando outros pesquisadores à realização de estudos referentes a Sistemas de Recomendação baseados em Personalidade.

## Referências

- Aggarwal, C. C. (2016). *Recommender systems* (Vol. 1). Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29659-3>
- Aguiar, J. J. B., Fachine, J. M., & Costa, E. B. (2020). Collaborative Filtering Strategy for Product Recommendation Using Personality Characteristics of Customers. In *Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web* (pp. 157–164). <https://doi.org/10.1145/3428658.3430969>
- Aguiar, J., Fachine, J., & Costa, E. (2015). Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseada na Popularidade dos Objetos e nos Estilos de Aprendizagem dos Alunos. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE)* (Vol. 26, No. 1, p. 1147–1156). <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2015.1147>



- Aguiar, J., Fechine, J., & Costa, E. (2018). Recomendação de Objetos de Aprendizagem utilizando Filtragem Colaborativa baseada em Tendências e em Estilos de Aprendizagem. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE)* (Vol. 29, No. 1, p. 1423–1432). <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2018.1423>
- Aguiar, J., Fechine, J., & Costa, E. (2019). Experimentando a Influência dos Traços de Personalidade do Modelo Big Five na Recomendação de Recursos Educacionais. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE)* (Vol. 30, No. 1, p. 1711–1720). <http://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2019.1711>
- Allport, F. H., & Allport, G. W. (1921). Personality Traits: Their Classification and Measurement. *The Journal of Abnormal Psychology and Social Psychology*, 16(1), 6–40. <https://doi.org/10.1037/h0069790>
- Alves, T., Natálio, J., Henriques-Calado, J., & Gama, S. (2020). Incorporating personality in user interface design: A review. *Personality and Individual Differences*, 155, 109709. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.109709>
- Armstrong, G., Adam, S., Denize, S., & Kotler, P. (2014). *Principles of marketing*. Pearson Australia.
- Barragán, M. S., Chanchí, G. E., & Campo, W. Y. (2020). Sistema de recomendación para contenidos musicales basado en el análisis afectivo del contexto social. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (39), 100-113. <https://doi.org/10.17013/risti.39.100-113>
- Bobadilla, J., Ortega, F., Hernando, A., & Gutiérrez, A. (2013). Recommender systems survey. *Knowledge-based systems*, 46, 109-132. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2013.03.012>
- Boslaugh, S. (2012). *Statistics in a nutshell: A desktop quick reference*. O'Reilly Media, Inc. ISBN: 9781449316822
- Burger, J. M. (2010). *Personality* (Eight Edition). ISBN: 9780495813965
- Chen, L., Wu, W., & He, L. (2016). Personality and recommendation diversity. In *Emotions and Personality in Personalized Services* (pp. 201-225). Springer.
- Costa, P. T., & McCrae, R. R. (1992). Professional manual: revised NEO personality inventory (NEO-PI-R) and NEO five-factor inventory (NEO-FFI). *Odessa, FL: Psychological Assessment Resources*, 61.
- Ferreira, T. B., Buiar, J. A., Fernandes, M. A., Pimentel, A. R., & Oliveira, L. S. (2020). Regras para formação de grupos de colaboração utilizando detecção automática de traços de personalidade. *Brazilian Journal of Computers in Education (Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE)*, 28, 273-296. <https://doi.org/10.5753/rbie.2020.28.0.273>

- Ford, K. (2005). *Brands laid bare: Using market research for evidence-based brand management*. John Wiley & Sons. ISBN: 9780470014387
- Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-61819-5>
- Hu, R., & Pu, P. (2009). Acceptance issues of personality-based recommender systems. In *Proceedings of the third ACM conference on Recommender systems* (pp. 221-224). <https://doi.org/10.1145/1639714.1639753>
- Hu, R., & Pu, P. (2011). Enhancing collaborative filtering systems with personality information. In *Proceedings of the fifth ACM conference on Recommender systems* (pp. 197-204). <https://doi.org/10.1145/2043932.2043969>
- IBM. (2019). *IBM Cloud Docs – Personality Insights*. Retrieved from: <http://cloud.ibm.com/docs/personality-insights>
- Jaques, P. A., & Nunes, M. A. S. N. (2019). Computação afetiva aplicada à educação. In *Informática na Educação: técnicas e tecnologias computacionais*. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Computação. <http://ieducacao.ceie-br.org/computacaoafetiva>
- Nguyen, T. T., Harper, F. M., Terveen, L., & Konstan, J. A. (2018). User personality and user satisfaction with recommender systems. *Information Systems Frontiers*, 20(6), 1173-1189. <https://doi.org/10.1007/s10796-017-9782-y>
- Nunes, M. A. S., & Hu, R. (2012). Personality-based recommender systems: an overview. In *Proceedings of the sixth ACM conference on Recommender systems* (pp. 5-6). <https://doi.org/10.1145/2365952.2365957>
- Patro, S. G. K., Mishra, B. K., Panda, S. K., Kumar, R., & Apoorva, A. (2020). Hybrid Social Recommender Systems for Electronic Commerce: A Review. In *2020 International Conference on Computer Science, Engineering and Applications (ICCSEA)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCSEA49143.2020.9132881>
- Schwartz, H. A., Eichstaedt, J. C., Kern, M. L., Dziurzynski, L., Ramones, S. M., Agrawal, M., Shah, A., Kosinski, M., Stillwell, D., Seligman, M. E. P., & Ungar, L. H. (2013). Personality, gender, and age in the language of social media: The open-vocabulary approach. *PloS one*, 8(9), e73791. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073791>
- Schwartz, S. H. (2007). Basic human values: Theory, measurement, and applications. *Revue française de sociologie*, 47(4), 929.
- Srivastava, A., Bala, P. K., & Kumar, B. (2017). Transfer learning for resolving sparsity problem in recommender systems: human values approach. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 14(3), 323-337. <https://doi.org/10.4301/s1807-17752017000300002>
- Tkalčič, M. (2018). Emotions and personality in recommender systems: tutorial. In *Proceedings of the 12th ACM Conference on Recommender Systems* (pp. 535-536). <https://doi.org/10.1145/3240323.3241619>

- Tkalčič, M., Kunaver, M., Košir, A., & Tasič, J. (2011). Addressing the New User Problem with a Personality Based User Similarity Measure. In *First International Workshop on Decision Making and Recommendation Acceptance Issues in Recommender Systems (DEMRA 2011)* (p. 106).
- Tkalčič, M., Kunaver, M., Tasič, J., & Košir, A. (2009). Personality based user similarity measure for a collaborative recommender system. In *Proceedings of the 5th Workshop on Emotion in Human-Computer Interaction-Real world challenges* (pp. 30-37).
- Valdiviezo-Diaz, P., Ortega, F., Mayor, J., & Pajuelo-Holguera, F. (2020). Optimización del filtrado colaborativo basado en factorización matricial mediante la relevancia de las preferencias de los usuarios. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E28), 465-478.
- Yakhchi, S., Beheshti, A., Ghafari, S. M., & Orgun, M. (2020). Enabling the Analysis of Personality Aspects in Recommender Systems. *arXiv preprint arXiv:2001.04825*.
- Yang, H. C., & Huang, Z. R. (2019). Mining personality traits from social messages for game recommender systems. *Knowledge-Based Systems*, 165, 157-168. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.11.025>
- Zajenkowski, M., Jonason, P. K., Leniarska, M., & Kozakiewicz, Z. (2020). Who complies with the restrictions to reduce the spread of COVID-19?: personality and perceptions of the COVID-19 situation. *Personality and individual differences*, 166, 110199. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2020.110199>

# Estudo da imagem da região turística de Lisboa

João H. da Luz Cerdeira<sup>1</sup> e Adriana Fernandes<sup>2</sup>

[jhca@iscte-iul.pt](mailto:jhca@iscte-iul.pt); [adriana.fernandes@iscte-iul.pt](mailto:adriana.fernandes@iscte-iul.pt)

<sup>1</sup> Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral, Instituto Universitário de Lisboa ISCTE-IUL, 1649-026, Lisboa, Portugal.

<sup>2</sup> Departamento de Ciências e Tecnologias da Informação, Instituto Universitário de Lisboa ISCTE-IUL, 1649-026, Lisboa, Portugal.

DOI: 10.17013/risti.40.89–111

**Resumo:** A indústria turística mundial registou um crescimento anual constante e encontrava-se em franca expansão até março de 2020, quando foi fortemente afetada pela pandemia Covid-19. Acredita-se que para a reinvenção e reforma do setor se terá de investir fortemente na criação e gestão da perceção dos turistas sobre a imagem dos destinos turísticos. Tendo em vista este contexto, o presente estudo objetiva analisar a imagem da região de Lisboa através da utilização de *User Generated Content* (UGC). A metodologia utilizada tem como base de análise três componentes de interações do turista com o destino: imagem Designativa, Estimativa e Prescritiva. Foram utilizados 51 mil *reviews* do ano de 2019, em inglês, contendo opinião de turistas de 131 nacionalidades sobre a região turística de Lisboa. Os resultados revelam que Lisboa tem uma imagem caracterizada por *reviews* positivos e oferecem novos conhecimentos sobre a gestão da imagem do destino.

**Palavras-chave:** User Generated Content; Tourism Destination Image; Smart Tourism; Lisboa

## *Study of the image of the tourist region of Lisbon*

**Abstract:** The tourism industry has consistently been flourishing until 2020 when the Covid-19 pandemic broke. It is believed that the knowledge and analysis of tourism destination images will be a crucial tool for the reform and reinvention of the activity and relaunch of tourism. Through the usage of User Generated Content (UGC) collected from *TripAdvisor*, this study aims to reveal the tourism destination image of Lisbon. To analyze the tourism image, a three-phase method was utilized bearing three distinct tourist interactions with the destination: designative image, appraisive image and prescriptive image. This study compiled 51.000 reviews written in English in 2019, with the opinion of 131 different nationalities about the region of Lisbon. Results recognize Lisbon with having several more positive reviews than negative ones and offer new untapped knowledge to manage the region's tourism.

**Keywords:** User Generated Content; Tourism Destination Image; Smart Tourism; Lisbon

## 1. Introdução

Até março de 2020 a indústria turística tinha registado um crescimento anual constante e encontrava-se em franca expansão (WTTC, 2019). A pandemia Covid-19 fez tremer os alicerces de toda a economia mundial e teve um impacto sem precedentes na indústria turística (Chakraborty & Maity, 2020). Perdas superiores a \$1,2 mil biliões em receitas de exportação turística e de cerca de 120 milhões em trabalhos diretos (Sigala, 2020) levaram os organismos que controlam as decisões no setor turístico a pensar como relançar o setor e atrair os turistas num cenário pós-pandémico.

Sigala (2020) afirma que as tecnologias vão estar no centro das soluções para a reabertura da economia e do turismo após o profundo impacto ao nível estrutural e transformacional na atividade turística causado pela pandemia. A análise de dados e uma correta gestão das informações sobre a perceção dos turistas disponível virtualmente, como é o caso do *User Generated Content* (UGC) (Kaosiri et al., 2017), serão fundamentais na compreensão de como formar uma *Tourist Destination Image* (TDI) e para a reinvenção desta indústria.

O UGC, aliado à informação turística nos meios de comunicação social, é aceite como informação de apoio aos turistas para desenvolver o seu plano de viagem e tomar uma decisão quanto ao destino turístico (Xiang & Gretzel 2010; Kaosiri et al., 2017; Marine-Roig, 2019). Além disso, é considerado um método altamente fiável para a procura de informação segura e instantânea (Yoo & Gretzel 2011; Kaosiri et al. 2017) uma vez que os utilizadores podem procurar informação e interagir com outros com ampla dispersão (Nezakati et al., 2015). O impacto em todo o processo de viagem torna o UGC importante, tanto para os turistas como para as empresas turísticas que podem recorrer-se dessas informações para atrair novos clientes (Kaosiri et al., 2017; Marine-Roig, 2019).

O presente estudo concentra-se na examinação da imagem de uma região turística, por meio da utilização de *User Generated Content* (UGC) sobre diferentes tipos de recursos turísticos (atrações, atividades relacionadas a viagens, hotéis e restaurantes). Para tal, foi necessário atentar-se para a construção desta imagem de uma perspetiva holística, derivando da imagem percebida do turista e da imagem projetada dos agentes e organizações turísticas. Utilizou-se o modelo proposto por Marine-Roig (2019) criado especificamente para analisar a TDI dando uso a conteúdo criado por visitantes.

Considera-se que os resultados, com base nas necessidades, preferências e opiniões dos visitantes, podem ser úteis para melhor compreensão do que mais atrai o turista na região, para que as organizações voltadas para o turismo possam investir os seus recursos de forma mais sustentada, criando assim uma experiência turística de alto valor para o visitante.

## 2. Revisão de Literatura

### 2.1. Imagem de um destino turístico

A soma de convicções, ideias, e impressões que um indivíduo manifesta por um destino, tem sido alvo de estudo pela comunidade científica ao longo das últimas 4 décadas (Crompton, 1979; Ekinci & Hosany, 2006; Marine-Roig, 2017; Shankar, 2018). A TDI

consiste na interpretação subjetiva da realidade feita pelo turista e, não só tem uma influência considerável na intenção de visitar e propensão de regressar/recomendar um destino, como tem ainda um papel fundamental na evolução do próprio destino (Chon, 1990; Gretzel & Yoo, 2008; Marine-Roig, 2017).

De uma forma geral a TDI é considerada uma construção dialética onde a imagem projetada (*projected*) – representada pela imagem criada por agentes e organizações turísticas sobre determinado destino – e a imagem percebida (*perceived*) – subjetiva e contextual, criada por cada indivíduo sobre um destino turístico – se influenciam mutuamente num fluxo constante (Marine-Roig, 2015), ou seja, uma está constantemente a depender da outra. A TDI criada por um indivíduo retrata a sua perceção e interação com a imagem projetada, o seu contexto individual (contexto social, variáveis demográficas, estereótipos, identidade, entre outros) e a sua experiência e relação com outras fontes de construção de informação (Marine-Roig, 2015), como os conteúdos de viagem criados na *internet*.

No intuito de decifrar a imagem de um destino turístico, por meio da utilização de recursos como o conteúdo criado por turistas, a comunidade científica tem recorrido a diferentes plataformas digitais. Nomeadamente, a análise de fóruns de conteúdo de viagens (Tamajón & Valiente, 2017; Gkritzali et al., 2018), *tweets* (Jabreel et al., 2017), *Facebook posts* (Lalicic et al., 2019), *photo posts* (Agustí, 2018; Deng et al., 2019) e *blogs* de viagens (Choi et al., 2007; Marine-Roig, 2010). Embora a grande maioria dos estudos existentes se centrem neste último, a verdade é que esse tipo de recurso está a tornar-se cada vez menos utilizado pelos turistas. Em contrapartida, o foco das pesquisas tem-se deslocado para plataformas digitais como o *TripAdvisor* (Gretzel & Yoo, 2008; Kladou & Mavragani, 2015; Marine-Roig, 2017; Marine-Roig, 2019), devido ao crescimento exponencial das avaliações e comentários de viagens feitos *online* (*Online Travel Reviews* - OTRs) (Marine-Roig, 2019).

O estudo da imagem de um destino foi realizado por diferentes autores e cada um deles avalia a imagem de um destino por meio de um conjunto de diferentes componentes (Apostolopoulou & Papadimitriou, 2015; Baloglu & McCleary, 1999; Kladou & Mavragani, 2015; Shankar, 2018), sendo a grande maioria dos estudos guiados por modelos herdados da psicologia (Prayag et al., 2017; Marine-Roig, 2019).

Neste estudo utilizou-se o modelo proposto recentemente por Marine-Roig (2019), criado especificamente para analisar a TDI utilizando conteúdo criado por turistas, correspondendo assim ao objetivo deste estudo. Este modelo divide a interação entre o turista e o ambiente em três áreas: conhecer algo (Cognitivo/designativo); sentir algo (Afetivo/estimativo) e fazer algo em relação a isso (Conativo/prescritivo) (Marine-Roig, 2019).

A componente designativa diz respeito aos elementos físicos e temporais da imagem e responde sucintamente às questões “O quê?”, “Onde?” e “Quando?” (Baloglu & McCleary, 1999; Martín & Bosque, 2008; Marine-Roig, 2019). Já a componente estimativa, por sua vez, incorpora a avaliação e preferência do indivíduo e relaciona por isso a resposta aos seus sentimentos, valor e significado atribuído à imagem (Pocock & Hudson, 2000; Kladou & Mavragani, 2015; Marine-Roig, 2019). E por fim a componente prescritiva, incluída recentemente em estudos sobre a imagem de um destino, corresponde à reação dos visitantes perante a imagem realizada de um destino. Neste estudo é medida como

o comportamento que sugere possível recomendação e/ou futura re-visita (Martín & Bosque, 2008; Kladou & Mavragani, 2015; Shankar, 2018; Marine-Roig, 2019).

## **2.2. User Generated Content**

Uma das principais fontes de informação para o setor do turismo (Buhalis & Amaranggana, 2014) encontra-se na enorme quantidade de conteúdo criado por utilizadores (UGC) nos vários canais das mídias sociais (*social media*). Para o turista, o UGC é aceite como informação de apoio para desenvolverem os seus planos de viagem e auxiliá-los na tomada de decisão de viagem (Xiang & Gretzel 2010). Além disso, é considerado um método altamente confiável para obtenção de informação instantânea (Gretzel & Yoo, 2008; Yoo et al., 2009), uma vez que os utilizadores podem procurar informações e interagir com outras pessoas com ampla dispersão (Nezakati et al., 2015; Kaosiri et al., 2017).

Tendo em conta a importância deste conteúdo para os visitantes, as organizações e agentes do turismo devem ser capazes de recolher esta enorme quantidade de dados (*Big Data*) e aplicar técnicas de análise para promover o aumento da eficiência operacional, a inovação dos serviços, a dinamização dos modelos de negócio e a melhoria da experiência turística para os visitantes (Gretzel & Yoo, 2008; Buhalis & Amaranggana, 2014; Marine-Roig, 2019).

As *online travel reviews* - OTR's, e classificações de produtos, serviços e empreendimentos representam a fonte mais prevalente e acessível de UGC no turismo (Gretzel & Yoo, 2008). De acordo com Kaosiri et al. (2017) os comentários de utilizadores servem dois propósitos funcionando, simultaneamente, com um carácter informador, na medida em que providenciam informação na óptica do utilizador de um produto, e ainda como método de recomendação, ao fornecer uma plataforma que permite aos consumidores expressarem o seu grau de recomendação ou contentamento com um produto, estabelecimento, serviço, ou mesmo destino, sob a forma de *electronic word of mouth* (eWOM). Segundo Marine-Roig (2019) essa fonte de informação pode ser considerada o principal atributo de um destino, ultrapassando a crença anterior de que eram as atrações de um destino que constituíam o elemento decisivo na motivação de visita por parte dos turistas.

## **3. Metodologia e Região de estudo**

### **3.1. Região de estudo**

Segundo os dados fornecidos por World Travel & Tourism Council (WTTC, 2019) a contribuição total em 2018 do sector turístico para o produto interno bruto (PIB) português foi de 19,1%, ou seja, quase um quinto do PIB do país. O impacto causado por chegadas internacionais foi de 20,6 mil milhões de euros, ou cerca de 23,1% das exportações do país. A mesma organização estima que a indústria turística é ainda responsável por cerca de 21,8% da empregabilidade total de Portugal.

Lisboa por si só foi, em 2018, responsável por mais de 1/4 de todas as dormidas nacionais (25,9%) e quase 1/3 da totalidade de hóspedes (29,9%). Quando isolamos o *outbound tourism* (turismo internacional), a região foi responsável por 36% da totalidade de hóspedes e quase 29% das dormidas (INE, 2018). Lisboa assume-se como uma ferramenta

de combate à sazonalidade turística nacional uma vez que cerca de dois terços das dormidas em Lisboa ocorre entre os meses de Setembro e Junho, fora do período sazonal, e possui uma vulnerabilidade turística inferior à do resto do país (Nunes, 2017; Silva, et al. 2018).

A entidade responsável pelo turismo da região de Lisboa (Associação Turismo de Lisboa), divide a região por 5 centralidades (zonas), Lisboa, Sintra, Cascais, Arco do Tejo e Arrábida, as quais vão ser estudadas ao longo do artigo de forma isolada e em grupo.

### 3.2. Descrição geral

Para revelar a imagem turística de Lisboa, foi seguida a metodologia proposta por Marine-Roig & Clavé (2015). São por isso segmentadas as 4 etapas fulcrais que antecedem os resultados do estudo, sendo: Seleção dos websites e plataformas a utilizar; Recolha de dados e construção de base de dados primária; Fase pré-processamento, que vai englobar toda a filtragem, gestão e organização dos dados e vai resultar na construção de uma segunda base de dados (*corpus*); e Fase analítica, onde vão ser utilizados métodos quantitativos que vão potenciar o objetivo principal do estudo.

### 3.3. Seleção da plataforma

A plataforma escolhida para o estudo foi o *TripAdvisor*, considerada a plataforma de maior visibilidade, popularidade e tamanho (Baka, 2016; Marine-Roig, 2017;2019) do setor de viagens e turismo. Criada em 2000, está presente em 49 países e em 28 idiomas, tem cerca de 460 milhões de visitantes mensais e mais de 830 milhões de avaliações e opiniões sobre a indústria turística mundial (*TripAdvisor LLC*, 2017).

As OTRs do *TripAdvisor* estão organizadas consoante a sua natureza e localização. Neste estudo foram consideradas OTRs de Restaurantes, Atividades e Alojamentos. O *TripAdvisor* engloba ainda outras naturezas que, por não serem fontes de OTRs (*Airlines*, *Rent a car*, fóruns de pergunta e resposta) não foram considerados neste estudo.

### 3.4. Recolha de dados e construção de base de dados primária

Para extração de dados (*data scrapping*) foi utilizada a ferramenta *R software*, que permite a pré-filtragem do que é extraído. Como tal todo o conteúdo não criado pelo utilizador não é considerado, e seu *download* não é realizado.

Para construção da base de dados primária, com todos os URLs (*Uniform Resource Locator* - Endereço de rede) que continham *reviews* da região de estudo foi utilizado o pacote *RCrawler*. Todas as páginas do *TripAdvisor* têm o seu propósito indicado no URL no seguimento do domínio (“[www.TripAdvisor.com](http://www.TripAdvisor.com)”). As páginas que contém OTRs apresentam sempre o código “*ShowUserReviews*” que constituiu o filtro final para agregar todas as páginas com OTRs de todas as localizações através das ferramentas *linkextractor* e *rcrawler*.

Durante a construção da base de dados primária a região de estudo foi dividida por centralidade e microcentralidade e os dados foram processados de acordo com a região correspondente no *TripAdvisor*. Só foram consideradas localizações com número de OTRs superior a 100. Foram criados 3 vetores de listas de URLs de OTRs para cada natureza (OTRs de Restaurantes, de Alojamentos e de Atividades).



### 3.5. Pré-processamento

Pela sua natureza, o *TripAdvisor* agrega resultados de localizações não só da região em específico como também possui um algoritmo para dispor os resultados que a plataforma considera “perto” ou “sugestivos” ou ainda páginas promovidas. Assim, paralelamente à formação da base de dados primária foram eliminadas possíveis duplicações de URLs e feita uma correspondência exata da localização a considerar.

Para cada uma das naturezas descritas no ponto anterior foi feita nova pré filtragem para respeitar a metodologia proposta. Neste sentido, foram criados 3 parâmetros de filtragem, sendo:

1. Data: A amostra foi filtrada para devolver apenas *reviews* de 2019;
2. Linguagem: Por ser a língua estrangeira mais frequente da plataforma, apenas OTRs em inglês foram consideradas;
3. Tamanho: Para harmonizar a análise quantitativa as amostras foram reduzidas a um número comum às 3 naturezas. 17.000 *reviews* de cada natureza foram considerados.

Na fase de *data scrape* da página *web* foram consideradas três fontes de conteúdo relevante para o estudo em cada um dos resultados da base de dados primária:

- *HTML<sup>1</sup> metadata*: consiste na informação de uma *webpage* a ser lida pelo *browser*. A *metadata* de cada URL da base de dados primária, no *TripAdvisor* contém o título da *review* (inclui localização e título escrito); o *coding* da página (protocolo *http*<sup>2</sup>, tipo *html*) e a linguagem da página. O próprio URL, que faz parte da *metadata*, revela também o código interno da localização; o código interno do alojamento, restaurante ou atividade; o código único da OTR; o nome interno do alojamento, restaurante ou atividade; a localização e o nome da região em que se enquadra.
- *Corpo de Texto*: a parte mais importante da OTR. Trata-se da componente escrita pelo visitante, a sua opinião e experiência expressa no título e comentário.
- *Elementos paratextuais*: Todos os elementos que, não fazendo parte do corpo de texto, são considerados para análise da imagem de um destino turístico. Nomeadamente a classificação dada; a localização do alojamento, restaurante ou atividade; a data da *review*; a linguagem ou os dados sociodemográficos do *reviewer*.

Foi feito um *webscrapping* dos elementos acima mencionados utilizando o pacote *rvest* e criada uma base de dados secundária, denominada *corpus* que constituiu uma tabela com os seguintes elementos: URL; nacionalidade e localidade do *reviewer* (quando possível); classificação da *review*; data da OTR; nome do recurso; categoria do recurso (para restaurantes e atividades); classificação geral do recurso (para alojamentos); localização do recurso; linguagem; título e corpo de texto.

<sup>1</sup> HTML (HyperText Markup Language) – linguagem de marcação utilizado nas páginas *web*

<sup>2</sup> HTTP (Hypertext Transfer Protocol) – protocolo seguido pelos servidores na comunicação *www*

Tal como sugerido por Welbers, et al. (2017) os elementos textuais da base de dados (Título e Corpo de Texto) foram ainda preparados para uma posterior análise quantitativa fundamentada no uso do pacote *quanteda*.

Foram realizadas operações de *string* (*String* é uma sequência de caracteres que representam texto) para retirar todo o conteúdo genérico que pudesse aparecer (ex. “*Este texto foi traduzido pelo Google*”); remover todo o *whitespace* (espaço que facilita a leitura como parágrafos ou avançamentos de texto); padronizar todas as palavras em minúsculas para que não houvessem erros de contagens; fazer um *stemming* do texto (*Stemming* é uma técnica que reduz as palavras a uma forma comum a todas as terminações morfológicas e sufixos); e remover todas as *stopwords* (conjunto de palavras que são apenas conectores ou separadores de palavras e pontuação). Por fim foi realizado o *Tokenization* dos dados – processo de separar o texto em *tokens* ou elementos individuais. Estes elementos são palavras simples ou palavras compostas tais como “*long-term*”.

### 3.6. Fase Analítica

Inicialmente foi criada uma tabela de frequências de todos os *tokens* através do pacote *quanteda*, nomeadamente a função *DTM* (*Document term matrix*), que produz uma matriz na qual as linhas são elementos, as colunas são termos e as células indicam o número de repetições por documento.

Sequencialmente, na análise estatística quantitativa, as palavras mais vezes repetidas foram consideradas. Estas foram categorizadas de forma exaustiva, mutuamente exclusiva e independente (Stepchenkova, 2012). As 5 categorias criadas, num momento *a priori*, de acordo com o modelo proposto por Marine-Roig (2019), foram:

1. Atrações, Estruturas e Serviços:  
Foi efetuado uma análise quantitativa aos *reviews* e menções dos estabelecimentos e categorias em que se inserem, uma vez que, um maior número de OTRs num local indica uma maior popularidade desse estabelecimento ou atração/atividade dentro do panorama da região. Para esta categoria foi utilizado um método dedutivo de contagem relativa e absoluta dos termos únicos textuais das OTRs (Welbers, et al., 2017).
2. Dimensão Espaciotemporal:  
Os recursos do *TripAdvisor* permitem recolher o local da atração, serviço, estabelecimento ou atividade que está a ser comentado. É por isso possível ver a sazonalidade das *reviews* por microcentralidade, natureza ou geral, e perceber ainda a evolução da eWOM que certas regiões tiveram ao longo do período de estudo ou quais regiões estão a ter um maior influxo de comentários ao longo do tempo.
3. Dimensão Avaliativa:  
Todas as OTRs da plataforma *TripAdvisor* têm uma classificação entre “Terrível” e “Excelente” numa escala de 1 a 5, respetivamente. De acordo com o modelo proposto por Marine-Roig (2019) a análise irá utilizar dois tipos de métricas diferentes:

- *Score* médio: São consideradas avaliações positivas (*score* +) as avaliações de “excelente” (5) e “muito bom” (4) e avaliações negativas (*score* -) as avaliações “Fraco” (2) e “Terrível” (1). As avaliações de *score* médio (3) não alteram a escala. É analisada em valor percentual face à amostra.
- Média ponderada: a segunda métrica constitui uma média ponderada através da conversão das avaliações numa escala de 10 valores em que: “Excelente” = 10; “Muito bom” = 7,5; “Médio” = 5; “Fraco” = 2,5; “Terrível” = 0.

#### 4. Dimensão afetiva:

A análise de sentimentos tenta deduzir o sentimento de uma *review* com base nas palavras e expressões que são utilizadas para descrever uma experiência. Classifica-se por isso como um mecanismo de avaliação dedutiva uma vez que a polaridade de uma palavra é ditada por um conjunto de regras pré-concebidas (Welbers, et al., 2017).

Para a análise de sentimentos foi utilizada a ferramenta *sentimentr* que, através da utilização de dicionários integrados no pacote, interpreta as frases do *corpus*, equacionando expressões que mudem a polaridade geral de uma frase, intensificando o seu significado ou alterando-o. Na língua inglesa, estas expressões são denominadas de *valence shifters*, e incluem, *negators*, *amplifiers* (*intensifiers*), *de-amplifiers* (*downtoners*), *adversative conjunctions* entre outros (Rinker, 2019).

Para um cálculo mais real da análise de sentimentos, foi utilizado uma ferramenta para ponderação das médias denominado *average\_weighted\_mixed\_sentiment*. Esta função é aconselhada na análise de textos com várias frases curtas de carácter opinativo. Nestas condições é frequente assistir a um conjunto de frases positivas ou neutras precederem uma frase negativa no sentido de a atenuar. A fórmula equaciona esta possibilidade atribuindo um peso ligeiramente superior às frases negativas e baixando o peso das frases neutras (Rinker, 2019).

#### 5. Dimensão de atitude e comportamento:

Tal como na Dimensão Afetiva (4) para analisar o grau de recomendação de uma *review* foi utilizado o pacote *quanteda* e *sentimentr*. Ao contrário da dimensão anterior foi criado um dicionário próprio para a análise, que contém listagens de *tokens* sugestivos de recomendações positivas (*do not miss*, *don't miss*, *worth a visit*, etc.) e negativas (*avoid*, *be careful*, *beware*, etc.). O dicionário utilizado surgiu da adaptação do proposto por Marine-Roig & Ferrer-Rosell (2018). A palavra “*recommend*” e derivados como “*recommended*” e “*recommendation*” foram analisadas isoladamente e cruzadas com a polaridade da frase dada pela ferramenta *sentimentr* para haver um escrutínio mais rigoroso da intenção de recomendação ou não, através da polaridade da frase.

## 4. Resultados

### 4.1. Amostra

Ao todo foram considerados 51.000 *reviews*, com uma distribuição em pelo menos 131 nacionalidades sendo que os 10 países mais intervenientes são, respetivamente:

Estados Unidos (9726); Reino Unido (8663); Portugal (2715); Canadá (1978); Irlanda (1363); Austrália (1246); Singapura (834); Países Baixos (819); Alemanha (819) e Espanha (567).

Os comentários em si refletem uma predominância nas palavras relacionadas com alojamento (Tabela 1) sendo que *hotel* (24129), *room* (21777) e *stay* (14928) encontram-se, respetivamente no *rank* 1, 3 e 9 das palavras mais mencionadas. Os comentários refletem maioritariamente palavras com entoação positiva, *great* (22323), *good* (19670), *friend*(ly) (13109), *nice* (13043), *love* (11462).

Keyword			Contagem			Keyword			Contagem		
Palavras únicas: 55,084	Total palavras: 3,981 milhões	%		Palavras únicas: 55,084	Total palavras: 3,981 milhões	%					
1	hotel	24129	0,606%	11	restaur	14572	0,366%				
2	great	22323	0,561%	12	recommend	14104	0,354%				
3	room	21777	0,547%	13	friend	13109	0,329%				
4	good	19670	0,494%	14	nice	13043	0,328%				
5	lisbon	17792	0,447%	15	time	12026	0,302%				
6	food	17209	0,432%	16	one	11467	0,288%				
7	staff	16745	0,421%	17	love	11462	0,288%				
8	place	15661	0,393%	18	servic	11338	0,285%				
9	stay	14928	0,375%	19	tour	11193	0,281%				
10	us	14851	0,373%	20	day	11013	0,277%				

Tabela 1 – Top 20 keywords dos comentários das OTRs

## 4.2. Imagem Designativa

Quanto às OTRs da natureza das Atividades, no Top 10 constam apenas atividades da microcentralidade Lisboa, referente a locais e monumentos da cidade (Tabela 2). Entretanto, foram também referenciadas duas empresas de fornecimento de *tours*, a *Discover Lisbon* (466) e *Withlocals* (321) e o serviço de transporte público *Tram 28* (534) como atividades a realizar na localidade. A atração *Time Out Market Lisboa* foi a mais comentada da amostra.

Nome da Atividade	Localização	Contagem	Tipo de Atividade / Produto
Time Out Market Lisboa	Lisbon	947	Cooking Classes, Points of Interest and Landmarks
Castelo de S. Jorge	Lisbon	650	Historic Sites, Castles
Torre de Belem	Lisbon	610	Points of Interest and Landmarks
Tram 28	Lisbon	534	Tramways
Mosteiro dos Jeronimos	Lisbon	498	Historic Sites, Architectural Buildings, Sacred and Religious Sites

Nome da Atividade	Localização	Contagem	Tipo de Atividade / Produto
Discover Lisbon	Lisbon	466	Walking Tours, City Tours, Night Tours, Bar, Club and Pub Tours, Sightseeing Tours More
Oceanario de Lisboa	Lisbon	459	Aquariums
Alfama	Lisbon	445	Neighborhoods
Praca do Comercio (Terreiro do Paco)	Lisbon	338	Points of Interest and Landmarks
Withlocals	Lisbon	321	Food Tours, Wine Tours and Tastings, Private Tours, City Tours, Sightseeing Tours More

Tabela 2 – Atividades mais comentadas em OTRs

Foram contabilizados 278 tipos de atividades diferentes na região. É importante realçar que cada recurso desta natureza no *TripAdvisor* tem associada, geralmente, múltiplos tipos de atividade. Espantosamente, na análise realizada, o tipo mais comum de atividade citada pelos visitantes são os *tours*, cujas variedades somam 12 dos 20 tipos de atividades mais comuns. Dentro do mesmo Top 20 incluem-se ainda atividades relacionadas com monumentos e património e atividades relacionadas com gastronomia e bares.

No que diz respeito aos restaurantes, 18 dos 20 mais mencionados estão localizados na centralidade de Lisboa, sendo os dois restantes na localidade Sintra. Sem grande surpresa os restaurantes com gastronomia *European* (9895), *Mediterranean* (9187) e *portuguese* (5706) completam as três categorias mais comentadas pelos utilizadores da plataforma (Tabela 3).

Região	País			Culinária				
European	9895	21,0%	Portuguese	5706	12,1%	Seafood	3194	6,8%
Mediterranean	9187	19,5%	Italian	1284	2,7%	Vegetarian	2509	5,3%
International	2150	4,6%	Indian	1241	2,6%	Contemporary	1135	2,4%
Asian	911	1,9%	American	504	1,1%	Healthy	894	1,9%
Middle Eastern	141	0,3%	Nepali	429	0,9%	Vegan	781	1,7%

Tabela 3 – Tipo de Restaurantes mais populares nas OTRs

Quanto aos OTRs referentes à natureza Alojamento todos os alojamentos do Top 20 são localizados em Lisboa. A totalidade da Amostra da natureza de Alojamentos tem 1066 alojamentos dos quais quase 50% tem classificação igual ou superior a 4,5 pontos no *TripAdvisor*. A média de classificação do *TripAdvisor* para esta natureza é de 4,05 pontos.

A amostra recolhida revela que os trimestres com maior incidência de *reviews* são o terceiro (15.937) e o segundo (14.313) que corresponde ao período entre abril e setembro, inclusivamente, com julho, outubro e setembro a serem os meses com maior afluência de OTRs, respectivamente. A região de estudo tem 58 localizações do *TripAdvisor* afetas.

Destas, a amostra aleatória recolheu OTRs de 54, com as seguintes localizações a não estarem representadas na amostra: Póvoa de Sta. Iria; Pegões; Samouco e Cajados. A metrópole, Lisboa, detém a grande maioria dos *reviews* sendo responsável por 67% de todos os comentários de restaurantes, e 86% de alojamentos e atividades.

### 4.3. Imagem Estimativa

A Tabela 4 revela a dimensão avaliativa da amostra. Regra geral, as classificações das naturezas são bastante positivas, especialmente no que diz respeito às OTRs das Atividades e dos Restaurantes.

Ao analisar a amostra foi possível constatar que embora a média ponderada e o *score* das atividades seja, no geral, a mais elevada da amostra, o *Top 5* de atividades mais comentadas não seguiram a tendência das restantes ao apresentar classificações abaixo da média (*Time out market*, *Castelo são Jorge*, *Torre de Belem*, *Tram 28* e *Mosteiro dos Jerónimos*, respectivamente), especialmente o recurso *Tram 28*, que apresenta uma média ponderada de apenas 7,36 e um *score* negativo superior a 11%.

	Score +	Neutro	Score -	% Score +	% Score -	Média Ponderada
<i>Restaurantes</i>	15115	752	1133	88,91%	6,66%	8,82
<i>Alojamentos</i>	14580	1244	1176	85,76%	6,92%	8,52
<i>Atividades</i>	15191	1072	737	89,36%	4,34%	8,84

Tabela 4 – Avaliação por natureza da amostra

A Tabela 5 representa a análise sentimental descrita em 3.6 por centralidade. É possível constatar que os comentários têm frases geralmente positivas, com destaque para a centralidade de Lisboa que tem a pontuação mais elevada de *sentimentr* geral (0,234). De realçar ainda que, embora tenha uma contagem de palavras relativamente reduzida, a centralidade do Arco do Tejo apresenta valores negativos na análise sentimental aos comentários relativos a Alojamentos e Atividades, representando as únicas médias negativas da amostra.

Centralidade	Natureza	Contagem palavras	Sentimentr	Sentimentr agregado
<i>Arco do Tejo</i>	Atividades	1436	-0,074	0,162
	Alojamentos	1129	-0,204	
	Restaurantes	7323	0,225	
<i>Arrábida</i>	Atividades	20131	0,283	0,230
	Alojamentos	25225	0,220	
	Restaurantes	41654	0,212	
<i>Cascais</i>	Atividades	48437	0,246	0,216
	Alojamentos	138191	0,201	
	Restaurantes	184336	0,219	

Centralidade	Natureza	Contagem palavras	Sentimentr	Sentimentr agregado
Lisboa	Atividades	975942	0,222	0,234
	Alojamentos	1522263	0,211	
	Restaurantes	695365	0,290	
Sintra	Atividades	101846	0,141	0,186
	Alojamentos	103958	0,187	
	Restaurantes	109258	0,219	

Tabela 5 – Valor de Sentimentr por centralidade e natureza

A ferramenta *Sentimentr* contabilizou, no geral, um total de 290.885 frases, das quais 210.119 têm uma polaridade positiva, 44.039 tiveram uma atribuição de score ou carácter neutro, e 36.727 têm uma polaridade negativa. Os restaurantes registam a melhor percentagem de frases com polaridade positiva, e, sem surpresa, são também a natureza que apresenta melhor índice de análise sentimental (Tabela 6).

	Frases positivas	%	Frases negativas	%	Sentimentr
<i>Restaurantes</i>	62 910	74%	9499	11%	0,2671
<i>Alojamentos</i>	88 828	71%	17635	14%	0,2086
<i>Atividades</i>	58 381	72%	9593	12%	0,2173

Tabela 6 – Análise Sentimentos por natureza

#### 4.4. Imagem Prescritiva

Quanto à imagem prescritiva, que tem em consideração a possível recomendação e/ou futura re-visita de um destino turístico, foram contabilizadas um número de recomendações positivas muito superior às recomendações negativas. Na totalidade, quase 4% do total de frases da amostra contém recomendações positivas, e menos de 0,3% das frases tem recomendações negativas o que favorece a recomendação positiva. Quando analisamos ao nível das *reviews*, 1 em cada 5 (20,8%) contém recomendações positivas, contrastando com a percentagem de recomendações negativas de 1,4% (Tabela 7).

	Recomendações positivas	Recomendações negativas
Contagem	11217	844
% relativa ao n° frases	3,825%	0,274%
% relativa ao n° reviews	20,820%	1,424%

Tabela 7 – Análise prescritiva absoluta

Quanto à imagem prescritiva por natureza, tal como na imagem estimativa os restaurantes têm o melhor rácio de recomendações positivas por frase (5,037%) e por

*review* (22,518%) assim como têm o mais elevado número absoluto de recomendações positivas por *review* e total (Tabela 8).

	Restaurantes		Alojamentos		Atividades	
	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
Contagem	4099	300	3476	305	3642	239
% frases	5,037%%	0,353%	4,279%	0,357%%	4,470%	0,275%
% reviews	22,518%%	1,500%	19,565%%	1,582%%	20,382%%	1,188%%

Tabela 8 – Análise prescritiva por natureza

## 5. Discussão e Conclusões

A pandemia Covid-19 teve um impacto sem precedentes no setor turístico em Portugal, sendo responsável por perdas elevadas de receita e inúmeros postos de trabalho. Torna-se por isso indispensável que o país reaja e aplique recursos para melhorar a sua imagem e atratividade de forma sustentável, e que projete a reforma do setor, responsável por quase 1/3 do PIB nacional. Sigala (2020) afirma que o conhecimento e gestão de uma TDI vai ser essencial nas fases de resposta e recuperação à pandemia. Nesse sentido o presente estudo teve como objetivo revelar qual a imagem da região de Lisboa através da utilização de UGC.

Para concretizar este estudo foram analisados 51.000 OTRs da plataforma *TripAdvisor*, escritos na língua inglesa no ano de 2019, por mais de 130 nacionalidades. Para harmonizar a análise estatística foram recolhidos valores iguais de cada uma das naturezas dos recursos da plataforma (Atividades, Alojamentos e Restaurantes). O modelo de análise foi baseado no extenso trabalho de Marine-Roig, investigadora da universidade de Lleida na Catalunha e descrito no capítulo “Metodologia e Região de estudo”.

Considerando o objetivo geral deste estudo pode dizer-se que, na generalidade, a imagem turística da região de Lisboa de 2019 é bastante positiva em todas as naturezas e, especialmente, no que diz respeito aos restaurantes. As recomendações positivas são muito mais frequentes que as negativas.

Existe na imagem da região turística de Lisboa uma predominância no número de *reviews* na metrópole. Ao todo a centralidade de Lisboa detém 80% dos OTRs da Amostra, com as centralidades Cascais (10%), Sintra (8%), Arrábida (2%) e Arco do Tejo (0,3%) a seguirem-se.

No que diz respeito às Atividades, a Amostra conclui que, embora apresentem o melhor *score* (89,36% positivo) e resultado da média ponderada (8,84/10), têm o segundo melhor índice de *Sentimentr* (0,22) e não são a natureza com melhor índice de recomendação. Esta análise parece revelar que não existe uma relação direta clara entre estes elementos da imagem e demonstra ainda que, embora a satisfação com esta natureza é a mais evidente através da pontuação dada, a intensidade dos comentários parece ter uma polaridade inferior à das restantes naturezas. Da mesma forma, a natureza parece ter menos capacidade de cativar a lealdade dos visitantes que os restaurantes, e menos expressões de recomendação positiva são usadas. É também importante realçar



a prevalência dos *tours* na imagem designativa da Amostra, não só pelo número de comentários que lhe são afetos como também por serem o tipo de atividade mais comum e por parecerem ser o tipo de atividade que melhor pontua na imagem estimativa. É relevante por isso realçar o papel que as atividades desta natureza têm na ótica do visitante da região. As atividades mais populares parecem manifestar *scores* positivos e médias ponderadas abaixo da média, com todo o *top5* de recursos mais visitados a respeitar esta tendência.

A natureza dos Alojamentos é a natureza com maior volume de frases nas suas OTRs (125,221), o que indica que os visitantes parecem escrever maiores *reviews* nesta categoria. A imagem designativa demonstra a importância que o pequeno-almoço tem nestes estabelecimentos com a palavra *breakfast* a ser a quinta mais mencionada nos comentários (10,163). Embora tenham maiores comentários, o índice de recomendação (4,279% das frases) o valor de *sentimentr* (0,209), e a média ponderada (8,52/10) são os mais baixos da amostra, o que parece revelar que os comentários têm uma polaridade menos intensa face ao resto da amostra e são, provavelmente, na sua maioria, descritivos. Os 1066 alojamentos da amostra têm uma classificação do *tripadvisor* elevada com quase 50% (49,43%) a registar um valor igual ou superior a 4,5. A média em 2019 parece aumentar face à geral uma vez que se registou um aumento na média de classificação dada nos *reviews* (4,437 vs. 4,5). Comparativamente à classificação geral dos alojamentos, a amostra de 2019 apresenta 72,60% de classificações dadas pelos *reviewers* iguais ou superiores a 4,5, o que pode levar a um aumento da classificação geral.

Os Restaurantes são a natureza com maior dispersão de comentários por centralidade, com Lisboa a assumir 67,1%. Têm também a segunda melhor média ponderada, muito próxima das atividades (8,82/10), o melhor índice de recomendação (4,8% das frases e 22,5% das *reviews*) e a melhor classificação de *sentimentr* (0,27). A imagem designativa demonstra a importância do serviço nesta categoria com as palavras *friend(ly)* (4,934) e *staff* (4301) a serem mencionadas no *top10* e ainda o destaque para a palavra *wine* (4572) que parece ter também uma elevada importância nesta natureza. A gastronomia portuguesa tem um destaque na natureza (12%) e, olhando para a região do tipo de cozinha, sem surpresa, a região *european* (21%) e *mediterranean* (19,5%) são as mais representadas. No que diz respeito à culinária, parece haver uma clara predominância no número de *reviews* de restaurantes com opções de culinária de dieta e saudável, com os restaurantes com opções vegetarianas (5,3%), comida saudável (1,9%), opções *vegans* (1,7%) e *glúten free* (1,5%) a ocupar 4 dos 6 lugares cimeiros no *top6* de culinárias. A culinária *seafood* é a mais mencionada em *reviews*.

No que diz respeito às centralidades, a metrópole, Lisboa, detém a melhor marca de imagem prescritiva (21,24% de *reviews* com recomendações positivas), a melhor média ponderada de classificação (9,02), e o melhor valor de *sentimentr* (0,234). É seguro por isso dizer que a região é largamente dependente da sua metrópole na sua eWOM e, por conseguinte, constitui o elemento âncora da imagem turística da região. As centralidades apresentam níveis de recomendação muito semelhantes, que oscilam entre 3% (Arco do Tejo) e 4% (Lisboa) das frases. Em relação às *reviews*, Lisboa apresenta 21,24% das *reviews* com recomendações positivas e apenas 1,39% com *reviews* negativas. No que diz respeito à análise do sentimento, Lisboa apresenta o valor mais elevado (0,234) com o Arco do Tejo a apresentar o lado oposto (0,162). De realçar ainda que o Arco

do Tejo apresenta os únicos dois elementos negativos da amostra com as atividades e os alojamentos nesta centralidade a ter uma análise *sentimentr* de -0,07 e -0,20 respetivamente.

A amostra não parece apresentar uma sazonalidade muito elevada, visto que apresenta valores acima da média de *reviews* por mês (4250) entre abril e outubro, inclusive. Parece haver por isso um equilíbrio na criação de *Tourism Generated Content* (TGC) ao longo do ano com apenas o primeiro trimestre do ano a registar um valor inferior a 10,000 *reviews*.

O conhecimento desta imagem é essencial uma vez que permite combater a subjetividade da mesma dado o volume, variedade, velocidade, veracidade e valor que caracterizam o *big data*. O estudo do conteúdo criado por visitantes permite adaptações em tempo real por parte dos organismos regentes do turismo, gestores hoteleiros, turísticos, de museus ou de empreendimentos que dependam ou contem com a atividade, bem como o alargamento do conhecimento do seu mercado, da sua concorrência, e da sua própria atividade e evolução.

A imagem projetada por parte dos organismos turísticos, ou fontes inferidas, deve ter em consideração o presente estudo. Um futuro estudo por parte do Turismo de Portugal deve procurar cruzar a imagem conseguida em 2019 com o plano estratégico proposto para 2015 a 2019 (Turismo de Lisboa, n.d.). A organização pode medir a eficiência do seu plano e cruzar as medidas de desenvolvimento propostas por centralidade e geral com a eWOM na mesma. Também com o conhecimento criado pela exploração da imagem, um futuro estudo deve tentar perceber o que se passa com o *top5* de atividades mais mencionadas uma vez que as mesmas apresentam *scores* médios muito abaixo da média da amostra seguindo a metodologia proposta em Marine-Roig & Clavé (2015).

Como sugestão para futuros investigadores parte ainda o desafio de relacionar os resultados aqui projetados com a realidade estatística da região em 2019. Um estudo com o intuito de cruzar dados reais com a imagem aqui produzida permitirá perceber o nível de relação entre as variáveis e explorar mais a fundo o grau de dependência entre a eWOM e a chegada/dormida de visitantes ou receitas. Parece ainda evidente que, na evolução do turismo nacional para uma *smart destination*, devem ser realizados estudos da imagem turística nas restantes regiões do país. O conhecimento criado por estes estudos torna-se indispensável nas regiões com maior preponderância turística como o Algarve e a Madeira, sobretudo na resposta à pandemia Covid-19.

Embora seja expectável haver uma maior concentração de OTRs na metrópole, os *destination marketing organizations* (DMOs) podem utilizar a imagem da região como uma fonte para dinamizar a oferta fora da metrópole. Por exemplo compreender os recursos mais apreciados pelos visitantes fora de Lisboa e promover os mesmos, ou explorar os recursos com maior classificação e com margem de crescimento sustentável, que provavelmente estão a ser subvalorizados pelos operadores turísticos. Combinar elementos de diferentes naturezas valorizadas para aumentar a diversidade, como por exemplo o aproveitamento do tipo de atividade mais utilizado – *tours* – para promover a natureza com maior preponderância fora da metrópole – restaurantes – e criar, por exemplo, *tours* gastronómicos às centralidades menos visitadas.

As várias categorias que cada recurso apresenta no *TripAdvisor* (ex. Restaurante: Shish – Gastronomia: Libanês, Fast food, Mediterrâneo, Médio Oriente) podem constituir um enclave no valor da análise uma vez que existe demasiada diversidade e subjetividade na categoria a que o recurso pertence, podendo por isso produzir resultados que não refletem necessariamente a amostra (Marine-Roig, 2019).

Outra das limitações do estudo é a margem de erro que os pacotes utilizados para a análise em R podem ter. A medição da polaridade de uma frase bem como da intenção de recomendar é uma das tarefas mais difíceis na análise de dados. Sobretudo no que diz respeito à intensidade do comentário ou aplicação de expressões de carácter irónico, sarcástico ou retórica.

Por fim, é também necessário mencionar a volatilidade que a pandemia covid-19 trouxe a estudos turísticos. A indústria encontra-se em mudança e reinvenção e, embora o conhecimento da imagem turística de um destino seja considerado um dos elementos chave na resposta à pandemia e relançamento da indústria (Sigala, 2020), a verdade é que deve haver uma perceção geral de que as expectativas turísticas devem ser reajustadas.

## Referências

- Agustí, D. P. I. (2018). Characterizing the location of tourist images in cities. Differences in user-generated images (Instagram), official tourist brochures and travel guides. *Annals of Tourism Research*, 73, 103 - 115. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2018.09.001>
- Apostolopoulou, A., & Papadimitriou, D. (2015). The role of destination personality in predicting tourist behaviour: implications for branding midsized urban destinations. *Current Issues in Tourism*, 18 (12), p. 1132–1151. <https://doi.org/10.1080/13683500.2013.878319>
- Baka, V. (2016). The becoming of user-generated reviews: Looking at the past to understand the future of managing reputation in the travel sector. *Tourism Management*, 53, 148 - 162. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2015.09.004>
- Baloglu, S., & McCleary, K. W. (1999). A Model of Destination Image Formation. *Annals of Tourism Research*, 26 (4), 868 - 897. [https://doi.org/10.1016/S0160-7383\(99\)00030-4](https://doi.org/10.1016/S0160-7383(99)00030-4)
- Buhalis, D., & Amaranggana, A. (2014). Smart Tourism Destinations. *Information and Communication Technologies in Tourism*, 553-564. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-03973-2\\_40](https://doi.org/10.1007/978-3-319-03973-2_40)
- Chakraborty, I., & Maity, P. (2020). COVID-19 outbreak: Migration, effects on society, global environment and prevention. *Science of the Total Environment*, (728), 1 - 7.
- Choi, S., Lehto, X. Y., & Morrison, A. M. (2007). Destination image representation on the web: Content analysis of Macau travel related websites. *Tourism Management*, 28, p. 118–129. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2006.03.002>
- Chon, K.-S. (1990). The Role of Destination Image in Tourism: A Review and Discussion. *The Tourist Review*, 2, 2 - 9. <https://doi.org/10.1108/eb058040>

- Crompton, J. (1979). An Assessment of the Image of Mexico as a Vacation Destination and the Influence of Geographical Location Upon That Image. *Journal of Travel Research*, 17, 17 - 23. <https://doi.org/10.1177/004728757901700404>
- Deng, N., Liu, J., Dai, Y., & Li, H. (2019). Different cultures, different photos: A comparison of Shanghai's pictorial destination image between East and West. *Tourism Management Perspectives*, 30, 182 - 192. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2019.02.016>
- Ekinçi, Y., & Hosany, S. (2006). Destination Personality: An Application of Brand Personality to Tourism Destinations. *Journal of Travel Research*, 45, 127 - 139. <https://doi.org/10.1177/0047287506291603>
- Gkritzali, A., Gritzalis, D., & Stavrou, V. (2018). Is Xenios Zeus Still Alive? Destination Image of Athens in the Years of Recession. *Journal of Travel Research*, 57 (4), 540 - 554. <https://doi.org/10.1177/0047287517705225>
- Gretzel, U., & Yoo, K. H. (2008). *Use and Impact of Online Travel Reviews*. Proceedings of the International Conference in Innsbruck, Austria, 2008.
- Instituto Nacional de Estatística (2018). *Estatísticas do Turismo - 2018*. [Online] Disponível em: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=358629548&PUBLICACOESStema=55581&PUBLICACOESmodo=2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=358629548&PUBLICACOESStema=55581&PUBLICACOESmodo=2) [Acedido em Outubro 2019].
- Jabreel, M., Moreno, A., & Huertas, A. (2017). Semantic comparison of the emotional values communicated by destinations and tourists on social media. *Journal of Destination Marketing & Management*, 6, 170 - 183. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2016.03.004>
- Kaosiri, Y. N. et al. (2019). User-Generated Content Sources in Social Media: A New Approach to Explore Tourist Satisfaction. *Journal of Travel Research*, 58 (2), 25-265.
- Kladou, S., & Mavragani, E. (2015). Assessing destination image: An online marketing approach and the case of *TripAdvisor*. *Journal of Destination Marketing & Management*, 4, 187 - 193. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2015.04.003>
- Lalicic, L., Huertas, A., Moreno, A., & Jabreel, M. (2019). Which emotional brand values do my followers want to hear about? An investigation of popular European tourist destinations. *Information Technology & Tourism*, 21, 63 - 81. <https://doi.org/10.1007/s40558-018-0134-7>
- Marine-Roig, E. (2010). *Los "Travel Blogs" como objeto de estudio de la imagen percibida de un destino*. VIII Congreso "Turismo y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Málaga, Spain.
- Marine-Roig, E. (2015). Identity and authenticity in destination image construction. *Anatolia - An International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 26 (4), 574 - 587.

- Marine-Roig, E. (2017). Measuring Destination Image through Travel Reviews in Search Engines. *Sustainability*, 9 (8), 1425 - 1443. <https://doi.org/10.3390/su9081425>
- Marine-Roig, E. (2019). Destination Image Analytics Through Traveller-Generated Content. *Sustainability*, 11 (12), 1 - 23. <https://doi.org/10.3390/su10023392>
- Marine-Roig, E., & Clavé, S. A. (2015). Tourism analytics with massive user-generated content: A case study of Barcelona. *Journal of Destination Marketing & Management*, 4 (3), 162-172. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2015.06.004>
- Marine-Roig, E., & Ferrer-Rosell, B. (2018). Measuring the gap between projected and perceived destination images of Catalonia using compositional analysis. *Tourism Management* 68, 236-249. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.03.020>
- Martín, H. S., & Bosque, I. A. R. d. (2008). Exploring the cognitive–affective nature of destination image and the role of psychological factors in its formation. *Tourism Management* 29, 263-277.
- Nezakati, H., Amidi, A., Jusoh, Y. Y., Moghadas, S., Aziz, Y. A., & Sohrabinezhadtalemi, R. (2015). Review of Social Media Potential on Knowledge Sharing and Collaboration in Tourism Industry. *Procedia—Social and Behavioral Sciences*, 172, 120-25.
- Nunes, M. G. B. (2017). *A concentração da procura turística internacional em Portugal*. Estoril: Escola Superior de Hotelaria e Turismo do Estoril.
- Pocock, D. C. D. (1978). *Images of the urban environment: Images of the Urban Environment*. London: Macmillan Press Ltd.
- Prayag, G., Hosany, S., Muskat, B., & Del Chiappa, G. (2015). Understanding the relationships between tourists' emotional experiences, perceived overall image, satisfaction, and intention to recommend. *Journal Travel Research*, 56, 41–54. <https://doi.org/10.1177/0047287515620567>
- Shankar, R. S. (2018). Destination Personality and Destination Image: A Literature Review. *The IUP Journal of Brand Management*, 15 (4), 47 - 60.
- Sigala, M. (2020). Tourism and COVID-19: Impacts and implications for advancing and resetting industry and research. *Journal of Business Research* (117), 312 - 321.
- Silva, F. B. E. et al. (2018). Analysing spatiotemporal patterns of tourism in Europe at high-resolution with conventional and big data sources. *Tourism Management*, 68, 101-115.
- Stepchenkova, S. (2012). Content Analysis. Em: L. Dwyer, A. Gill & N. Seetaram (eds.) *Handbook of Research Methods in Tourism: Quantitative and Qualitative Approaches* (pp. 443 - 458). Edward Elgar Publishing.
- Tamajón, L. G. & Valiente, G. C. (2017). Barcelona seen through the eyes of *TripAdvisor*: actors, typologies and components of destination image in social media platforms. *Current Issues in Tourism*, 20 (1), p. 33 - 37.
- TripAdvisor* LLC (2017). *TripAdvisor*. <https://TripAdvisor.mediaroom.com/pt-about-us> [Acedido em 27 02 2020].

- Turismo de Lisboa (s.d). *Plano Estratégico para o Turismo da Região de Lisboa 2015-19*. [www.visitlisboa.com](http://www.visitlisboa.com)
- Welbers, K., Atteveldt, W. V., & Benoit, K. (2017). Text analysis in R. *Communication Methods and Measures*, 11 (4), 245- 265.
- World Travel & Tourism Council (2019). *Travel & Tourism Economic Impact 2019 World*. <https://www.wttc.org/economic-impact/country-analysis/region-data/> [Acedido em 3 Outubro 2019].
- Xiang, Z., & Gretzel, U. (2010). Role of social media in online travel information search. *Tourism Management* 31, 179 - 188. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.02.016>
- Yoo, K.-H., & Gretzel, U. (2011). Influence of personality on travel-related consumer-generated media creation. *Computers in Human Behavior* 27, 609 - 621. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.05.002>
- Yoo, K.-H., Lee, Y., Gretzel, U., & Fesenmaier, D. R. (2009). Trust in Travel-Related Consumer Generated Media. *Information and communication technologies in tourism 2009*, 49-59. [https://doi.org/10.1007/978-3-211-93971-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-211-93971-0_5)

## Apêndice:

Nome do Pacote	Criador	Descrição
<i>rvest</i>	Hadley Wickham	Utiliza pacotes “xml2” e “httr” para efectuar download e manipulação de páginas HTML e XML.
<i>Rcrawler</i>	Salim Khalil	Efectua simultaneamente <i>web crawling</i> <sup>3</sup> e <i>web scrapping</i> de páginas web
<i>purrr</i>	Lionel Henry, Hadley Wickham	Cria ferramentas que permitem a manipulação de vectores e funções
<i>magrittr</i>	Stefan Milton Bache, Hadley Wickham	Proporciona a interligação de comandos com ordens consequentes
<i>tidyverse</i>	Hadley Wickham	Ferramenta importante no tratamento de dados
<i>lubridate</i>	Vitalie Spinu, Garrett Grolemond	Tratamento de dados que incluem datas
<i>splitstackshape</i>	Ananda Mahto	Permite o desemparcelamento de dados textuais em células
<i>dplyr</i>	Hadley Wickham, Romain François, Lionel Henry, Kirill Müller	Permite a criação de tabelas a partir de objetos, vetores e funções.
<i>httr</i>	Hadley Wickham	Proporciona ferramentas úteis para lidar com conteúdo HTTP
<i>sentimentr</i>	Tyler Rinker	Cálculo da polaridade sentimental de um texto
<i>quanteda</i>	Kenneth Benoit	Ferramenta rápida e flexível que permite a análise quantitativa de texto em R

Tabela A 1 – Pacotes utilizados em R

<sup>3</sup> *Web crawling* – corresponde a um processo automatizado que procura e indexa páginas consoante uma orientação anterior.

Centralidades		Localizações <i>TripAdvisor</i>								
A. Lisboa 40631	Lisboa	38408	Carvoeira	75	Algés	32	Porto salvo	10	Sobreda	2
	Mafra	777	Paço de arcos	62	Carnaxide	23	Sacavem	8	Porto brandao	1
	Costa da caparica	356	Prior velho	52	Linda-a-velha	15	Caparica	6		
	Almada	307	Odivelas	45	Loures	13	Santa iria azoria	5		
	Oeiras	176	Charneca caparica	42	Barcarena	12	Corroios	4		
	Belem	154	Amadora	34	Moscavide	10	Fernao ferro	2		
B. Sintra 3917	Sintra municipality	3766	Praia das maçãs	26						
	Linhó	124	Rio de mouro	1						
C. Cascais 5071	Cascais	4711	Parede	89	Sao domingos de rana	1				
	Carcavelos	262	Alcabideche	8						
D. Arco do Tejo 167	Alcochete	44	Seixal	27	Vila f. Xira	16	Alverca do ribatejo	7	Alhandra	1
	Montijo	35	Barreiro	21	Amora	12	Moita	4		
E. Arrábida 1214	Sesimbra	539	Palmela	82	Aldeia do meco	15	Portinho da arrábida	13	Vila nogueira az.	4
	Setubal	481	Azeitão	57	Qta. Do conde	13	Pinhal novo	8	Qta. Do anjo	2

Tabela A 2 – Distribuição da amostra por localização

	Palavras únicas: 10 453	Contagem Total: 211 991	%		Palavras únicas: 10 453	Contagem Total: 211 991	%
1	great	7844	3,70016%	11	tour	2411	1,13731%
2	hotel	4336	2,04537%	12	servic	2403	1,13354%
3	food	3910	1,84442%	13	nice	2176	1,02646%
4	lisbon	3780	1,78309%	14	stay	1986	0,93683%
5	good	3189	1,50431%	15	love	1827	0,86183%
6	excel	2854	1,34628%	16	experi	1766	0,83305%
7	locat	2806	1,32364%	17	wonder	1516	0,71512%

	<b>Palavras únicas: 10 453</b>	<b>Contagem Total: 211 991</b>	<b>%</b>		<b>Palavras únicas: 10 453</b>	<b>Contagem Total: 211 991</b>	<b>%</b>
8	amaz	2571	1,21279%	18	beauti	1412	0,66607%
9	best	2550	1,20288%	19	perfect	1318	0,62172%
10	place	2527	1,19203%	20	staff	1226	0,57833%

Tabela A 3 – Top 20 Keywords dos títulos das OTRs

<b>Atividades</b>			<b>Alojamento</b>		<b>Restaurantes</b>	
<b>Palavras únicas: 23 366</b>	<b>Total palavras: 1 149 524</b>		<b>Palavras únicas: 29 755</b>	<b>Total palavras: 1 791 865</b>	<b>Palavras únicas: 22 817</b>	<b>Total palavras: 1 040 099</b>
<b>Keyword</b>	<b>Contagem</b>		<b>Keyword</b>	<b>Contagem</b>	<b>Keyword</b>	<b>Contagem</b>
1	tour	9630	hotel	22915	food	11574
2	lisbon	7318	room	20953	good	7791
3	great	6389	stay	13433	restaur	7727
4	us	5956	staff	11805	great	6789
5	time	5260	breakfast	10163	place	6470
6	visit	4821	great	9145	servic	6253
7	place	4650	locat	8870	recommend	5240
8	day	4644	good	8580	friend	4934
9	guid	4456	lisbon	7346	wine	4572
10	recommend	4345	nice	6525	staff	4301

Tabela A 4 – Top 10 Keywords dos comentários das OTRs por natureza

<b>Tipos de actividades</b>			
Private Tours	2810	Historical and Heritage Tours	1076
City Tours	2080	Points of Interest and Landmarks	1074
Day Trips	1634	Walking Tours	1059
Points of Interest and Landmarks	1605	Castles	1051
Sightseeing Tours	1597	Food Tours	1042
City Tours	1449	Sightseeing Tours	803
Historic Sites	1388	Cultural Tours	738
Cultural Tours	1274	Wine Tours and Tastings	730
Architectural Buildings	1177	Sightseeing Tours	654
Cooking Classes	1118	Neighborhoods	653

Tabela A 5 – Top 20 Tipos de Atividades mais comuns nas OTRs



Restaurantes				
Restaurante Figus	Lisbon	363	Restaurante Sacramento	Lisbon 110
Ola Nepal	Lisbon	277	Incomum by Luis Santos	Sintra 107
Zenith Brunch and Cocktails - Lisboa	Lisbon	276	Come Prima Restaurante Italiano	Lisbon 99
A Nossa Casa	Lisbon	166	Villa 6	Sintra 97
Byf Steakhouse	Lisbon	157	Allchiado	Lisbon 92
Royal Spice Restaurante	Lisbon	152	Augusto Lisboa	Lisbon 89
Floresta Das Escadinhas	Lisbon	141	O Tainadas Restaurante and Bar	Lisbon 89
Jam Club	Lisbon	140	M'arrecreeo Pizzeria	Lisbon 88
Sanskar Nepal	Lisbon	128	Populi	Lisbon 88
Meson Andaluz	Lisbon	114	Mar Ao Carmo	Lisbon 86

Tabela A 6 – Top 20 Restaurantes mais comentados na amostra

Alojamentos			
Corpo Santo Lisbon Historical Hotel	486	Pestana Palace Lisboa	162
Jupiter Lisboa Hotel	421	Santiago de Alfama - Boutique Hotel	152
Hotel Avenida Palace	305	memmo Principe Real	151
Hotel Real Palacio	280	Hotel Santa Justa	145
Tivoli Avenida Liberdade Lisboa	232	Lisbon Marriott Hotel	145
Hotel da Baixa	214	EPIC SANA Lisboa Hotel	144
Corinthia Lisbon	205	Pousada de Lisboa, Praca do Comercio	134
DoubleTree by Hilton Lisbon - Fontana Park	193	Brown's Central Hotel	132
Radisson Blu Hotel, Lisbon	189	Sofitel Lisbon Liberdade	131
Britania Hotel, a Lisbon Heritage Collection	167	1908 Lisboa Hotel	129

\*Nota: Todos os alojamentos são localizados em Lisboa

Tabela A 7 – Top 20 Alojamentos mais comentados na amostra

Top 5 por categoria		Score + %	Score - %	Média ponderada
Restaurantes	Restaurante Figus	88,98%	5,51%	8,99
	Ola Nepal	94,95%	4,33%	9,36
	A Nossa Casa	98,80%	0,00%	9,71
	Byf Steakhouse	93,63%	2,55%	9,38
	Royal Spice Restaurante	97,37%	1,97%	9,59

	<b>Top 5 por categoria</b>	<b>Score + %</b>	<b>Score - %</b>	<b>Média ponderada</b>
Atividades	Time Out Market Lisboa	81,73%	4,01%	8,17
	Castelo de S. Jorge	86,00%	3,38%	8,30
	Torre de Belem	82,79%	3,61%	8,09
	Tram 28	68,35%	11,42%	7,36
	Mosteiro dos Jeronimos	88,55%	4,02%	8,54
Alojamentos	Corpo Santo Lisbon Historical Hotel	98,56%	0,41%	9,81
	Jupiter Lisboa Hotel	92,16%	2,61%	9,00
	Hotel Avenida Palace	97,38%	1,64%	9,60
	Hotel Real Palacio	80,36%	5,00%	8,13
	Tivoli Avenida Liberdade Lisboa	91,38%	3,45%	8,94

Tabela A 8 – Score e Média Ponderada por Top5 das Naturezas

# Garantia de Privacidade Versus Utilidade dos Dados em Anonimização: um estudo no ensino superior

Paula Prata<sup>1,2</sup>, Maria Eugénia Ferrão<sup>1,3</sup>, Wilson Santos<sup>1,2</sup>, Gonçalo Sousa<sup>1</sup>

[pprata@di.ubi.pt](mailto:pprata@di.ubi.pt); [meferrao@gmail.com](mailto:meferrao@gmail.com)

<sup>1</sup> Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

<sup>2</sup> Instituto de Telecomunicações (IT-UBI), Covilhã, Portugal

<sup>3</sup> REM - Research in Economics and Mathematics, CEMAPRE

DOI: [10.17013/risti.40.112-127](https://doi.org/10.17013/risti.40.112-127)

**Resumo:** No mundo digital, toda a atividade humana deixa um rasto de dados que constitui um recurso cada vez mais valioso, para avaliação e definição de estratégias nos mais variados domínios. A partilha desses dados, sendo socialmente importante, implica o respeito pela privacidade individual e portanto a sua anonimização. As atuais leis e regulamentos sobre privacidade oferecem orientações limitadas para lidar com um vasto leque de tipos de dados, ou com técnicas de reidentificação. Este trabalho pretende ilustrar um processo de anonimização, comparando para vários modelos de privacidade a perda de informação e a utilidade do conjunto de dados resultante. Encontrar o equilíbrio entre privacidade e utilidade é um desafio que pode ser mais facilmente alcançado por quem melhor conhece o significado dos dados e dos objetivos que se pretendem alcançar com eles.

**Palavras-chave:** Anonimização de dados, k-anonimato;  $\ell$ -diversidade; t-proximidade; ENADE.

## *Privacy Preserving Versus Utility Preserving in Data Anonymization: a study in higher education*

**Abstract:** In the digital world, all human activity leaves a trace of data that is growingly valued for the evaluation and definition of strategies in varied domains. The sharing of those data, being socially relevant, implies the respect for individual privacy and so, its anonymization. The current laws and regulations about privacy offer limited guidance to deal with the vast range of datatypes or with techniques of re-identification. This work aims at illustrating a process of anonymization, comparing to several models of privacy, the loss of information and the usefulness of that dataset resulting from the anonymization. Finding a balance between privacy and utility is a challenge that can be more easily found by those who know better the meaning of the data and objectives aimed at.

**Keywords:** Data anonymization; k-anonymity;  $\ell$ -diversity; t-closeness; ENADE.

## 1. Introdução

Nos dias de hoje, a quantidade de dados sobre a atividade humana que é recolhida e armazenada digitalmente está em constante crescimento. Esses dados podem passar por todos os aspectos da nossa vida, como, por exemplo, a atividade nas redes sociais, rastros de localização recolhidos por telefones móveis, compras *online*, ou registos médicos. Transformar esses dados em conhecimento é uma mais-valia que tem tornado os dados num recurso cada vez mais valioso. O processamento e análise de dados possibilitam avanços socialmente importantes, em campos tão diversos como sistemas de suporte à decisão médica, criminologia computacional, protecção contra terrorismo informático ou marketing direccionado. Todos estes aspectos há muito idealizados (Chen et al., 2012; Adomavicius & Tuzhilin, 2005; Quiñonez et al., 2019) são, cada vez mais, possíveis devido à transversal digitalização da sociedade. O crescente interesse das mais variadas organizações em terem acesso aos nossos dados pode ser traduzido pela frase de Prasser et al. (2020) “The race for innovation has turned into a race for data” (p. 1277). No entanto, todo este potencial de análise de dados tem um custo associado. Os dados recolhidos, incluindo informação sensível, podem ser publicados e partilhados com entidades externas que as poderão usar para fins não previstos originalmente. Existe uma panóplia de riscos associados à partilha de dados pessoais, em especial se esses dados foram posteriormente associados com outras fontes, podendo a divulgação de dados pessoais sensíveis causar danos graves aos indivíduos em causa. Para evitar esses riscos, têm sido criados regulamentos de protecção de dados visando aumentar a garantia de protecção dos dados pessoais, (Directive 95, 1995) assim como existe inúmera investigação sobre os aspectos éticos, legais e sociais da partilha de dados (Kaye et al., 2012; Cambon-Thomsen, 2007). Em particular, com a entrada em vigor do Regulamento Geral sobre a Protecção de Dados, RGPD (GDPR, 2016), este tema está na ordem do dia e tem levado à consciencialização da sociedade para o problema da privacidade dos dados.

Vários exemplos de violação da privacidade têm sido descritos na literatura, como o conhecido caso do Governador do estado do Massachusetts, USA, William Weld que viu os seus dados médicos divulgados publicamente, quando uma base dados de um sistema de saúde foi tornada pública e os seus registos foram cruzados com dados de um caderno eleitoral que continha dados como “zip code”, data de nascimento e género (Barth-Jones, 2012). Cada um destes atributos isolado não permite a identificação de um indivíduo, mas a sua combinação com outras fontes de dados pode levar a um conjunto mínimo de registos (Sweeney, 2002b). Geralmente, para a reidentificação ser possível, o adversário tem de conhecer *a priori* duas peças de informação: sabe que o registo da vítima está na base de dados e conhece algum atributo quase-identificador. No contexto de anonimização de dados, um adversário é alguém que tenta identificar indivíduos num conjunto de dados, supostamente anonimizado, e um atributo quase-identificador é definido como um atributo que não identifica um indivíduo, mas pode fazê-lo quando associado a outra informação. No caso anterior, o adversário sabia que a vítima tinha estado hospitalizada e os restantes dados foram fáceis de obter (Fung et al., 2010). Este caso teve grande impacto na procura por mecanismos de garantia de privacidade de dados pessoais. Foi demonstrado que 87% da população dos USA pode ser facilmente identificada com apenas três quase-identificadores: “zip code”,

género e data de nascimento (Sweeney, 2000). Também o caso relatado em (Panduragan, 2014) mostra que dados supostamente anonimizados podem permitir a reidentificação. O número das licenças de cada táxi de Nova Iorque (composto por sete dígitos) foi anonimizado usando valores de dispersão. Os valores foram facilmente revertidos e informação sensível dos taxistas como percursos efectuados, o seu rendimento, e até a sua morada foram revelados. Mais recentemente, o estudo apresentado em (Sweeney et al., 2018) mostrou ser possível identificar univocamente estudantes de uma escola de Direito cujos dados tinham sido anonimizados de forma independente por 4 protocolos, correntemente usados. Muitos outros exemplos mostram quão importante e difícil é efectuar uma correta anonimização, assim como perceber os riscos associados à segurança dos nossos dados (Sweeney, 2015; Culnane et al., 2017; Koch, 2020).

Num processo de anonimização de dados pessoais, um aspeto, tão importante como garantir a privacidade de cada indivíduo, é garantir que os dados resultantes continuam a ter utilidade. Anonimizar significa retirar algumas características dos dados, e portanto, informação útil para os seus utilizadores pode ser perdida. Anonimizar deve ser um processo iterativo, em que a cada aplicação de um modelo de privacidade, e consequente avaliação do risco de reidentificação, se deve seguir a avaliação da utilidade dos dados obtidos. Todo o processo deve ser repetido, até se alcançar um equilíbrio razoável entre minimizar o risco de reidentificação e manter o máximo de utilidade dos dados (Prasser et al., 2020). Esta última pode ser avaliada pelo cálculo de uma simples proporção dos dados perdidos ou por métodos estatísticos, mais sofisticados, que indiquem em que medida as características dos dados anonimizados se distanciam dos dados originais. Todo o processo de anonimização depende do tipo de dados e do uso dos dados (Francis, 2018) ou propósito da análise de dados.

Neste trabalho, foram estudados, para um subconjunto dos dados públicos do ENADE - Exame Nacional de Desempenho do Estudantes de graduação do Brasil, vários processos de anonimização, comparando os resultados em termos de risco de reidentificação e de utilidade dos dados. Usando uma ferramenta de código aberto, foram aplicados dois modelos de privacidade,  $\ell$ -diversidade e  $t$ -proximidade, considerando várias parametrizações, foi avaliado o risco de reidentificação associado e foi avaliada a utilidade dos dados resultantes, através de um modelo de análise de variância com múltiplos fatores principais e interações de 2ª ordem. A partilha de dados pode trazer vários benefícios à sociedade, seja para avanços científicos, avaliação de políticas ou para melhoria de serviços. Este artigo contribui para a reflexão sobre o *trade-off* entre privacidade e utilidade dos dados. Quando os dados são provenientes de registos administrativos ou de órgãos governamentais, com grande potencial para fins de investigação científica, aspetos normativos e outros decorrentes da aplicação do RGPD podem inviabilizar ou até distorcer os fins da investigação científica. Adicionalmente, constitui uma abordagem exploratória de interesse para investigadores ou organizações que pretendam anonimizar os seus dados, tirando partido do elevado conhecimento do contexto e significado dos dados, e tornando o processo de anonimização tecnicamente explícito. Deste modo, o artigo contribui também para a adoção de práticas informadas e justificadas no processo de anonimização sem, contudo, por em causa os aspetos legais de privacidade impostos pelo RGPD.

Na secção 2 são descritos os modelos de privacidade utilizados, assim como o modelo que está na sua base, o modelo de k-anonimato. A secção 3 apresenta o modelo de utilidade escolhido para o propósito deste trabalho, isto é, o modelo de análise de variância com múltiplos fatores (ANOVA) e a secção 4 refere trabalho relacionado. A secção 5 contém o estudo experimental em três subsecções: descrição dos dados e do seu pré-processamento; a análise de privacidade e discussão dos resultados; a análise de utilidade e discussão dos resultados. Finalmente, a secção 6 apresenta as conclusões.

## **2. Modelos de Privacidade**

As duas principais abordagens de anonimização são a aleatorização e a generalização. A aleatorização consiste em alterar os dados de forma a reduzir a possibilidade de associação entre os dados e o indivíduo. Uma técnica é, por exemplo, a adição de ruído aleatório a algumas variáveis, como proposto em Goldstein e Shlomo (2020). A generalização ou agregação consiste na junção de categorias ou classes de variáveis através de alteração da escala ou ordem de grandeza. Neste trabalho, vamos explorar dois modelos de privacidade baseados em generalização:  $l$ -diversidade e  $t$ -proximidade. Estes dois modelos são evoluções de um modelo mais simples de privacidade que é o  $k$ -anonimato. Os três modelos vão ser descritos nas próximas subsecções. Ao aplicar um modelo de privacidade, pretende-se: reduzir o risco de identificação, isto é, evitar que um indivíduo seja associado a um registo específico; reduzir o risco de ligação, isto é, reduzir a possibilidade de associar dois registos do mesmo indivíduo quer estejam na mesma ou em diferentes bases de dados; reduzir o risco de inferência, isto é, não permitir que, após a anonimização, seja possível deduzir o valor de um atributo a partir dos valores de outros atributos de um dado indivíduo. Para avaliar o risco de reidentificação, são comuns três abordagens diferenciadas pelo que é suposto o possível adversário conhecer sobre os dados (Prasser & Kohlmayer, 2015; Kniola, 2017): modelo de promotor, em que se supõe que o adversário sabe que o indivíduo que procura está na base de dados; modelo de jornalista, em que o adversário desconhece se o indivíduo está na base de dados; modelo de marketing, em que o adversário quer identificar o maior número de indivíduos possível.

### **2.1. O Modelo k-anonimato**

Um processo de anonimização começa por classificar os atributos do conjunto de dados. Atributos que permitam identificar directamente um indivíduo, como nome ou número de cartão de cidadão, são classificados como identificadores diretos. Atributos que não identificam um indivíduo directamente, mas que permitam a associação com outros conjuntos de dados, são quase-identificadores. Os restantes atributos podem ainda ser classificados como sensíveis ou não sensíveis. Um atributo é sensível se o seu valor não deve ser descoberto por qualquer adversário, para nenhum indivíduo do conjunto de dados, caso contrário, o atributo será classificado como não sensível. Após a classificação dos atributos, é necessário suprimir ou modificar os atributos diretos. Como vimos nos exemplos apresentados na introdução, isso não é suficiente para evitar a reidentificação. Através de atributos quase-identificadores, é possível ligar os registos com outras bases

de dados e identificar indivíduos no conjunto de dados. Para evitar esse risco de ligação, foi proposto o modelo de privacidade  $k$ -anonimato (Sweeney, 2002a). Um conjunto de dados é  $k$ -anônimo, se cada registro é indistinguível de pelo menos  $k-1$  outros registros, no que diz respeito aos atributos quase-identificadores. Formalmente,  $k$ -anonimato é definido da seguinte forma: “Seja a tabela  $RT(A_1, \dots, A_n)$ , e  $QI_{RT}$  os quase-identificadores associados a essa tabela.  $RT$  satisfaz  $k$ -anonimização em relação a  $QI_{RT}$  se e só se cada sequência de valores em  $RT[QI_{RT}]$  tem no mínimo  $k$  ocorrências em  $RT[QI_{RT}]$ ” (Sweeney, 2002a, p. 564). Para evitar que um indivíduo possa ser univocamente identificado através de ligação a outros conjuntos de dados, o modelo assegura que, para cada combinação dos seus atributos quase-identificadores, existem pelo menos  $k$  registros que partilham os mesmos valores. Registros que não verificam esta condição são eliminados.

Foram desenvolvidos inúmeros algoritmos que implementam o  $k$ -anonimato, como por exemplo, Datafly (Sweeney, 2002a), Incognito (LeFevre et al., 2005) e Mondrian (LeFevre et al., 2006). Segundo Ayala-Rivera et al. (2014) não existe um algoritmo melhor do que os outros. O melhor algoritmo em cada situação é influenciado por múltiplos fatores, como por exemplo o número de quase-identificadores, ou a distribuição dos dados na base de dados.

## 2.2. O Modelo $\ell$ -diversidade

O principal problema do modelo de  $k$ -anonimato é permitir a divulgação de informação, devido à falta de diversidade num ou vários atributos sensíveis. Se tivermos um conjunto de  $k$  registros, todos com os mesmos valores nos atributos quase-identificadores, e ocorrer que todos eles tenham um mesmo valor para um atributo sensível, então qualquer adversário que conheça um indivíduo que corresponda aos valores dos quase-identificadores irá poder inferir o valor do atributo sensível para esse indivíduo. Diz-se que esse conjunto de registros indistinguíveis constitui uma classe de equivalência. O modelo de privacidade  $\ell$ -diversidade melhora o modelo de  $k$ -anonimato, reduzindo o risco de inferência de atributos, ao garantir que cada atributo sensível tem pelo menos  $\ell$  valores distintos representados em cada classe de equivalência. Formalmente, considerando um bloco  $q$  que seja uma classe de equivalência relativa aos atributos quase-identificadores considerados, esse bloco  $q$  é  $\ell$ -diverso se contém pelo menos  $\ell$  valores distintos para os atributos sensíveis  $S$ . Uma tabela é  $\ell$ -diversa se cada bloco  $q$  é  $\ell$ -diverso (Machanavajhala et al., 2007, p. 16). O modelo impõe assim que todos os registros que partilhem os mesmos quase-identificadores devem ter diversos valores para os atributos sensíveis. Existem diversas abordagens que tentam formalizar essa diversidade. A definição de  $(c, \ell)$ -diversidade recursiva garante que o valor mais comum não apareça com demasiada frequência enquanto que os valores menos comuns não aparecem muito raramente. A definição formal é a seguinte: dado um bloco  $q$ , seja  $r_1$  o número de vezes que o valor do atributo sensível mais frequente aparece nesse bloco  $q$ ;  $r_2$  será o número de vezes que o segundo valor mais frequente aparece e assim por diante até  $r_m$  para um atributo sensível que tenha  $m$  valores possíveis. Dada uma constante  $c$ , o bloco  $q$  satisfaz  $(c, \ell)$ -diversidade recursiva se  $r_1 < c(r_\ell + r_{\ell+1} + \dots + r_m)$ . A tabela  $T$  é  $(c, \ell)$ -diversa recursiva se cada bloco  $q$  satisfaz  $(c, \ell)$ -diversidade recursiva. Para  $\ell = 1$  a diversidade é sempre verificada (Machanavajhala et al., 2007, p. 18).

### 2.3. O Modelo t-proximidade

O modelo de t-proximidade é um melhoramento da  $\ell$ -diversidade, na medida em que tenta obter classes de equivalência com uma distribuição dos valores dos atributos sensíveis próxima da sua distribuição no conjunto original de dados. Segundo Li et al. (2007, p. 109), uma classe de equivalência é dita como tendo t-proximidade, se a distância entre a distribuição de um atributo sensível nessa classe e a distribuição do atributo em toda a tabela não é mais do que um valor limite t. A tabela é dita como tendo t-proximidade se todas as classes de equivalência têm t-proximidade. Para medir a distância entre as duas distribuições é proposto o uso da métrica *Earth Mover's Distance* (Rubner et al., 2000).

## 3. Modelo de Utilidade: Análise de variância

Para o propósito deste artigo usamos o modelo ANOVA com fatores principais e interação de 2ª ordem entre os fatores. Apresentamos a especificação do modelo com dois fatores e respetiva interação, podendo ser generalizado, através de termos aditivos, ao número de fatores e interações referentes à análise em causa. Considerando uma amostra de tamanho  $n$  ( $i=1, \dots, n$ ), a equação do modelo é a seguinte: onde denota a classificação final do  $i$ -ésimo estudante que pertence ao grupo  $p$  do fator e também pertence ao grupo  $k$  do fator  $\delta$ . Ou seja, representa o primeiro fator, representa o segundo fator e refere-se ao efeito de interação entre os dois fatores,  $p=1, \dots, P$ ;  $k=1, \dots, K$ . Decorre que o fator tem  $P$  grupos, o fator  $\delta$  tem  $K$  grupos e há  $PK$  subgrupos de interação. O termo aleatório do modelo é representado por  $\epsilon$ , com os seguintes pressupostos: distribuição normal com média nula, homocedasticidade ou homogeneidade das variâncias, elementos independentes entre si. Para mais detalhes sobre o modelo ver, por exemplo, Scheffé (1999).

## 4. Trabalho relacionado

A maioria dos trabalhos experimentais sobre anonimização de dados lida com dados médicos que, pela sua natureza, contêm informação sensível. Em Spengler e Prasser (2019) uma base de dados biomédicos é usada para avaliar o risco e a utilidade dos dados anonimizados usando os modelos de  $\ell$ -diversidade, t-proximidade e  $\beta$ -semelhança. Também para dados médicos, em Lee et al. (2017) é apresentado um modelo de preservação da utilidade e da privacidade baseado em k-anonimização e “h-ceiling” um método que limita a generalização de dados. Na área da educação, Chicaiza et al. (2020) apresenta um estudo sobre análise de dados de aprendizagem usando k-anonimato e modelos de regressão linear para avaliar a utilidade dos dados. Em Santos et al. (2020) a utilidade de dados educacionais k-anonimizados é analisada calculando estatísticas descritivas para vários valores de k. Estudos recentes introduzem modelos de aprendizagem automática para garantir a privacidade dos dados e avaliar a sua utilidade (Eicher et al., 2020; Esquivel-Quirós et al., 2019).

## 5. Estudo Experimental

Na componente experimental, que descrevemos de seguida, foram usados os dados do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes de graduação no Brasil (ENADE)



disponíveis em <http://portal.inep.gov.br/enade>. Na anonimização dos dados foi usada a *framework* de código aberto, ARX (<https://arx.deidentifier.org/>) e para o estudo de utilidade foi usado o *software* estatístico SPSS.

### 5.1. Conjunto de Dados

Foram considerados para análise os dados do ENADE de 2018, no qual estiveram envolvidos 548 127 estudantes. O grande volume de registos, mais de meio milhão, pode dar uma falsa sensação de segurança, transmitindo a ideia de que registos únicos são raros, mas uma simples k-anonimização do subconjunto de dados apresentados na Tabela 1, para k=2 mostrou um número de registos únicos muito elevado. Apesar de os dados não conterem identificadores diretos, possuem quase-identificadores que poderão permitir a inferência de dados sensíveis ou ainda a associação a registos de outras bases de dados com possível reidentificação, o que justifica o estudo de anonimização realizado. Os atributos seleccionados foram o código da área do curso, região onde funcionou o curso, idade, género, raça/cor e média final do estudante, os níveis de educação da Mãe e do Pai e o rendimento do agregado familiar. Foi ainda calculado o número de anos entre terminar o ensino secundário e iniciar o curso superior, que designámos por “espera ingresso”, e foi calculado o número de anos para concluir a graduação, “tempo diploma”. A Tabela 1 mostra os nomes das variáveis usadas, a sua descrição e como foram classificadas para efeitos de anonimização.

Variável	Descrição	Classificação
<i>Código Curso</i>	Código da área de enquadramento do curso	Quase-identificador
<i>Região</i>	Código de região de funcionamento do curso	Quase-identificador
<i>Idade</i>	Generalizada nas categorias: [4,26[ e [26,95[	Quase-identificador
<i>Género</i>	M ou F	Quase-identificador
<i>Média Final</i>	Média da classificação final obtida pelo estudante	Não sensível
<i>Espera Ingresso</i>	Anos entre terminar secundário e início superior	Quase-identificador
<i>Tempo Diploma</i>	Tempo para obtenção do diploma	Quase-identificador
<i>Raça Cor</i>	Auto declaração	Quase-identificador
<i>Educação Pai</i>	Generalizada nas categorias: [A,B] [C,D] [E,F]	Quase-identificador
<i>Educação Mãe</i>	Generalizada nas categorias: [A,B] [C,D] [E,F]	Quase-identificador
<i>Rendimento Familiar</i>	Número de salários mínimos do agregado familiar	Sensível

Tabela 1 – Variáveis seleccionadas e respectiva classificação.

Os dados resultantes foram pré-processados, tendo sido removidos registos com valores pouco plausíveis, como, por exemplo, registos em que o ano em que terminavam o ensino superior era inferior a 2018, ou ainda registos cujo valor calculado para o “tempo diploma” dava negativo. O conjunto resultante ficou com 536 466 registos. De seguida, foram generalizadas três variáveis: idade, educação da Mãe e educação do Pai. Os valores da idade foram recodificados em menor de 26 ou maior e igual que 26. Os níveis de educação do Pai e da Mãe foram generalizados em 3 categorias em vez das 6 originais.

O dicionário de dados completo pode ser consultado no *site* do ENADE. Finalmente, o atributo rendimento familiar foi classificado como sensível, a média final como não sensível e todos os restantes atributos foram classificados como quase-identificadores.

## 5.2. Análise de Privacidade

Os dados resultantes do pré-processamento foram anonimizados com  $(c, \ell)$ -diversidade recursiva e com  $t$ -proximidade, fazendo variar os valores de  $c$ ,  $\ell$  e  $t$ . Para cada uma das parametrizações foi quantificada a percentagem de registos eliminados e foi calculado o risco máximo e o risco médio de reidentificação usando o modelo do prossecutor implementado no ARX.

### 5.2.1. Anonimização por $\ell$ -diversidade

A Tabela 2 apresenta os resultados da anonimização por  $(c, \ell)$ -diversidade, fazendo variar o valor de  $\ell$  de 2 a 5 para um valor de  $c = 3$ . Para cada conjunto anonimizado obtido, apresenta-se o número de registos (dimensão), a percentagem de registos eliminados, o risco médio e máximo de reidentificação. Como se pode observar, ao aumentar o valor de  $\ell$  e portanto ao aumentar o número de registos de cada classe de equivalência a percentagem de registos eliminados aumenta drasticamente, subindo de 34,08% para  $\ell = 2$  até 82,85% para  $\ell = 5$ . Por outro lado, o risco médio reduz gradualmente de 13,27% para 2,78%. Em relação ao risco máximo de reidentificação, ele será de  $100/\ell$  uma vez que os registos são agrupados em grupos de  $\ell$  registos com valores iguais para os quase-identificadores. O atributo sensível que está a ser diversificado é o rendimento familiar.

$(3, \ell)$ - diversidade	(3,2)	(3,3)	(3,4)	(3,5)
<i>N</i>	353 637	264 634	171 107	91 991
<i>Registos eliminados (%)</i>	34,08%	50,67%	68,10%	82,85%
<i>Risco médio (prosecutor)</i>	13,27%	7,52%	4,63%	2,78%
<i>Risco máximo</i>	50%	33.3%	25%	20%

Tabela 2 – Dimensão ( $N$ ) do conjunto de dados, percentagem de registos eliminados, risco médio e máximo de reidentificação após  $(c, \ell)$ -diversidade, para  $\ell$  a variar de 2 a 5, com  $c=3$ .

A Tabela 3, apresenta os mesmos valores mas agora para os dados resultantes de  $(c, \ell)$ -diversidade fixando o valor de  $\ell$  em 5, e fazendo variar o valor de  $c$  de 2 a 4. Aumentar o valor de  $c$ , significa aumentar o número de vezes que o valor do atributo sensível mais frequente pode ocorrer em cada classe de equivalência (ver Secção 2.2). Como se pode observar, a percentagem de registos eliminados diminui de 89,39% para 78,76% quando  $c$  aumenta de 2 para 4. Em relação ao risco, este aumenta ligeiramente quando  $c$  aumenta, no entanto esse resultado resulta apenas do aumento do número de registos. A avaliação do risco pelo modelo do prossecutor implementada no ARX apenas mede o risco de reidentificação e não o risco de inferência do atributo sensível. A avaliação do risco de inferência do valor do atributo sensível virá a ser tratada num próximo trabalho. Podemos no entanto afirmar que ao introduzirmos a diversidade, o risco de inferência diminui.

<b>(c, 5) - diversidade</b>	<b>(2,5)</b>	<b>(3,5)</b>	<b>(4,5)</b>
<i>N</i>	56 935	91 991	113 966
<i>Registos eliminados (%)</i>	89,39%	82,85%	78,76%
<i>Risco médio (prosecutor)</i>	2,24%	2,78%	3,12%
<i>Risco máximo</i>	20%	20%	20%

Tabela 3 – Dimensão (*N*) do conjunto de dados, percentagem de registos eliminados, risco médio e máximo de reidentificação após (*c, ℓ*)-diversidade, para  $\ell = 5$  e *c* a variar de 2 a 4.

### 5.2.2. Anonimização por *t*-proximidade

Para estudar o modelo de *t*-proximidade, começamos por definir uma dimensão *k* para as classes de equivalência. O valor de *t* determina a distância entre a distribuição dos valores do atributo sensível nessas classes de equivalência e a distribuição no conjunto original. A Tabela 4 apresenta os resultados para os conjuntos de dados produzidos para *k*=2 e *k*=5 fazendo *t*=0,15 e *t*=0,3.  $v$

<b>t-proximidade</b>	<b>k=2, t=0,3</b>	<b>k=2, t=0,15</b>	<b>k=5, t=0,3</b>	<b>k=5, t=0,15</b>
<i>N</i>	348 519	231 645	259 190	195 235
<i>Registos eliminados (%)</i>	35,03%	56,82%	51,69%	63,60%
<i>Risco médio (prosecutor)</i>	14,65%	10,77%	6,20%	5,78%
<i>Risco máximo</i>	50%	50%	20%	20%

Tabela 4 – Dimensão (*N*) do conjunto de dados, percentagem de registos eliminados, risco médio e máximo de reidentificação após *t*-proximidade (*k* = 2 e *k* = 5 com *t* = 0,15 e *t* = 0,3).

Podemos observar que para um mesmo valor de *t*, a percentagem de registos eliminados aumenta quando *k* aumenta, como seria de esperar. Para o mesmo *k*, a percentagem de registos eliminados diminui quando *t* aumenta. Se exigimos maior proximidade na distribuição dos valores sensíveis, obtemos menos registos. Comparando os resultados de *t*-proximidade com os obtidos por diversidade, para conjuntos com a mesma dimensão das classes de equivalência, isto é, quando  $\ell$  é igual ao *k*, podemos observar o seguinte: para *k*=2, (3, 2)-diversidade tem menos registos eliminados (34,08%) que qualquer dos conjuntos obtidos por proximidade 35,03% para *t*=0,3 e 56,82% para *t*=0,15; no entanto para *k*=5, a diversidade elimina entre 78 a 89% dos registos, enquanto a proximidade elimina no máximo 63,6% para *t*=0,15. Na próxima secção, iremos fazer a análise de utilidade para o conjunto obtido por (3, 5)-diversidade e para os casos de *t*-proximidade em que a dimensão das classes de equivalência é igual à do caso anterior, *k*=5, com *t*=0,15 e *t*=0,3. O conjunto obtido por diversidade tem um risco médio de reidentificação baixo (2,78%) e o atributo sensível tem bastante diversidade, no entanto, isso ocorre à custa da supressão de mais de 80% dos registos. Os conjuntos obtidos por proximidade perderem respectivamente cerca de 64% e 52% dos registos originais.

### 5.3. Análise de Utilidade

O modelo ANOVA foi aplicado aos dados ENADE descritos e ajustado considerando como variável dependente a média final e as restantes variáveis como fatores. A versão 24 do SPSS apresentou problemas de execução com elevado número de variáveis em particular quando cada uma delas tem diversas categorias tal como código do curso. O processador usado foi um Intel(R) Core(TM) i3-7100U CPU @ 2.40GHz com 8 GB de RAM. Esta limitação foi ultrapassada através da selecção de variáveis. Foram considerados 5 fatores: região, idade, género, raça/ cor, educação do Pai e educação da Mãe.

As Tabelas de 5 a 8 apresentam os resultados da estatística de teste F e valor de prova, respectivamente para os dados originais, os dados anonimizados através do modelo de privacidade  $\ell$ -diversidade (com  $c=3$  e  $\ell=5$ ) e para os dados anonimizados através do modelo de privacidade t-proximidade com  $k=5$  e  $t=0,15$  e  $t=0,3$ . Os testes de hipóteses consideram, sob  $H_0$ , que cada um dos fatores e cada um dos termos de interação são iguais a zero.

Através da análise efetuada à Tabela 5, verificamos que, com excepção do termo principal associado ao fator região, todos os demais termos principais e termos de interacção são estatisticamente significativos ao nível de significância de 5% (valor  $p < 0,05$ ). Ou seja, de acordo com tais resultados e em presença de todos os termos aditivos, só não é possível rejeitar a hipótese nula para o efeito principal de região. Apesar disso, os termos de interacção entre região e idade, região e educação do pai e da mãe, região e sexo, região e raça/cor autodeclarada constituem-se como grupos diferenciadores na sua relação com a variável dependente média final obtida pelo/a estudante. Notamos, adicionalmente, que a maioria dos termos é estatisticamente significativa ao nível de 1%. No entanto, após a anonimização (3, 5)-diversidade, para o mesmo nível de significância, a maior parte das variáveis deixa de ter impacto direto na explicação da variável dependente (Tabela 6). Apenas os fatores raça/cor autodeclarada e educação da mãe continuam como fator estatisticamente diferente de zero, na associação à média final obtida pela/o estudante. Quanto aos termos aditivos de interacção, os resultados também se modificam com o processo de anonimização. Entre os 15 termos de interacção, 5 deixam de ser estatisticamente significativos ao nível de significância de 5%.

De forma diferente acontece com as duas parametrizações do modelo de privacidade t-proximidade (Tabelas 7 e 8). Embora registando alterações relativamente à distribuição original, a explicação das variáveis do preditor linear sobre a variável resposta é em tudo mais idêntica aos dados originais. Ora, isto pode sugerir uma distorção menos drástica dos dados por parte deste procedimento de anonimização. Em detalhe, verificamos que, mesmo em tais cenários de anonimização, os resultados nem sempre confirmam os obtidos com os dados originais. Compare-se a título de exemplo o efeito principal de região, que nas Tabelas 7 e 8 se constitui como fator diferenciador da média final do estudante e o termo de interacção entre idade e raça/cor autodeclarada que deixa de ser estatisticamente significativo.

Fonte de variação	F	Valor p
<i>Região</i>	0,930	0,445
<i>Idade</i>	5,400	0,000
<i>Género</i>	8,139	0,004
<i>Raça Cor</i>	10,825	0,000

<b>Fonte de variação</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<i>Educação Pai</i>	9,760	0,000
<i>Educação Mãe</i>	8,819	0,000
<i>Idade * Educação Pai</i>	1,190	0,018
<i>Idade * Género</i>	3,079	0,000
<i>Idade * Educação Mãe</i>	1,344	0,000
<i>Idade * Raça Cor</i>	1,550	0,000
<i>Região * Idade</i>	1,559	0,000
<i>Género * Educação Pai</i>	17,223	0,000
<i>Educação Pai * Educação Mãe</i>	22,695	0,000
<i>Raça Cor * Educação Pai</i>	1,560	0,037
<i>Região * Educação Pai</i>	7,422	0,000
<i>Género * Educação Mãe</i>	28,581	0,000
<i>Género * Raça Cor</i>	23,235	0,000
<i>Região * Género</i>	10,456	0,000
<i>Raça Cor * Educação Mãe</i>	3,878	0,000
<i>Região * Educação Mãe</i>	3,885	0,000
<i>Região * Raça Cor</i>	12,860	0,000

Tabela 5 – ANOVA com termos principais e interação, aplicado aos dados originais.

<b>Fonte de variação</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<i>Região</i>	2,135	0,074
<i>Idade</i>	0,384	0,535
<i>Género</i>	2,633	0,105
<i>Raça Cor</i>	9,621	0,000
<i>Educação Pai</i>	2,825	0,059
<i>Educação Mãe</i>	4,570	0,010
<i>Idade * Educação Pai</i>	0,483	0,617
<i>Idade * Género</i>	16,059	0,000
<i>Idade * Educação Mãe</i>	9,673	0,000
<i>Idade * Raça Cor</i>	2,296	0,076
<i>Região * Idade</i>	2,961	0,019
<i>Género * Educação Pai</i>	5,657	0,003
<i>Educação Pai * Educação Mãe</i>	14,162	0,000
<i>Raça Cor * Educação Pai</i>	1,129	0,341
<i>Região * Educação Pai</i>	1,998	0,043

Fonte de variação	F	Valor p
<i>Género * Educação Mãe</i>	5,140	0,006
<i>Género * Raça Cor</i>	4,080	0,003
<i>Região * Género</i>	2,786	0,025
<i>Raça Cor * Educação Mãe</i>	1,887	0,079
<i>Região * Educação Mãe</i>	1,980	0,045
<i>Região * Raça Cor</i>	0,876	0,597

Tabela 6 – ANOVA com termos principais e interação, (3,5)-diversidade.

Considerando os casos válidos, os pressupostos do modelo de utilidade foram verificados para todos os conjuntos de dados. Apresentamos na Tabela 9 a assimetria, curtose e desvio padrão referentes à distribuição dos dados originais e à distribuição dos dados anonimizados com  $l$ -diversidade (3,5). Tais estatísticas são as necessárias para usar o teste Jarque-Bera (Bera & Jarque, 1981; Greene, 2003) segundo o qual a normalidade da distribuição é testada sob  $H_0$ . Aplicando o teste, em ambos os conjuntos de dados a hipótese nula não é rejeitada ao nível de significância de 5%. A comparação das estatísticas de distribuição para a variável dependente permitem-nos verificar que com o processo de anonimização a distribuição se altera, e.g. a curtose acentua-se. A alteração da distribuição já era esperada uma vez que no processo os casos extremos/raros são suprimidos ou agregados. Para os restantes conjuntos de dados os resultados conduzem a interpretação semelhante.

Fonte de variação	F	Valor p
<i>Região</i>	15,937	0,000
<i>Idade</i>	22,903	0,000
<i>Género</i>	7,801	0,005
<i>Raça Cor</i>	29,824	0,000
<i>Educação Pai</i>	1,869	0,154
<i>Educação Mãe</i>	13,390	0,000
<i>Idade * Educação Pai</i>	12,456	0,000
<i>Idade * Género</i>	14,365	0,000
<i>Idade * Educação Mãe</i>	5,224	0,005
<i>Idade * Raça Cor</i>	0,432	0,786
<i>Região * Idade</i>	5,879	0,000
<i>Género * Educação Pai</i>	2,925	0,054
<i>Educação Pai * Educação Mãe</i>	7,959	0,000
<i>Raça Cor * Educação Pai</i>	1,545	0,136
<i>Região * Educação Pai</i>	2,433	0,013
<i>Género * Educação Mãe</i>	7,447	0,001
<i>Género * Raça Cor</i>	12,115	0,000

Fonte de variação	F	Valor p
<i>Região * Género</i>	4,396	0,001
<i>Raça Cor * Educação Mãe</i>	2,465	0,011
<i>Região * Educação Mãe</i>	2,905	0,003
<i>Região * Raça Cor</i>	10,381	0,000

Tabela 7 – ANOVA com termos principais e interação, t-proximidade (k=5, t=0,15)

## 6. Conclusões

Este trabalho analisou, para dados reais do sistema de ensino superior Brasileiro, estratégias para alcançar o equilíbrio entre privacidade e utilidade dos dados no processo de anonimização. Para estes dados verificou-se que, com classes de equivalência de dimensão 5, o que já garante um risco baixo de reidentificação, o modelo de t-proximidade pode levar a uma menor perda de registos do que o modelo de  $\ell$ -diversidade recursiva, garantindo maior utilidade dos dados. Os nossos resultados também permitem verificar que os resultados do modelo de utilidade estão condicionados ao desenho do modelo de privacidade e podem tornar-se inúteis ou mesmo falaciosos. Neste caso, é necessário acautelar as possíveis interpretações substantivas e eventuais contribuições ou recomendações de política e prática, pois poderiam produzir efeito no sentido oposto ao que seria desejável. A comparação das estatísticas de distribuição referentes aos diferentes conjuntos de dados também nos permite afirmar que pressupostos teóricos estabelecidos para o modelo de utilidade podem deixar de se verificar após o processo de anonimização, podendo eventualmente comprometer a inferência estatística e a tomada de decisão subsequente.

Fonte de variação	F	Valor p
<i>Região</i>	21,292	0,000
<i>Idade</i>	23,688	0,000
<i>Género</i>	12,181	0,000
<i>Raça Cor</i>	83,183	0,000
<i>Educação Pai</i>	7,913	0,000
<i>Educação Mãe</i>	25,070	0,000
<i>Idade * Educação Pai</i>	12,076	0,000
<i>Idade * Género</i>	42,438	0,000
<i>Idade * Educação Mãe</i>	8,050	0,000
<i>Idade * Raça Cor</i>	0,769	0,545
<i>Região * Idade</i>	7,254	0,000
<i>Género * Educação Pai</i>	8,341	0,000
<i>Educação Pai * Educação Mãe</i>	37,334	0,000
<i>Raça Cor * Educação Pai</i>	3,309	0,001
<i>Região * Educação Pai</i>	3,637	0,000

Fonte de variação	F	Valor p
Género * Educação Mãe	28,428	0,000
Género * Raça Cor	15,721	0,000
Região * Género	6,938	0,000
Raça Cor * Educação Mãe	2,107	0,032
Região * Educação Mãe	5,365	0,000
Região * Raça Cor	13,121	0,000

Tabela 8 – ANOVA com termos principais e interação, t-proximidade (k=5, t=0,30).

Conjunto de dados	N válido	N omissão	Assimetria	Curtose	Desvio padrão
Original	452 578	83 888	0,217	-0,344	14,392
(3, 5)-diversidade	88 931	3 060	0,102	-0,459	14,739

Tabela 9 – Estatísticas de distribuição

## Agradecimentos

Este trabalho é parcialmente financiado pela FCT/MCTES através de fundos nacionais e quando aplicável cofinanciado por fundos comunitários no âmbito dos projetos UIDB/50008/2020 e CEMAPRE/REM - UIDB/05069/2020.

## Referências

- Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2005). Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 17(6) 734–749.
- Ayala-Rivera, V., McDonagh, P., Cerqueus, T., & Murphy, L. (2014). A systematic comparison and evaluation of k-anonymization algorithms for practitioners. *Trans. Data Privacy*. 7(3), 337–370.
- Bera, A., & Jarque, C. (1981). Efficient tests for normality, heteroscedasticity, and serial independence of regression residuals: Monte Carlo evidence. *Economics Letters*, 7, 313–318.
- Barth-Jones, D. (2012). The ‘Re-Identification’ of Governor William Weld’s Medical Information: A Critical Re-Examination of Health Data Identification Risks and Privacy Protections, Then and Now. <https://ssrn.com/abstract=2076397>.
- Cambon-Thomsen, A., Rial-Sebbag, E. & Knoppers, B. M. (2007). Trends in ethical and legal frameworks for the use of human biobanks. *Eur. Respiratory Journal*, 30(2), 373–382. <https://erj.ersjournals.com/content/30/2/373>.
- Chen, H, Chiang, R. H. L. & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: from big data to big impact. *MIS Quarterly*, 36(4) 1165–1188.



- Chicaiza, J., Cabrera-Loayza, M. C., Elizalde, R., & Piedra, N. (2020). Application of Data Anonymization in Learning Analytics. *In 3rd Int. Conf. on Applications of Intelligent Systems*, ACM. <https://doi.org/10.1145/3378184.3378229>.
- Culnane, C., Rubinstein, B. I. P., & Teague, V. (2017). *Health data in an open world*. arXiv:1712.05627v1 [cs.CY].
- Directive 95. (1995). <http://data.europa.eu/eli/dir/1995/46/oj>.
- Eicher, J., Bild, R., Spengler, H. *et al.* (2020). A comprehensive tool for creating and evaluating privacy-preserving biomedical prediction models. *BMC Med Inform Decis Mak*, 20(29). <https://doi.org/10.1186/s12911-020-1041-3>
- Esquivel-Quirós, L. G., Barrantes, E. G., & Darlington, F., E. (2019). Marco de medición de la privacidad. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (31), 66-81. <https://dx.doi.org/10.17013/risti.31.66-81>.
- Francis, P. (2018). *Can anonymized data still be useful? part deux*. <https://aircloak.com/can-anonymized-data-still-be-useful-part-deux/>.
- Fung, B. C. M., Wang, K., Fu, A., & Yu, P. S. (2010). *Introduction to privacy-preserving data publishing: Concepts and techniques*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- GDPR (2016). Regulation (EU) 2016/679, L 119, pp. 1–88. <https://gdpr-info.eu/recitals/no-26/>.
- Goldstein, H., & Shlomo, N. (2020). A probabilistic procedure for anonymisation, for assessing the risk of re-identification and for the analysis of perturbed data sets. *Journal of Official Statistics*, 36, 89–115.
- Greene, W.H. (2003). *Econometric Analysis* (5th edition). Prentice Hall.
- Kaye, J., Meslin, E., Knoppers, B., Juengst, E., Deschênes, M., Cambon-Thomsen, A., Chalmers, D., Edwards, K., Hoppe, N., Kent, A., Adebamowo, C., Marshall, P., & Kato, K. (2012). Elsi 2.0 for genomics and society. *Science*, 336, 673–674.
- Kniola, L. (2017). Plausible Adversaries. *In Re-Identification Risk Assessment. PhUSE Annual Conference*.
- Koch, R. (2020). Political campaigns and your personal data. ProtonMail; <https://protonmail.com/blog/political-campaigns-and-your-personal-data/>.
- Lee, H., Kim, H., Kim, J. W., & Chung, Y. D. (2017). Utility-preserving anonymization for health data publishing. *Medical Informatics and Decision Making*. 17(104). <https://doi.org/10.1186/s12911-017-0499-0>.
- LeFevre, K., DeWitt, D., & Ramakrishnan, R., (2005). Incognito: Efficient full-domain k-anonymity. *In ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data*, (pp.49–60).
- LeFevre, K., DeWitt, D J., & Ramakrishnan, R. (2006). Mondrian multidimensional k-anonymity. *In 22nd Int. Conf. on Data Engineering (ICDE'06)*.
- Li, N., Li, T., & Venkatasubramanian, S. (2007). t-closeness: Privacy beyond k-anonymity and l-diversity. *In IEEE 23rd Int. Conf. on Data Eng.* (pp. 106–115).

- Machanavajjhala, A., Kifer, D., Gehrke, J., & Venkitasubramaniam, M. (2007). L-diversity: Privacy beyond k-anonymity. *ACM Trans. Knowl. Discov. Data*, 1(1), article 3, 52 pages. <https://doi.org/10.1145/1217299.1217302>.
- Panduragan, V. (2014) *On taxis and rainbows*. <https://tech.vijayp.ca/of-taxis-and-rainbows-f6bc289679a1>.
- Prasser, F., Eicher, J., Spengler, H., Bild, R., & Kuhn, K. A. (2020). Flexible data anonymization using ARX—Current status and challenges ahead. *Softw Pract Exper.* 50, 1277–1304. <https://doi.org/10.1002/spe.2812>.
- Prasser, F. & Kohlmayer, F. (2015) Putting statistical disclosure control into practice: the ARX data anonymization tool. In A. Gkoulalas-Divanis & G. Loukides (Eds.) *Medical Data Privacy Handbook* (p.111–48). Springer International Publishing.
- Quiñonez, Y., Lizarraga, C., Peraza, J., & Zatarain, O. (2019). Sistema inteligente para el monitoreo automatizado del transporte público en tiempo real. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (31), 94-105. <https://dx.doi.org/10.17013/risti.31.94-105>.
- Rubner, Y., Tomasi, C. & Guibas, L. J. (2000). The earth mover's distance as a metric for image retrieval. *Int. J. Comput. Vision*, 40(2), 99–121.
- Santos, W., Sousa, G., Prata, P., & Ferrão, M. E. (2020). Data Anonymization: K-anonymity Sensitivity Analysis. 15th Iberian Conf. on Information Systems and Technologies (CISTI) (pp. 1-6). <https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9141044>.
- Scheffé, H. (1999). *The analysis of variance*. New York and London: Wiley.
- Spengler, H., & Prasser, F. (2019). Protecting biomedical data against attribute disclosure. *Studies in health technology and informatics*, 267, 207–214.
- Sweeney, L. (2000). Simple Demographics Often Identify People Uniquely. Carnegie Mellon Univ. <http://dataprivacylab.org/projects/identifiability/>
- Sweeney, L. (2002a). K-anonymity: A model for protecting privacy. *Int. J. of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 10(5) 557–570.
- Sweeney, L. (2002b). Achieving k-anonymity privacy protection using generalization and suppression. *Int. J. Uncertain. Fuzziness Knowl.-Based Syst.* 10(5) 571–588.
- Sweeney, L. (2015). Only you, your doctor, and many others may know. *Technology Science*. <https://techscience.org/a/2015092903/>.
- Sweeney, L., Loewenfeldt, M. von, & Perry, M. (2018). Saying it's Anonymous Doesn't Make It So: Re-identifications of “anonymized” law school data. *Technology Science*. <https://techscience.org/a/2018111301/>

# Previsões de mortalidade e de esperança de vida mediante combinação Bayesiana de modelos: Uma aplicação à população portuguesa

Jorge M. Bravo<sup>1</sup>, Mercedes Ayuso<sup>2</sup>

[jbravo@novaims.unl.pt](mailto:jbravo@novaims.unl.pt); [mayuso@ub.edu](mailto:mayuso@ub.edu)

<sup>1</sup> NOVA IMS - Universidade Nova de Lisboa & Université Paris-Dauphine PSL & MagIC & CEFAGE-UE; Corresponding author: Campus de Campolide, 1070-312 Lisbon, Portugal.

<sup>2</sup> University of Barcelona, Department of Econometrics, Statistics and Applied Economy, Riskcenter-UB, Faculty of Economics and Business, Diagonal, 690 08034 Barcelona, Spain.

DOI: [10.17013/risti.40.128-145](https://doi.org/10.17013/risti.40.128-145)

**Resumo:** Neste artigo desenvolve-se um modelo de previsão da mortalidade específica por idade e da esperança de vida mediante combinação Bayesiana de modelos (*Bayesian Model Ensemble*). O procedimento envolve a selecção do subconjunto de modelos a usar e a determinação dos respectivos ponderadores. São ainda calculados intervalos de confiança para as variáveis de interesse usando uma metodologia assente em *Bayesian credible prediction intervals* considerando o risco de modelo. Os modelos são calibrados à população portuguesa desagregada por sexo usando informação estatística relativa ao período 1960-2018 e às idades no intervalo 60-125. São efectuadas previsões até 2050. Os resultados obtidos antecipam a continuação do aumento da esperança de vida por período e por coorte nas idades adultas registado nas últimas décadas e sinalizam a existência nos sistemas de protecção social de impostos/subsídios implícitos entre gerações que distorcem as decisões de consumo, de mercado de trabalho e de poupança e questionam a justiça intergeracional.

**Palavras-chave:** Bayesian Model Ensemble; esperança de vida; modelos de previsão; modelos de mortalidade estocásticos; risco longevidade.

## ***Mortality and life expectancy forecasts using Bayesian model combinations: An application to the Portuguese population***

**Abstract:** In this paper we forecast age-specific mortality rates and life expectancy measures using an adaptive Bayesian Model Ensemble of heterogeneous models. The procedure involves both the selection of the model confidence set and the determination of optimal weights. Model-averaged Bayesian credible prediction intervals are derived accounting for both the uncertainty arising from model error and parameter uncertainty. The models are calibrated to Portuguese population data in the period 1960-2018 and age range 60-125 and forecasted to 2050. The results anticipate a continuous increase in both period and cohort life expectancy at

adult ages and signal significant implicit taxes and subsidies between generations, which distort consumption, saving and investment decisions and challenge intergenerational fairness.

**Keywords:** Bayesian Model Ensemble; life expectancy; forecasting methods; stochastic mortality models; longevity risk.

## 1. Introdução

A evolução da longevidade humana nos países desenvolvidos nas últimas décadas é marcada por um aumento notável da esperança de vida em todas as idades, fruto da redução das taxas de mortalidade em todo o arco da vida humana, resultado da melhoria das condições de vida e de avanços substanciais no tratamento e cura de algumas das principais causas de morte. Esta redução não é homogénea quando considerada por grupos socioeconómicos assumindo, regra geral, uma correlação positiva com o nível de rendimento, riqueza e qualificação dos indivíduos, e apresenta diferenças entre sexos (NASEM, 2015; Ayuso, Bravo e Holzmann, 2017a,b). Estes ganhos de longevidade constituem, naturalmente, uma alteração positiva para os indivíduos e uma significativa conquista civilizacional das sociedades modernas, mas colocam novos e importantes desafios em múltiplas áreas de intervenção pública e privada como, por exemplo, a sustentabilidade dos sistemas públicos de saúde e de protecção social, a educação ao longo da vida, o planeamento do território, as políticas de habitação e de segurança (Bravo, 2016). As projecções de mortalidade são usadas por organismos oficiais de estatística na produção de projecções de população residente determinando, em conjunto com os fluxos migratórios internacionais e a fecundidade, a dinâmica do efectivo populacional e a sua distribuição por idade e sexo (Bravo e Coelho, 2019).

As projecções de mortalidade e de esperança de vida são um elemento essencial na avaliação e na gestão do risco em seguros do ramo vida (e.g., rendas vitalícias) e em planos e fundos de pensões, sejam eles públicos ou privados, dada a natureza de muito longo prazo dos compromissos assumidos e o actual contexto de taxas de juro baixas ou negativas (Bravo e El Mekkaoui de Freitas, 2018; Blake et al., 2019; Bravo, 2019, 2020), no pricing de soluções de mobilização da riqueza imobiliária (*equity release schemes*) e na avaliação de instrumentos de mercado de capitais para a cobertura dos riscos de longevidade e de mortalidade, por exemplo, longevity bonds, q-forwards, longevity swaps/options (Bravo e Nunes, 2021).<sup>1</sup>

Um denominador comum nas reformas realizadas nos sistemas de pensões da OCDE para responder ao aumento da esperança de vida e ao envelhecimento da população tem sido a criação de mecanismos automáticos de indexação das pensões à esperança de vida (OCDE, 2017). A criação de factores de sustentabilidade (e.g., Portugal, Espanha), a indexação automática da idade de reforma à esperança de vida (e.g., Dinamarca, Portugal), a indexação das condições de acesso às prestações, a fixação de bonificações

<sup>1</sup> Nestes contratos, os riscos de longevidade, de crédito e de taxa de juro assumem-se como os principais determinantes do valor de mercado. Para uma discussão sobre diferentes métodos de avaliação e gestão dos riscos de crédito e de taxa de juro veja-se, por exemplo, Bravo e Silva (2006), Chamboko e Bravo (2016, 2019a,b, 2020) e Afshin e Bravo (2019).

(penalizações) por reforma postecipada (antecipada) (e.g., Portugal), a introdução de estabilizadores automáticos (e.g., Suécia), são apenas alguns exemplos desta tendência. Esta opção política socorreu-se, contudo, de uma medida errada da longevidade humana, a esperança de vida por período, uma métrica que assume que as condições de mortalidade são estáticas, em detrimento de uma estimativa mais aproximada da vida residual dos indivíduos representada pela esperança de vida por coorte, que incorpora a dinâmica esperada das probabilidades de sobrevivência da população (Ayuso, Bravo e Holzmann, 2020). O cálculo da esperança de vida por coorte pressupõe a utilização de métodos estocásticos de projecção das taxas de mortalidade específicas por idade e sexo. Na literatura demográfica e actuarial, são inúmeros os modelos propostos para este fim agrupados, regra geral, em métodos de natureza paramétrica, *principal component methods*, e métodos de graduação (Lee e Carter, 1992; Brouhns et al., 2002; Renshaw e Haberman, 2006; Currie, 2006; Cairns et al., 2006, 2009; Hyndman e Ullah, 2007; Plat, 2009; Hunt e Blake, 2020). Estas projecções não estão isentas dos riscos de modelo e de estimação dos parâmetros.

Neste artigo seguimos Bravo, Ayuso, Holzmann e Palmer (2020) e ensaiamos a aplicação à população portuguesa em idade adulta de uma abordagem inovadora em estudos demográficos e actuariais que envolvem modelos competitivos assente numa combinação Bayesiana de modelos (*Bayesian Model Ensemble*, BME) heterogéneos. Quando comparada com abordagens assentes em modelo único, a abordagem BME demonstrou em variados estudos empíricos um poder preditivo superior aos métodos de *machine learning*, com a vantagem de que reduz o risco de modelo e diversifica as covariáveis usadas na projecção. A combinação usada no estudo inclui nove modelos candidatos, seis dos quais modelos generalizados idade-período-coorte, o método de séries temporais de Hyndman e Ullah ponderado, um modelo assente na análise de componentes principais regularizada, e a técnica de P-Splines bidimensional com penalização. Os modelos são calibrados à população portuguesa desagregada por sexo usando informação estatística obtida da Human Mortality Database (2020) relativa ao período 1960-2018 e às idades adultas no intervalo 60-125. A escolha particular deste intervalo de idades prende-se com a sua relevância para a análise da sustentabilidade dos sistemas públicos e privados de protecção social e de saúde em Portugal. São ainda calculados intervalos de confiança para a combinação de modelos usando a metodologia *Model-Averaged Tail Area* (MATA). O estudo apresenta e analisa os resultados da aplicação da metodologia à população portuguesa e discute as suas implicações nalgumas áreas de intervenção. O resto do artigo está organizado da seguinte forma. Na Secção 2 é apresentada a metodologia usada no estudo e os procedimentos adoptados para a sua implementação. Na Secção 3 são apresentados e discutidos os principais resultados para a evolução projectada da mortalidade e da esperança de vida em Portugal. A Secção 4 resume as principais conclusões e contributos da investigação.

## 2. Metodologia

### 2.1. Combinação Bayesiana de modelos

A metodologia tradicional de projecção da mortalidade envolve a utilização de um único modelo seleccionado de um conjunto restrito de alternativas, usando um método ou

um critério (e.g., BIC, AIC, métrica de avaliação do poder preditivo, testes de hipóteses para selecção de modelos encaixados, cross-validation, bootstrapping), frequentemente sem considerar o risco de modelo. O método seleccionado é então considerado como o «verdadeiro» (o melhor) para efeitos de inferência estatística, uma escolha que implicitamente limita (reduz) a incerteza na projecção uma vez que ignora o risco de modelo. Para contornar esta limitação, neste artigo acompanhamos Bravo et al. (2020) e usamos uma abordagem alternativa baseada numa combinação adaptativa de modelos heterogéneos que inclui seis modelos generalizados idade-período-cohorta (Generalised Age-Period-Cohort (GAPC) models), o método de séries temporais de Hyndman e Ullah ponderado (Shang et al., 2011), um modelo assente numa análise de componentes principais regularizada (*Regularized Singular Value Decomposition*, RSVD) e a técnica de P-splines bidimensional (*two-dimensional smooth constrained P-splines*).

A combinação de modelos consiste na aplicação da teoria Bayesiana à selecção de modelos e à inferência estatística em contexto de incerteza quanto ao melhor modelo. A combinação adaptativa adoptada neste artigo é inspirada no conceito de *model confidence set* proposto por Hansen et al. (2011) e usado, por exemplo, por Samuels e Sekkel (2017) e Bravo et al. (2020). O pressuposto é o de que a combinação de modelos deve ser precedida de uma selecção prévia de um subconjunto de melhores modelos, usando para tal um critério de escolha (e.g., poder preditivo do modelo). Designemos por  $M_l$  ( $l = 1, \dots, K$ ) os  $K$  modelos candidatos, representando o conjunto de distribuições

de probabilidade (PDF) que compreendem a função de verosimilhança  $L(y | \theta_l, M_l)$  dos dados observados  $y$  em termos dos parâmetros específicos de cada modelo  $\theta_l$  e um conjunto de funções de densidade de probabilidade prévias  $p(\theta_l | M_l)$ . Seja  $\Delta$  a variável de interesse presente em todos os modelos, por exemplo, o valor futuro de  $y$ . Segundo a lei de probabilidade total, a distribuição marginal posterior da variável de interesse considerando os  $K$  modelos é definida por

$$p(\Delta | y) = \sum_{k=1}^K p(\Delta | y, M_k) p(M_k | y), \quad (1)$$

onde  $p(\Delta | y, M_k)$  designa a distribuição de probabilidade projectada de  $\Delta$  com base no modelo  $M_k$ , e  $p(M_k | y)$  representa a probabilidade posterior do modelo  $M_k$  estimada a partir dos dados (*lookforward window*), ou seja, espelhando a sua aderência aos dados ou o seu poder preditivo. A distribuição à posteriori do modelo  $M_k$  é dada por

$$p(M_k | y) = \frac{p(y | M_k) p(M_k)}{\sum_{l=1}^K p(y | M_l) p(M_l)}, \quad (2)$$

onde

$$p(y | M_k) = \int L(y | \theta_k, M_k) p(\theta_k | M_k) d\theta_k. \tag{3}$$

As probabilidades à posteriori dos modelos totalizam a unidade, i.e.,  $\sum_{k=1}^K p(M_k | y) = 1$  e podem ser interpretadas como ponderadores (pesos). A distribuição de probabilidade da combinação de modelos BME é assim uma média ponderada das PDF dos modelos individuais, em que os ponderadores são as suas probabilidades à posteriori (Raftery et al., 2005). Para identificar os modelos que integram o *model confidence set* e respectivos ponderadores na BME, para cada uma das três subpopulações os modelos são, numa primeira fase, estimados na amostra de treino (*training set*) e posteriormente hierarquizados segundo o seu poder preditivo na amostra de teste (*out-of-sample test set*). Foram consideradas diferentes métricas de avaliação do poder preditivo (MAPE, RMSE, SMAPE, SSE, etc.)<sup>2</sup> optando-se, finalmente, pelo indicador *Symmetric Mean Absolute Percentage Error* (SMAPE) para o cálculo dos ponderadores, uma variante do erro percentual médio bastante usada em competições internacionais de modelos de previsão. O SMAPE do modelo  $k$  e subpopulação  $g$  é definido por

$$SMAPE_{k,g} = \frac{1}{n_{x,t}} \sum_{x=x_{min}}^{x_{max}} \sum_{t=t_{min}}^{t_{max}} \frac{|\hat{\mu}_{x,t,g} - \mu_{x,t,g}|}{0.5(\hat{\mu}_{x,t,g} + \mu_{x,t,g})}, \tag{4}$$

onde  $\hat{\mu}_{x,t,g}$  e  $\mu_{x,t,g}$  denotam, respectivamente, as estimativas pontuais e os valores observados das taxas de mortalidade,  $n_{x,t} = (x_{max} - x_{min} + 1)(t_{max} - t_{min} + 1)$ ,  $t_{min} = 1960$ ,  $t_{max} = 2018$ ,  $x_{min} = 60$ ,  $x_{max} = 95$ . As amostras de treino e de teste são definidas de modo a permitir um horizonte de previsão de 5 anos em todos os modelos e subpopulações. Os dados estatísticos sobre a mortalidade e a exposição ao risco foram extraídos do repositório internacional Human Mortality Database (2020). O computo das probabilidades à posteriori dos modelos socorre-se da função exponencial normalizada (também conhecida por função *softmax* ou *softargmax*), definida por

$$p(M_k | y) = \frac{\exp(-|\xi_k|)}{\sum_{l=1}^K \exp(-|\xi_l|)}, \quad \xi_k = \frac{S_k}{\max\{S_k\}_{k=1,\dots,K}}, \quad k = 1, \dots, K, \tag{5}$$

onde  $S_k$  simboliza o valor da métrica SMAPE do modelo  $k$ . Esta função atribui um peso maior aos modelos com melhor desempenho preditivo, seguindo os pesos uma função exponencial. Identificado o *model confidence set* e calculado o seu peso relativo, da aplicação da equação (1) obtemos uma combinação probabilística de taxas de mortalidade, com base nas quais se calculam as esperanças de vida por período e coorte.

<sup>2</sup> Veja, e.g., Ramírez-Alpizar et al. (2020) para uma listagem de métricas de avaliação do desempenho preditivo em técnicas de data mining e machine learning.

A derivação de intervalos de confiança para a combinação de modelos socorre-se da metodologia Model-Averaged Tail Area (MATA) desenvolvida por Turek and Fletcher (2012), assente numa média ponderada de intervalos de credibilidade Bayesianos.

## 2.2. Modelos estocásticos de projecção da mortalidade

A Tabela 1 resume os nove modelos estocásticos de projecção da mortalidade usados neste estudo, escolhidos com base no seu desempenho empírico em estudos similares (Cairns et al., 2009; Dowd et al., 2010; Bravo et al., 2020). O conjunto base compreende seis modelos do tipo GAPC, modelos paramétricos da classe dos modelos lineares generalizados (GLM) que vinculam a variável de resposta a um previsor linear ou bilinear que inclui, como variáveis explicativas, a idade do indivíduo,  $x$ , o tempo cronológico  $t$  e

a geração (ano) de nascimento (ou coorte),  $c = t - x$ , a que acrescem restrições de

identificação dos modelos, uma função link e métodos univariados de séries para obter projecções (Hunt e Blake, 2020). A componente aleatória dos modelos assume que o número de óbitos à idade  $x$  no ano  $t$  segue uma distribuição de Poisson  $D_{x,t} \sim Poi(\mu_{x,t} E_{x,t}^c)$

com  $E(D_{x,t} / E_{x,t}^c) = \mu_{x,t}$  ou uma distribuição Binomial  $D_{x,t} \sim Bin(q_{x,t} E_{x,t}^o)$ , com

$E(D_{x,t} / E_{x,t}^o) = q_{x,t}$ , onde  $E_{x,t}^o$  e  $E_{x,t}^c$  denotam, respectivamente, a população inicialmente

ou centralmente exposta ao risco, e  $\mu_{x,t}$  e  $q_{x,t}$  denotam a taxa de mortalidade e a

probabilidade de morte à idade  $x$  no ano  $t$ . A componente sistemática do modelo liga a

variável de resposta ( $q_{x,t}$  ou  $\mu_{x,t}$ ) a um determinado previsor linear  $\eta_{x,t}$

$$\eta_{x,t} = \alpha_x + \sum_{i=1}^N \beta_x^{(i)} \kappa_t^{(i)} + \beta_x^{(0)} \gamma_{t-x}, \quad (6)$$

onde  $\exp(\alpha_x)$  representa a configuração geral da mortalidade por idade,  $\beta_x^{(i)} \kappa_t^{(i)}$  refere

um conjunto de  $N$  termos idade-período que descrevem as tendências globais na

mortalidade, sendo  $\kappa_t^{(i)}$  um índice temporal e  $\beta_x^{(i)}$  um parâmetro de sensibilidade por

idade, e o termo  $\gamma_{t-x} \equiv \gamma_c$  compreende os efeitos geracionais, sendo  $\beta_x^{(0)}$  um parâmetro

modulador por idade. Os índices temporais  $\kappa_t^{(i)}$  e geracionais  $\gamma_{t-x}$  são processos

estocásticos, modelados através de métodos univariados de séries temporais ARIMA( $p,d,q$ ) usando a metodologia de Box-Jenkins.



Modelo	Estrutura do modelo	Referência
LC	$\eta_{x,t} = \alpha_x + \beta_x^{(1)} \kappa_t^{(1)}$	Brouhns et al. (2002)
APC	$\eta_{x,t} = \alpha_x + \kappa_t^{(1)} + \gamma_{t-x}$	Currie (2006)
RH	$\eta_{x,t} = \alpha_x + \beta_x^{(1)} \kappa_t^{(1)} + \beta_x^{(0)} \gamma_{t-x}$	Renshaw e Haberman (2006)
CBD	$\eta_{x,t} = \kappa_t^{(1)} + (x - \bar{x}) \kappa_t^{(2)}$	Cairns et al (2006)
M7	$\eta_{x,t} = \kappa_t^{(1)} + (x - \bar{x}) \kappa_t^{(2)} + \left( (x - \bar{x})^2 - \sigma \right) \kappa_t^{(3)} + \gamma_{t-x}$	Cairns et al. (2009)
Plat	$\eta_{x,t} = \alpha_x + \kappa_t^{(1)} + (x - \bar{x}) \kappa_t^{(2)} + (\bar{x} - x)^+ \kappa_t^{(3)} + \gamma_{t-x}$	Plat (2009)
HUw	$y_t(x_i) = f_t(x_i) + \sigma_t(x_i) \varepsilon_{t,i}, i = 1, \dots, p \quad t = 1, \dots, n$	Shang et al. (2011)
CPspl	$\eta = Ba, B = B_t \otimes B_x$	Camarda (2019)
RSVD	$m(x,t) = d_1 U_1(t) V_1(x) + \dots + d_q U_q(t) V_q(x) + \varepsilon(x,t)$	Huang et al. (2009)

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 1 – Modelos estocásticos de projecção da mortalidade

O subconjunto de modelos GAPC usados neste estudo compreende: [LC] o modelo Poisson-Lee-Carter (Brouhns et al., 2002); [APC] o modelo idade-período-coorte de Currie (2006); [RH] a extensão do modelo de Lee-Carter incluindo efeitos coorte e  $\beta_x^{(0)} = 1$  (Renshaw e Haberman, 2006); [CBD] o modelo Cairns-Blake-Dowd com  $\beta_x^{(1)} = 1$  e  $\beta_x^{(2)} = (x - \bar{x})$ , onde  $\bar{x}$  denota a idade média na amostra (Cairns et al, 2006);

[M7] a extensão do modelo CBD incluindo efeitos coorte (Cairns et al., 2009); [Plat] o modelo de Plat (2009) com  $\kappa_t^{(3)} = 0$ . Os parâmetros são estimados usando métodos de máxima-verosimilhança. O fecho das tábuas de mortalidade à idade limite  $\omega = 125$

socorre-se do método de Denuit e Goderniaux (2005). Alguns dos modelos GAPC descritos na Tabela 1 são casos particulares de modelos mais gerais. Por exemplo, o modelo LC é encaixado no modelo RH assumindo  $\beta_x^{(0)} = 0, \forall x$ , e  $\gamma_{t-x} = 0 \quad \forall c$ , sendo

igualmente um caso particular do modelo APC com  $\beta_x^{(1)} = 1 \quad \forall x$  e sem efeitos coorte. A

metodologia BME usada neste estudo selecciona, em cada população, o subconjunto de modelos GAPC encaixados que apresenta melhor desempenho preditivo e exclui do *model confidence set* os restantes (três dos seis candidatos) usando uma *fixed-rule trimming scheme*. Para cada modelo individual, são usados métodos de bootstrap semi-paramétricos para derivar intervalos de confiança para as variáveis de interesse considerando um total de 10000 simulações (Brouhns et al., 2005).

O leque de métodos de projecção da mortalidade usados no estudo compreende ainda o modelo demográfico funcional (*Functional Demographic Model* (FDM)) assente numa análise de componentes principais desenvolvido originalmente por Hyndman e Ullah (2007) e expandido por Shang et al. (2011). Formalmente,

$$y_t(x_i) = f_t(x_i) + \sigma_t(x_i)\varepsilon_{t,i}, i = 1, \dots, p \quad t = 1, \dots, n, \quad (7)$$

onde  $\log \mu_{x_i,t} \equiv y_t(x_i)$ ,  $f_t(x_i)$  são funções contínuas e suaves da idade,  $\sigma_t(x_i)$  é um parâmetro de volatilidade ajustável com a idade  $x_i$  e período  $t$ , e  $\varepsilon_{t,i}$  é um ruído branco.

Este estudo considera ainda a técnica de P-Splines bidimensional com penalização proposta por Camarda (2019), descrita formalmente pela matriz de regressão

$$\eta = Ba, \quad B = B_t \otimes B_x, \quad (8)$$

onde  $a$  é um vector de parâmetros e  $\otimes$  designa o produto de Kronecker de  $k$  bases B-splines igualmente espaçadas para a idade  $x$  e ano  $t$ , complementadas com uma penalização bidimensional e restrições de modo a assegurar projecções biologicamente plausíveis para a mortalidade. Por fim, o estudo inclui ainda a abordagem bidimensional (por idade e período) assente na análise de componentes principais regularizada proposta por Huang et al. (2009). Em termos formais, os autores assumem que

$$m(x,t) = d_1 U_1(t) V_1(x) + \dots + d_q U_q(t) V_q(x) + \varepsilon(x,t), \quad (9)$$

onde  $m(x,t)$  designa a taxa de mortalidade,  $d_q$  o valor próprio,  $U_i(\cdot)$  e  $V_j(\cdot)$  são funções suaves da idade e período, respectivamente, e  $\varepsilon(x,t)$  um ruído branco. Para obter projecções e intervalos de confiança, as funções  $U_i(t)$  são modeladas como séries

temporais usando processos estocásticos do tipo ARIMA. As tarefas de estimação, simulação e projecção dos modelos e aplicação da abordagem BME foram concretizadas com recurso a uma rotina informática escrita em software R.

### 2.3. Cálculo da Esperança de Vida

Seja  ${}_t p_x(t)$  a probabilidade de sobrevivência  $\tau$ -anos de um indivíduo à idade  $x$  no ano  $t$

$${}_t p_x(t) := \exp\left(-\int_0^\tau \mu_{x+s}(s) ds\right), \tag{10}$$

onde  $\mu_x(t)$  denota a intensidade de mortalidade estocástica. Na discretização do processo estocástico, assumimos que  $\mu_x(t)$  é constante no interior de cada quadrado do diagrama de Lexis. Formalmente, para  $x$  e  $t$  números inteiros, assume-se que  $\mu_{x+\xi}(t+\varepsilon) = \mu_x(t)$  para  $0 \leq \xi, \varepsilon < 1$ , donde decorre que: (i)  $\mu_x(t)$  é estimada pela taxa central de mortalidade  $m_x(t)$ , (ii) a probabilidade anual de sobrevivência é dada por  $p_x(t) = \exp(-m_x(t))$ . A esperança de vida por coorte de um indivíduo com idade  $x$  no ano  $t$ , pertencente à população  $g$ , é dada por

$$\dot{e}_{x,g}^C(t) := \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\omega-x} \exp\left(-\sum_{j=0}^{k-1} m_{x+j,g}(t+j)\right), \tag{11}$$

enquanto que a respectiva esperança de vida por período é calculada segundo

$$\dot{e}_{x,g}^P(t) := \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\omega-x} \exp\left(-\sum_{j=0}^{k-1} m_{x+j,g}(t)\right). \tag{12}$$

O conceito de gap de esperança de vida (*life expectancy gap*),  $\dot{e}_{x,g}^{Gap}(t)$ , corresponde à diferença sistemática entre a esperança de vida por coorte e período (Ayuso et al., 2020). O seu valor expressa uma estimativa dos anos de vida adicionais (a menos) que uma determinada geração usufruirá em resultado dos ganhos (perdas) de longevidade esperados. Um valor positivo (negativo) sinaliza um aumento (redução) esperado da esperança de vida para uma dada geração. O seu valor é calculado mediante

$$\dot{e}_{x,g}^{Gap}(t) := \dot{e}_{x,g}^C(t) - \dot{e}_{x,g}^P(t). \tag{13}$$

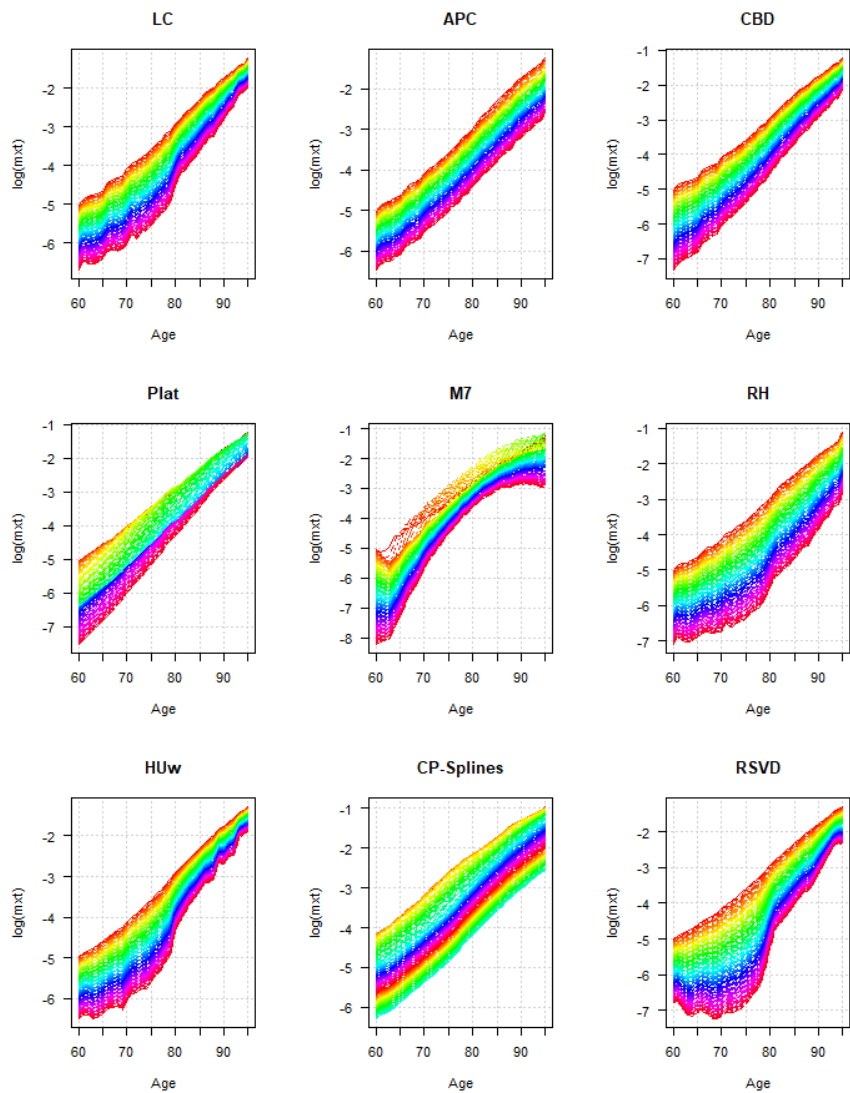
### 3. Análise e Discussão dos Resultados

#### 3.1. Definição do model confidence set e ponderadores

A Figura 1 representa, para os nove modelos candidatos, as curvas de mortalidade ajustadas no intervalo de idades 60-95 e training set (período 1960-2013) considerando o conjunto da população portuguesa. Como se observa, o normal aumento da mortalidade com a idade antecipado nestas idades e a dinâmica multidimensional de aumento continuado da longevidade são captados de forma distinta pelos diferentes métodos usados, constatando-se, por exemplo, que alguns modelos (e.g., M7) apresentam uma qualidade de ajustamento deficiente. A análise dos resíduos dos modelos confirma esta conclusão. Os ganhos de longevidade observados não são homogêneos ao longo de todo o espectro de idades analisado, sendo mais significativos nas idades compreendidas entre os 60 e 80 anos, consequência dos avanços registados nas últimas décadas no tratamento das doenças cardiovasculares e do cancro. A maioria dos modelos revela uma boa qualidade de ajustamento, como se observa nos indicadores reportados na Tabela 2 para a população total. Considerando, por exemplo, a métrica SMAPE, o modelo APC apresenta o melhor desempenho preditivo na amostra de teste, seguido dos modelos HUw, CPspl e do modelo RSVD. Os resultados obtidos considerando outras métricas de avaliação não alteram grosso modo esta hierarquização da capacidade preditiva na população total portuguesa, registando-se desempenho similar nas subpopulações masculina e feminina.

A Figura 2 ilustra a aplicação da metodologia BME adaptativa representando não apenas os modelos seleccionados para efectuar a BME, como os respectivos ponderadores, calculados através da função exponencial normalizada. A Figura explicita o contributo individual de cada modelo para a projecção da mortalidade e da esperança de vida e reflecte o diferente poder preditivo dos modelos seleccionados. A análise da Figura 2 permite verificar, na população total e subpopulações masculina e feminina, que os modelos LC, RH e M7 foram preteridos na combinação final em resultado da selecção prévia de modelos encaixados com melhor desempenho preditivo. A combinação Bayesiana de modelos seleccionada nas três subpopulações é idêntica, não significando tal que os ponderadores usados em cada subpopulação são os mesmos, dado que esta é função do diferente desempenho preditivo constatado em cada caso e este não é idêntico na amostra. Os modelos com maior contributo para a combinação final de modelos são os que apresentam os valores mais reduzidos na métrica SMAPE, ou seja, os modelos APC, HUw, CPspl e RSVD.

Métrica	Modelo								
	LC	APC	CBD	Plat	M7	RH	HUw	CPspl	RSVD
MAE	0,00349	0,00334	0,00772	0,00806	0,00793	0,00713	0,00365	0,00435	0,00415
MAPE	0,04772	0,04212	0,07079	0,08709	0,17877	0,05498	0,04545	0,04747	0,04953
MASE	0,24415	0,24128	0,45738	0,49060	0,50616	0,37641	0,27165	0,33397	0,31772
MDAE	0,00159	0,00125	0,00197	0,00379	0,00572	0,00113	0,00139	0,00139	0,00101
MSE	0,00004	0,00004	0,00023	0,00022	0,00014	0,00036	0,00004	0,00007	0,00007
RMSE	0,00610	0,00656	0,01515	0,01481	0,01175	0,01887	0,00643	0,00843	0,00820



Nota: valores em escala logarítmica. Em cada gráfico, os valores mais baixos correspondem aos anos de observação mais recentes

Figura 1 – Quocientes de mortalidade ajustados, por modelo, População Total

Métrica	Modelo								
	LC	APC	CBD	Plat	M7	RH	HUw	CPspl	RSVD
RMSLE	0,00510	0,00538	0,01209	0,01187	0,00982	0,01448	0,00538	0,00695	0,00680
RMSPE	0,05816	0,05207	0,08451	0,09895	0,25126	0,07409	0,05626	0,05962	0,06351
RRSE	0,07636	0,08419	0,16599	0,16294	0,13739	0,20283	0,08280	0,11200	0,10805
RSE	0,00583	0,00709	0,02755	0,02655	0,01888	0,04114	0,00686	0,01254	0,01168
SMAPE	0,04839	0,04236	0,07378	0,09192	0,17570	0,05725	0,04607	0,04727	0,04809
SSE	0,00669	0,00774	0,04129	0,03950	0,02486	0,06410	0,00744	0,01279	0,01212

**Notas:** MAE: mean average error; MAPE: mean average percentage error; MASE: mean absolute scaled error; MDAE: median absolute error; MSE: mean squared error; RMSE: root mean squared error; RMSLE: root mean squared log error; RMSPE: root mean square percentage error; RRSE: root relative squared error; RSE: relative squared error; SMAPE: symmetric mean absolute percentage error; SSE: error sum of squares.

Tabela 2 – Métricas de avaliação dos modelos de projecção da mortalidade, População Total

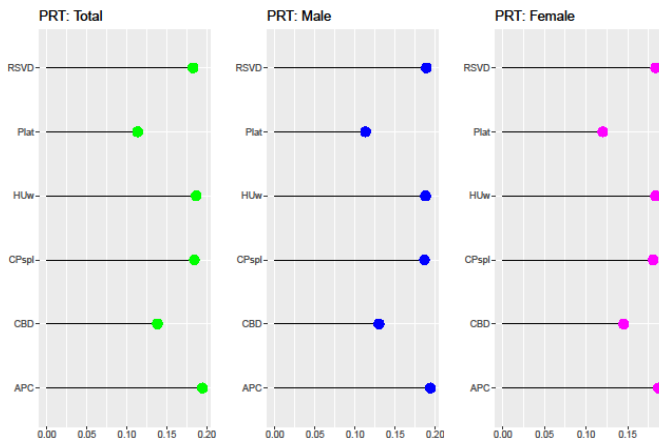


Figura 2 – Model confidence set e respectivos ponderadores por subpopulação

### 3.2. Projecções de mortalidade e de esperança de vida

A Figura 3 apresenta a projecção da esperança de vida à idade 60  $\hat{e}_{60,g}(t)$  por período e por coorte no período 1960-2050, desagregada por sexo. Os resultados obtidos permitem concluir que o modelo de previsão antecipa, para ambos os sexos, a continuação da tendência de crescimento quase linear da esperança de vida registada nas últimas décadas. Em 1960, a esperança de vida por coorte na aproximação à idade de saída do mercado de trabalho era de cerca de 20 anos para as mulheres e de 16 anos para os

homens. Neste estudo prevemos que em 2050 a esperança de vida das mulheres aos 60 anos suba para um valor superior a 32 anos (27 anos no caso dos homens), ou seja, antecipamos um aumento da longevidade e do gradiente entre homens e mulheres.

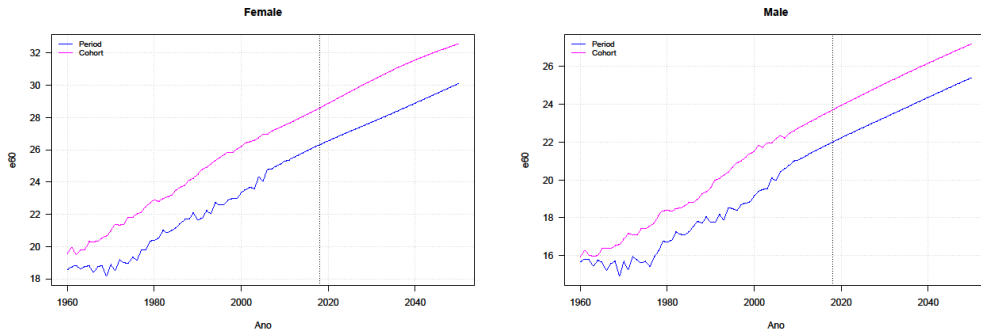


Figura 3 – Projecção da esperança de vida por período e por coorte, por sexo

Este incremento contribui para o envelhecimento do topo da estrutura etária da população portuguesa, já de si hoje muito significativo, com implicações relevantes na dinâmica do mercado de trabalho, na sustentabilidade dos sistemas de protecção social financiados em repartição contemporânea e na capacidade e adequação dos sistemas públicos e privados de saúde e de apoio à dependência. O diferencial sistemático entre a esperança de vida por coorte e por período (*life expectancy gap*) é positivo para todas as subpopulações e anos analisados e não evidencia sinais de redução, o que significa que os indicadores por período actualmente usados nos organismos oficiais de estatística (e.g., pelo Instituto Nacional de Estatística) para estimar a longevidade remanescente da população e analisar os níveis de envelhecimento subestimam sistematicamente a «verdadeira» esperança de vida da população, introduzem impostos/subsídios

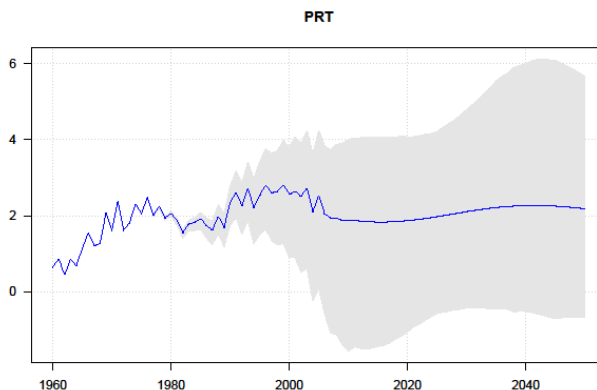


Figura 4 – Life expectancy gap à idade 60: Previsão e intervalo de confiança, População Total

implícitos entre gerações no sistema de protecção social, e distorcem as decisões de participação no mercado de trabalho, de consumo ou de poupança, com implicações nos *pension entitlements* (Bravo e Herce, 2020). A Figura 4 representa a previsão pontual e o intervalo de confiança do gap de esperança de vida à idade 60 no conjunto da população portuguesa no período entre 1960 e 2050. Os resultados obtidos confirmam o crescimento do gap no período analisado e uma estabilização em torno dos 2 anos, com um limite superior do intervalo de confiança que pode chegar aos 6 anos em 2050.

O gap é um indicador da injustiça actuarial intergeracional do sistema de pensões na medida em que sinaliza o número de anos de pagamento de prestações sociais que as gerações de actuais beneficiários usufruirão em excesso face às contribuições sociais que efectuaram durante a vida activa (em conjunto com as das respectivas entidades empregadoras). A este imposto implícito de cerca de 10% da riqueza em pensões (*pension wealth*) pago pelas actuais gerações de trabalhadores no activo acrescem outros que resultam dos diferenciais de longevidade entre grupos socioeconómicos e entre sexos, por exemplo. A sua redução/eliminação requer a adopção de reformas nos sistemas de protecção social (e.g., aumento da idade normal de reforma, alteração do mecanismo de indexação das pensões em pagamento, reformulação do factor de sustentabilidade) e a utilização de métricas adequadas da longevidade da população.

#### 4. Conclusões

As previsões de longevidade da população são comumente realizadas com base num único método estocástico, assumindo que este representa da melhor forma a incerteza. Os resultados da aplicação de um modelo de previsão da mortalidade assente numa combinação Bayesiana de modelos heterogéneos evidenciam que esta escolha comporta significativos riscos de modelo e que a incerteza associada a previsões de longo prazo da longevidade da população é melhor representada por combinações de modelos com diferentes características. As projecções de esperança de vida por período e por coorte nas idades adultas apontam para a manutenção da tendência de crescimento da esperança de vida, para a existência de um gap significativo entre os indicadores por período e por coorte (e por sexo). Estes resultados, em conjunto com a existência de gradientes significativos na longevidade por grupo socioeconómico, confirmam a existência nos sistemas de protecção social de impostos/subsídios implícitos entre gerações que distorcem as decisões de consumo, de mercado de trabalho e de poupança e questionam a justiça intergeracional. A sua redução exige uma avaliação mais rigorosa da longevidade da população por parte dos decisores públicos e privados e a utilização de métodos de projecção mais robustos que incorporem todas as fontes de incerteza.

#### Referências

- Ashofteh, A. & Bravo, J. M. (2019). A non-parametric-based computationally efficient approach for credit scoring. Atas da Conferencia da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação 2019.
- Ayuso, M., Bravo, J. M., & Holzmann, R. (2017a). On the heterogeneity in longevity among socioeconomic groups: Scope, trends, and implications for Earnings-Related Pension Schemes. *Global Journal of Human Social Sciences-Economic*, 17(1), 31-57.



- Ayuso, M., Bravo, J. M., & Holzmann, R. (2017b). Addressing longevity heterogeneity in pension scheme design. *Journal of Finance and Economics*, 6(1), 1-21.
- Ayuso, M., Bravo, J. M., & Holzmann, R. (2020). Getting Life Expectancy Estimates Right for Pension Policy: Period versus Cohort Approach. *Journal of Pension Economics and Finance*, 1-20. <https://doi.org/10.1017/S1474747220000050>.
- Blake, D., Cairns, A. J., Dowd, K. & Kessler, A. (2019). Still living with mortality: The longevity risk transfer market after one decade. *British Actuarial Journal*, 24, 1-80.
- Bravo, J. M. & Coelho, E. (2019). Forecasting Subnational Demographic Data using Seasonal Time Series Methods. *Atas da Conferencia da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação 2019*.
- Bravo, J. M. (2016). Taxation of Pensions in Portugal: A Semi-Dual Income Tax System. *CESifo DICE Report - Journal for Institutional Comparisons*. 14 (1), 14-23.
- Bravo, J. M. (2019). Funding for longer lives: Retirement wallet and risk-sharing annuities. *Ekonomiaz*, 96(2), 268-291.
- Bravo, J. M. (2020). Longevity-Linked Life Annuities: A Bayesian Model Ensemble Pricing Approach. *Atas da Conferencia da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação 2020*.
- Bravo, J. M., & El Mekkaoui de Freitas, N. (2018). Valuation of longevity-linked life annuities. *Insurance: Mathematics and Economics*, 78, 212-229.
- Bravo, J. M., Ayuso, M., Holzmann, R., & Palmer, E. (2020). Addressing the Life Expectancy Gap in Pension Policy. *Insurance: Mathematics and Economics*, Accepted/In press.
- Bravo, J. M., & Herce, J. A. (2020). Career breaks, Broken pensions? Long-run effects of early and late-career unemployment spells on pension entitlements. *Journal of Pension Economics and Finance* 1-27. <https://doi.org/10.1017/S1474747220000189>
- Bravo, J. M., & Nunes, J. P. V. (2021). Pricing Longevity Derivatives via Fourier Transforms. *Insurance: Mathematics and Economics*, 96, 81-97.
- Bravo, J. M., & Silva, C. M. (2006). Immunization Using a Stochastic Process Independent Multifactor Model: The Portuguese Experience. *Journal of Banking and Finance*, 30 (1), 133-156.
- Brouhns, N., Denuit, M., & Van Keilegom, I. (2005). Bootstrapping the Poisson Log-Bilinear Model for Mortality Forecasting. *Scandinavian Actuarial Journal*, 3, 212-224.
- Brouhns, N., Denuit, M., & Vermunt, J. (2002). A Poisson Log-Bilinear Regression approach to the construction of projected life tables. *Insurance: Mathematics and Economics*, 31, 373-393.
- Cairns, A., Blake, D. & Dowd, K. (2006). A two-factor model for stochastic mortality with parameter uncertainty: Theory and calibration. *Journal of Risk and Insurance*, 73, 687-718.

- Cairns, A., Blake, D., Dowd, K., Coughlan, G., Epstein, D., Ong, A., & Balevich, I. (2009). A quantitative comparison of stochastic mortality models using data from England and Wales and the United States. *North American Actuarial Journal*, 13(1), 1-35.
- Camarda, C. G. (2019). Smooth constrained mortality forecasting. *Demographic Research*, 41(38), 1091-1130.
- Chamboko, R. & Bravo, J. M. (2019). Frailty correlated default on retail consumer loans in developing markets. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 12(3), 257–270.
- Chamboko, R. & Bravo, J. M. (2019). Modelling and forecasting recurrent recovery events on consumer loans. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 12(3), 271-287.
- Chamboko, R., & Bravo, J. M. (2016). On the modelling of prognosis from delinquency to normal performance on retail consumer loans. *Risk Management*, 18(4), 264–287.
- Chamboko, R., & Bravo, J. M. (2020). A Multi-State Approach to Modelling Intermediate Events and Multiple Mortgage Loan Outcomes. *Risks*, 8, 64.
- Currie, I. (2006). Smoothing and forecasting mortality rates with P-Splines. DP Heriot Watt University.
- Denuit, M., & Goderniaux, A. C. (2005). Closing and projecting life tables using log-linear models. *Bulletin of the Swiss Association of Actuaries*, 1, 29-48.
- Dowd, K., Cairns, A., Blake, D., Coughlan, G., Epstein, D. & Khalaf-Allah, M. (2010). Backtesting stochastic mortality models. *North American Actuarial Journal*, 14(3), 281-298.
- Hansen, P., Lunde, A., & Nason, J. (2011). The model confidence set. *Econometrica*, 79, 453-497.
- Huang, J. Z., Shen, H. & Buja, A. (2009). The analysis of two-way functional data using two-way regularized singular value decompositions. *Journal of the American Statistical Association* 104 (488), 1609-1620.
- Human Mortality Database (2020). University of California, Berkeley (USA), and Max Planck Institute for Demographic Research (Germany).
- Hunt, A., & Blake, D. (2020). On the structure and classification of mortality models. *North American Actuarial Journal*. <https://doi.org/10.1080/10920277.2019.1649156>
- Hyndman, R., & Ullah, S. (2007). Robust forecasting of mortality and fertility rates: A functional data approach. *Computational Statistics & Data Analysis*, 51, 4942-4956.
- Laureano, R. M. S., Caetano, N. & Cortez, P. (2014). Previsão de tempos de internamento num hospital português: aplicação da metodologia CRISP-DM. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 13, 83-98, <http://dx.doi.org/10.4304/risti.13.83-98>.

- Lee, R., & Carter, L. (1992). Modeling and forecasting U.S. mortality. *Journal of the American Statistical Association*, 87(419), 659-671.
- National Academy of Sciences, Engineering and Medicine (2015). *The growing gap in life expectancy by income: Implications for federal programs and policy responses*. Washington, DC: National Academies Press.
- OECD (2017). *Pensions at a Glance 2017: OECD and G20 Indicators*. OECD Publishing.
- Plat, R. (2009). On stochastic mortality modeling. *Insurance: Mathematics and Economics*, 45(3), 393-404.
- Raftery, A., Gneiting, T., Balabdaoui, F., & Polakowski, M. (2005). Using Bayesian Model Averaging to calibrate forecast ensembles. *Journal of American Meteorological society*, 133, 1155-1174.
- Ramírez-Alpízar, A, Jenkins, M., Martínez, A., Quesada-López, C. (2020). Use of data mining and machine learning techniques for fraud detection in financial statements: A systematic mapping study. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E28-04), 97-109.
- Renshaw, A., & Haberman, S. (2006). A cohort-based extension to the Lee-Carter Model for mortality reduction factors. *Insurance: Mathematics and Economics*, 38(3), 556-570.
- Samuels, J.D., & Sekkel, R.M. (2017). Model confidence sets and forecast combination. *International Journal of Forecasting*, 33(1), 48-60.
- Shang, H.L., Booth, H., & Hyndman, R.J. (2011). Point and interval forecasts of mortality rates and life expectancy: A comparison of ten principal component methods. *Demographic Research* 25, 173-214.
- Turek, D. & Fletcher, D. (2012). Model-Averaged Wald Confidence Intervals. *Computational Statistics and Data Analysis*, 56(9), 2809-2815.

## **Agradecimentos**

J. Bravo is supported by Portuguese national funds through FCT under the project UIDB/04152/2020 - Centro de Investigação em Gestão de Informação (MagIC). M. Ayuso is grateful to the Spanish Ministry of Science and Innovation for funding received under grant PID2019-105986GB-C21.



## **Crítérios Editoriais**

A RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) é um periódico científico, propriedade da AISTI (Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação), que foca a investigação e a aplicação prática inovadora no domínio dos sistemas e tecnologias de informação.

O Conselho Editorial da RISTI incentiva potenciais autores a submeterem artigos originais e inovadores para avaliação pelo Conselho Científico.

A submissão de artigos para publicação na RISTI deve realizar-se de acordo com as chamadas de artigos e as instruções e normas disponibilizadas no sítio Web da revista (<http://www.risti.xyz/>).

Todos os artigos submetidos são avaliados por um conjunto de membros do Conselho Científico, não inferior a três elementos.

Em cada número da revista são publicados entre cinco a oito dos melhores artigos submetidos.

## **Críterios Editoriales**

La RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información) es un periódico científico, propiedad de la AISTI (Asociación Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información), centrado en la investigación y en la aplicación práctica innovadora en el dominio de los sistemas y tecnologías de la información.

El Consejo Editorial de la RISTI incentiva autores potenciales a enviar sus artículos originales e innovadores para evaluación por el Consejo Científico.

El envío de artículos para publicación en la RISTI debe hacerse de conformidad con las llamadas de los artículos y las instrucciones y normas establecidas en el sitio Web de la revista (<http://www.risti.xyz/>).

Todos los trabajos enviados son evaluados por un número de miembros del Consejo Científico de no menos de tres elementos.

En cada número de la revista se publican cinco a ocho de los mejores artículos enviados.

**Os asociados da AISTI recebem a RISTI gratuitamente, por correio postal. Torne-se associado da AISTI. Preencha o formulário abaixo e envie-o para o e-mail [aistic@gmail.com](mailto:aistic@gmail.com)**

**Los asociados de la AISTI reciben la RISTI por correo, sin costo alguno. Hazte miembro de la AISTI. Rellena el siguiente formulario y remítelo al e-mail [aistic@gmail.com](mailto:aistic@gmail.com)**



## Formulário de Associado / Formulario de Asociado

Nome/Nombre: \_\_\_\_\_

Instituição/Institución: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_

Morada/Dirección: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Localidade/Localidad: \_\_\_\_\_

País: \_\_\_\_\_

Telefone/Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ Web: \_\_\_\_\_

Tipo de Associado e valor da anuidade:

Individual - 35€

Instituição de Ensino ou I&D/Institución de Educación o I&D - 250€

Outro (Empresa, etc.) - 500€

NIF/CIF: \_\_\_\_\_

Data/Fecha: \_\_/\_\_/\_\_\_\_ Assinatura/Firma: \_\_\_\_\_



Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação  
Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información

©AISTI 2020 <http://www.aisti.eu>

